

# ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ANADELTA TESSERA ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΚΑΙ ΑΝΙΣΟΠΕΔΩΝ ΚΟΜΒΩΝ

Anadelta Software

Παραγωγή & Εμπορία Λογισμικού [www.anadelta.com](http://www.anadelta.com)

Λογισμικό, Οδοποιία, Σχεδιασμός, Ισόπεδοι Κόμβοι, Ανισόπεδοι Κόμβοι

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Ο σχεδιασμός ισόπεδων και ανισόπεδων κόμβων γίνεται σήμερα σχεδόν αποκλειστικά με τη χρήση προγραμμάτων CAD. Στα περισσότερα όμως από αυτά ο μελετητής πρέπει χρησιμοποιώντας τα εργαλεία του λογισμικού να συνθέσει ο ίδιος τη δομή του ισόπεδου ή του ανισόπεδου κόμβου. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται συνοπτικά οι κυριότερες λειτουργίες του λογισμικού Anadelta Tessera οι σχετικές με τον σχεδιασμό των ισόπεδων και ανισόπεδων κόμβων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις δυνατότητες παραμετροποίησης καθώς και στον αυτοματοποιημένο τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζεται το ζήτημα από το λογισμικό.

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σχεδιασμός ισόπεδων και ανισόπεδων κόμβων γίνεται σήμερα, σχεδόν αποκλειστικά, με τη χρήση προγραμμάτων CAD. Στα περισσότερα όμως από αυτά ο μελετητής πρέπει χρησιμοποιώντας τα εργαλεία του λογισμικού να συνθέσει ο ίδιος τη δομή του ισόπεδου ή του ανισόπεδου κόμβου. Το λογισμικό Anadelta Tessera αντιμετωπίζει αυτά τα ζητήματα διαφορετικά. Αναλυτική περιγραφή τους υπάρχει στο εγχειρίδιο και στην βοήθεια του προγράμματος Anadelta Tessera καθώς και στα σχετικά εκπαιδευτικά video. Όλες οι παραπάνω πληροφορίες περιλαμβάνονται και στην έκδοση Demo, που διατίθεται ελεύθερα από το site: [www.anadelta.com](http://www.anadelta.com). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται συνοπτικά οι κυριότερες λειτουργίες του λογισμικού οι σχετικές με τον σχεδιασμό των κόμβων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις δυνατότητες παραμετροποίησης καθώς και στον αυτοματοποιημένο τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζεται το ζήτημα από το λογισμικό. Η παρουσίαση είναι διαρθρωμένη σε δύο ενότητες:

**Ισόπεδοι κόμβοι:** Το Anadelta Tessera Professional υποστηρίζει την αυτοματοποιημένη εισαγωγή και διαχείριση ισόπεδων κόμβων. Οι προδιαγραφές τους περιλαμβάνουν όλες τις απαιτούμενες παραμέτρους για λωρίδες αριστερής στροφής, λωρίδες επιβράδυνσης, κεντρικές νησίδες, ζώνες αποκλεισμού, σταγόνες, τριγωνικές νησίδες εξόδου και εισόδου. Η μεταβολή οποιασδήποτε παραμέτρου (μήκους, πλάτους, ακτίνας, τρόπου υπολογισμού κλπ.) ή η γραφική μετακίνηση οδηγεί σε αυτόματο επανυπολογισμό της συνολικής δομής, με παράλληλη εμφάνιση επεξηγηματικών μηνυμάτων ή προειδοποιήσεων. Κάθε επανυπολογισμός ακολουθείται από ενημέρωση των απαιτούμενων στοιχείων για την υψομετρική συναρμογή, τη συναρμογή των πλατών και των επικλίσεων. Μετά τον υπολογισμό των διατομών σχεδιάζονται αυτόματα οι οριογραμμές και τα πρηνή στην περιοχή του κόμβου. Οι εξ' ορισμού τιμές των διαφόρων μεγεθών είναι οι προτεινόμενες από τις γερμανικές προδιαγραφές RAS-K-1 όμως η ευελιξία του προγράμματος επιτρέπει την αντιμετώπιση ειδικών καταστάσεων.

**Ανισόπεδοι κόμβοι:** Η αυτοματοποιημένη διαχείριση ανισόπεδων κόμβων με πολλούς τρόπους εισαγωγής μερισμών και συμβολών και αυτόματη εισαγωγή των λωρίδων επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης είναι ένα από τα δυνατά σημεία του Anadelta Tessera Professional. Για κάθε μερισμό ή συμβολή επιλέγονται από τις προδιαγραφές κόμβων τα χαρακτηριστικά των λωρίδων αλλαγής ταχύτητας (πλάτος, μήκος, μήκος συναρμογής), οι γωνίες εισόδου / εξόδου καθώς και τα

χαρακτηριστικά των σχετικών κλάδων (πλάτη, ακτίνες καμπυλότητας, παράμετροι, μήκη συναρμογής). Η έκδοση διαθέτει αυτοματοποιημένες λειτουργίες συγχρονισμού των διατομών κύριου δρόμου και κλάδου, προσαρμογής πλατών και επικλίσεων καθώς και υψομετρικής συναρμογής της μηκοτομής των κλάδων. Με συνδυασμό μερισμού και συμβολής μπορούν να προκύψουν οποιασδήποτε μορφής και γεωμετρίας κλάδοι σύνδεσης δύο οδών. Εκτός όμως από αυτό, στις περιοχές ανισόπεδης διασταύρωσης δύο οδών εισάγονται από το Tesslera βρόχοι και απευθείας κλάδοι, σύμφωνα με την επιλογή του χρήστη. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα συγχώνευσης δύο κλάδων σε έναν ενιαίο δρόμο, ο οποίος στη συνέχεια μπορεί να συμβάλει ισόπεδα ή να συναντάται ανισόπεδα με κάποιον άλλο, όπως στον κόμβο τύπου σάλπιγγας. Όλοι οι κλάδοι σύνδεσης, ανεξάρτητα από τον τρόπο εισαγωγής τους, επιδέχονται μεταβολές είτε με αλλαγή παραμέτρων, από τις προδιαγραφές κόμβου, είτε με γραφικό τρόπο. Οποιοσδήποτε μεταβολές ακολουθούνται από προσαρμογές των επικλίσεων και των μηκοτομών. Δημιουργούνται επίσης αυτόματα οι σύνθετες διατομές στις περιοχές των κόμβων. Τέλος το πρόγραμμα αντιμετωπίζει με μεγαλύτερη ευελιξία το ζήτημα των ανισόπεδων κόμβων, σε σχέση με τους ισόπεδους, επιτρέποντας περισσότερη παραμετροποίηση.

## 2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΣΟΠΕΔΩΝ ΚΟΜΒΩΝ

### 2.1 Εισαγωγή ισόπεδου κόμβου

Το περιβάλλον του Anadelta Tesslera υποστηρίζει την εισαγωγή ισόπεδου κόμβου με δύο τρόπους. Ο πρώτος προϋποθέτει την επιλογή των δύο δρόμων, οι οποίοι θα συμμετέχουν στον κόμβο, ώστε με δεξί κλικ να εμφανιστεί στο αναδυόμενο μενού και η εντολή *Νέος ισόπεδος κόμβος*. Ο δεύτερος τρόπος ενεργοποιείται με την επιλογή του αντίστοιχου εικονιδίου οπότε γύρω από το σταυρόνημα θα εμφανιστεί ένας κύκλος που θα υποδεικνύει την κατάσταση εισαγωγής. Απαιτείται στη συνέχεια η υπόδειξη, με το σταυρόνημα, της περιοχής συμβολής ή διασταύρωσης δύο οδών και το πάτημα του αριστερού πλήκτρου του ποντικιού. Και στις δύο περιπτώσεις, θα εμφανισθεί στην οθόνη, στο σημείο όπου υπήρχε τομή μεταξύ των αξόνων των δυο δρόμων, ένας ρόμβος ή ένα τρίγωνο που συμβολίζει τον κόμβο. Το σύμβολο αυτό είναι και η λαβή επιλογής του κόμβου. Επίσης θα εμφανισθεί η διαμόρφωση των οριογραμμών και των νησίδων του κόμβου οι οποίες θα έχουν υπολογισθεί με βάση τις προκαθορισμένες *Προδιαγραφές Ισόπεδων Κόμβων (Εξ Ορισμού)* του προγράμματος. Σε περίπτωση διασταύρωσης (σταυρός) στον πρώτο τρόπο δημιουργίας κόμβου κύριος δρόμος θα θεωρηθεί αυτός που έχει επιλεγεί πρώτος ενώ στον δεύτερο τρόπο κύριος δρόμος θα θεωρηθεί αυτός που έχει το μεγαλύτερο πλάτος οδοστρώματος. Στην περίπτωση που και οι δυο έχουν το ίδιο, τότε κύριος θα θεωρηθεί αυτός που έχει το μεγαλύτερο πλάτος καταστρώματος.

### 2.2 Προδιαγραφές Ισόπεδων Κόμβων (Εξ Ορισμού)

Οι εξ ορισμού προδιαγραφές των ισόπεδων κόμβων μπορούν να τροποποιούνται από την εντολή *Προδιαγραφές Ισόπεδων Κόμβων (Εξ Ορισμού)* του προγράμματος. Στην οθόνη θα εμφανιστεί ένα παράθυρο διαλόγου με τέσσερις καρτέλες με τα ονόματα: *Τεταρτημόριο*, *Μεγάλη Σταγόνα*, *Μικρή Σταγόνα* και *Γενικά* (Σχήμα 1).

Στην καρτέλα *Τεταρτημόριο* ορίζονται οι προδιαγραφές για τη μορφή της συναρμογής των τεταρτημορίων ενός κόμβου όπως οι ακτίνες (συνδυασμοί ακτίνων ή και Taper) και οι εκτροπές. Ορίζονται επίσης και τα στοιχεία για την διαμόρφωση των αντίστοιχων λωρίδων εφόσον αυτές επιλεγούν (όπως λωρίδα αριστερής στροφής, λωρίδα επιβράδυνσης, λωρίδα επιτάχυνσης). Στην ίδια καρτέλα τέλος ορίζονται και τα μεγέθη τα σχετικά με τριγωνική νησίδα εξόδου και τριγωνική νησίδα εισόδου καθώς και το αν αυτές θα επιλέγονται εξ ορισμού (Σχήμα 1).

Σχήμα 1: Στοιχεία τεταρτημορίων - Γενικά στοιχεία

Στην καρτέλα *Μεγάλη Σταγόνα* (Σχήμα 2) ορίζονται οι προδιαγραφές κατασκευής των σταγόνων όταν αυτές θα κατασκευαστούν σύμφωνα με το υπόδειγμα για τη μεγάλη σταγόνα του παραρτήματος των γερμανικών προδιαγραφών RAS-K-1. Μπορούν να τροποποιούνται από τον χρήστη οι ακτίνες εισόδου (στον κύριο δρόμο) και εξόδου της σταγόνας, η ακτίνα κεφαλής και η ακτίνα τέλους, το ελάχιστο και το μέγιστο πλάτος της σταγόνας. Μπορούν να ορίζονται επίσης η ελάχιστη απόσταση της κεφαλής της σταγόνας (από το όριο των διερχόμενων λωρίδων του κύριου δρόμου) καθώς και η απόσταση του άκρου από το ίδιο όριο. Τέλος μπορούν να τροποποιούνται τόσο το πλάτος τέλους της σταγόνας όσο και η μείωσή του υπέρ της διαγράμμισης.

Σχήμα 2: Στοιχεία σταγόνων

Στην καρτέλα *Μικρή Σταγόνα* (Σχήμα 2) ορίζονται οι προδιαγραφές κατασκευής των σταγόνων όταν αυτές θα κατασκευαστούν σύμφωνα με το υπόδειγμα για τη μικρή σταγόνα του παραρτήματος των γερμανικών προδιαγραφών RAS-K-1. Μπορούν να τροποποιούνται από τον χρήστη οι ακτίνες εισόδου (στον κύριο δρόμο) και εξόδου της σταγόνας, η ακτίνα κεφαλής και η

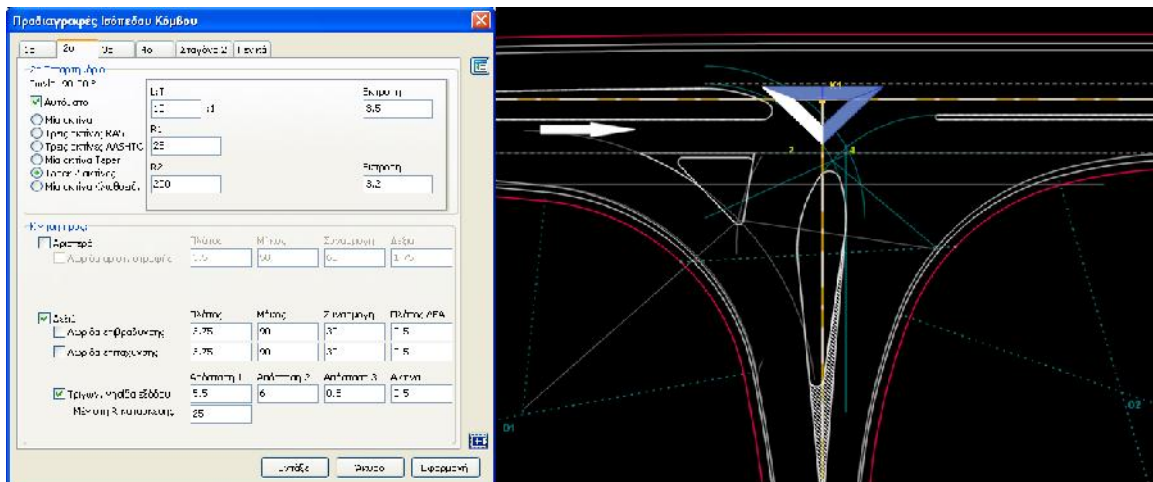
ακτίνα τέλους και το πλάτος της σταγόνας. Μπορούν επίσης να ορίζονται η απόσταση του κέντρου περιστροφής της σταγόνας (από το όριο των διερχόμενων λωρίδων του κύριου δρόμου) καθώς και η απόσταση του άκρου από το ίδιο όριο.

Στην καρτέλα *Γενικά* (Σχήμα 1) ορίζονται οι προδιαγραφές της νησίδας και των διαπλατυνσεων του κύριου δρόμου. Ορίζονται το ελάχιστο πλάτος της νησίδας (στη θέση αναμονής για αριστερή στροφή), το μέγιστο πλάτος (στην απέναντι πλευρά, όταν υπάρχει ζώνη αποκλεισμού) και η αντίστοιχη ακτίνα κεφαλής. Ορίζονται επίσης το περιθώριο νησίδας δηλ. η εγκάρσια απόσταση (σε σχέση με τον άξονα του κύριου δρόμου) της τροχιάς εισόδου από την ζώνη αποκλεισμού και το πλάτος ανοίγματος που υποδηλώνει το μέγιστο πλάτος της νησίδας πριν την διαμόρφωση της λωρίδας αριστερής στροφής. Στην ίδια καρτέλα ορίζονται η αύξηση του πλάτους πριν τον κόμβο και η μείωση του πλάτους μετά τον κόμβο και για τις δύο πλευρές του κεντρικού δρόμου. Οι τιμές αυτές προκύπτουν αυτόματα αλλά επιτρέπεται η τροποποίησή τους για την προσέγγιση ειδικών καταστάσεων.

Όλες οι παραπάνω εξ ορισμού προδιαγραφές χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα για τη διαμόρφωση των οριογραμμών και των νησίδων του κόμβου στη φάση της αρχικής γραφικής εισαγωγής του. Στη συνέχεια ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει σχεδόν όλα τα στοιχεία του κόμβου από την επιλογή *Προδιαγραφές Κόμβου*.

### 2.3 Προδιαγραφές Κόμβου

Ένας κόμβος μπορεί να έχει τη μορφή διασταύρωσης (σταυρού) ή T. Η μορφή αυτή συμβολίζεται με την αντίστοιχη λαβή, με έναν ρόμβο ή ένα τρίγωνο. Με την επιλογή του τρέχοντος κόμβου γίνεται και η επιλογή του τρέχοντος τεταρτημορίου, του οποίου οι τιμές μπορούν να τροποποιηθούν. Από το ίδιο παράθυρο διαλόγου μπορούν να τροποποιηθούν και στοιχεία μιας κατευθύνσεως από την ενότητα *Κίνηση προς:* (Σχήμα 3: ).



Σχήμα 3: Καθορισμός κινήσεων και συναρμογής

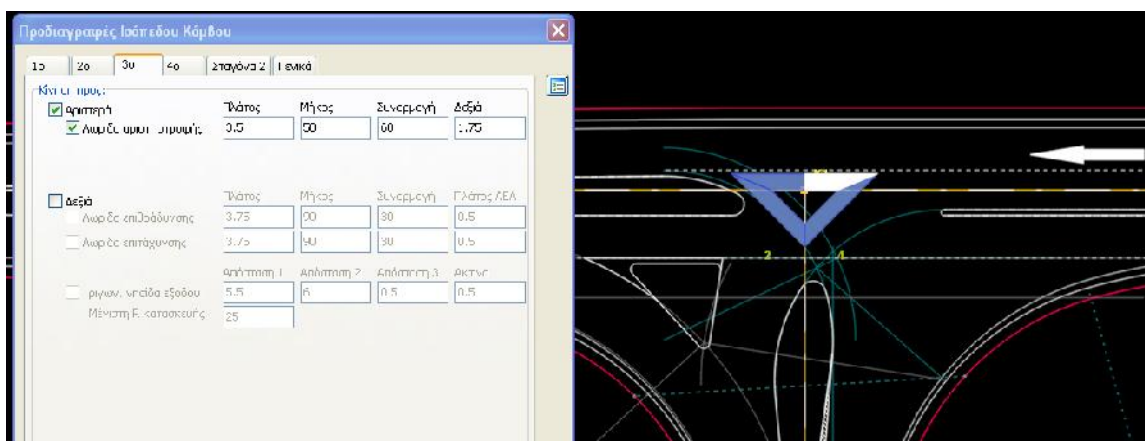
Στην περίπτωση που ο κόμβος έχει τη μορφή διασταύρωσης ενεργά είναι όλα τα τεταρτημόρια ενώ όταν είναι τύπου T ενεργά είναι μόνο δύο. Στα ανενεργά τεταρτημόρια υπάρχει μόνο η ενότητα *Κίνηση προς:*. Η αρίθμηση των τεταρτημορίων ακολουθεί παντού την παρακάτω σύμβαση. Τεταρτημόριο 1 θεωρείται αυτό στα αριστερά του κύριου δρόμου (σύμφωνα με τη δική του φορά) και πριν τον κόμβο, τεταρτημόριο 2 αυτό στα δεξιά του κύριου δρόμου επίσης πριν τον κόμβο, τεταρτημόρια 3 και 4 τα αντίστοιχα μετά τον κόμβο. Σταγόνα 1 ονομάζεται αυτή που διαχωρίζει τα τεταρτημόρια 1 και 3 ενώ Σταγόνα 2 αυτή που διαχωρίζει τα τεταρτημόρια 2 και 4. Το παράθυρο *Προδιαγραφές Ισόπεδου Κόμβου* αποτελείται από εξ ή επτά καρτέλες.

Οι τέσσερις πρώτες καρτέλες αναφέρονται στις ρυθμίσεις των τεταρτημορίων, η μία ή οι δυο επόμενες στη σταγόνα ή στις σταγόνες και η τελευταία στις προδιαγραφές της νησίδας και των διαπλατυνσεων του κύριου δρόμου. Για την καρτέλα *Γενικά* ισχύουν όσα προαναφέρθηκαν για τις εξ ορισμού προδιαγραφές. Τα ίδια ισχύουν και για τις Καρτέλες με το όνομα *Σταγόνα 1* ή *Σταγόνα 2*. Η επιλογή κατασκευής μικρής ή μεγάλης σταγόνας γίνεται αυτόματα από το πρόγραμμα. Η χρήση του τρόπου κατασκευής της μεγάλης σταγόνας συμβαδίζει με την ύπαρξη λωρίδας αριστερής στροφής.

Σε κάθε τεταρτημόριο μπορεί να οριστεί η μορφή της συναρμογής. Οι διαθέσιμες επιλογές είναι:

- Μία ακτίνα: ένα μόνο κυκλικό τόξο.
- Τρεις ακτίνες κατά RAS: τρία κυκλικά τόξα με λόγους ακτίνων 2:1:3 σύμφωνα με τους κανονισμούς RAS-K-1. Μεταβάλλοντας την ακτίνα του μεσαίου κυκλικού τόξου, μεταβάλλονται αυτόματα και οι άλλες δύο, όταν είναι επιλεγμένο το πεδίο *Αυτόματο*.
- Τρεις ακτίνες AASHTO: τρία κυκλικά τόξα με εκατέρωθεν παρεκκλίσεις ή εκτροπές εισόδου και εξόδου, σύμφωνα με τους κανονισμούς AASHTO.
- Μία ακτίνα και Taper: ένα κυκλικό τόξο ανάμεσα σε 2 Tapers ή σφήνες. Τα Tapers εισόδου και εξόδου χαρακτηρίζονται από εκτροπές και λόγους L:T (Longitudinal to Transverse, μήκος προς εκτροπή), σύμφωνα με τους κανονισμούς AASHTO.
- Taper 2 ακτίνες: δύο κυκλικά τόξα μετά από ένα Taper ή σφήνα, σύμφωνα με τους κανονισμούς RAS-K-1, όταν δεν υπάρχει λωρίδα επιβράδυνσης. Το Taper χαρακτηρίζεται από εκτροπή και λόγο L:T και σχηματίζεται πάντα προς την πλευρά του κύριου δρόμου.
- Κλωθοειδής: ένα κυκλικό τόξο ανάμεσα σε δύο κλωθοειδείς, εισόδου και εξόδου με τις αντίστοιχες παραμέτρους.

Από την ενότητα *Κίνηση προς:* (του ίδιου παραθύρου διαλόγου) ορίζονται οι επιθυμητές κινήσεις των οχημάτων καθώς και το αν θα υπάρχουν λωρίδες αριστερής στροφής, επιβράδυνσης, επιτάχυνσης και τριγωνική νησίδα.



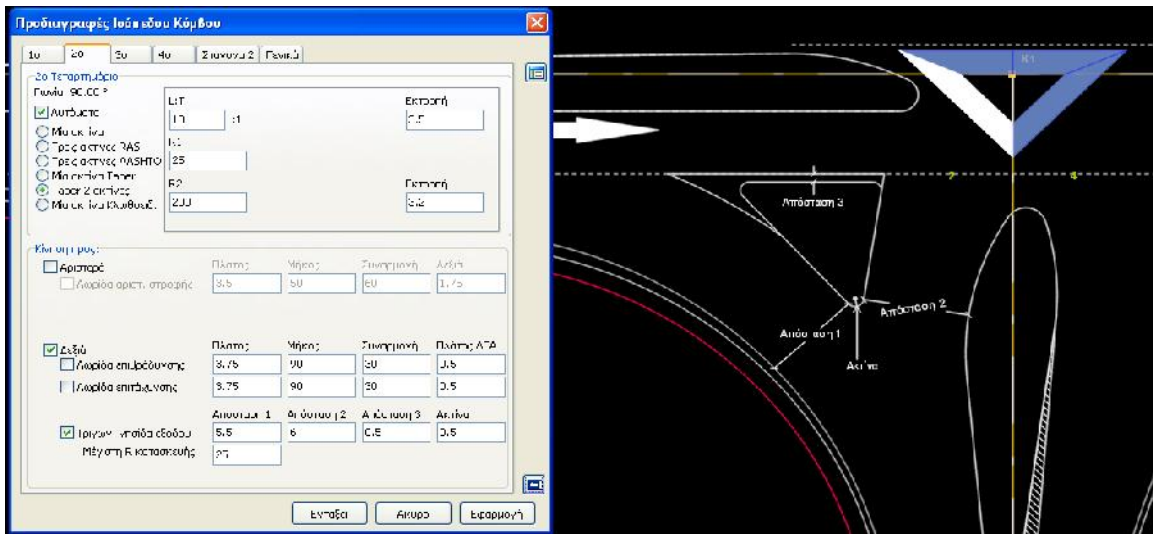
Σχήμα 4: Στοιχεία λωρίδας αριστερής στροφής

Για τη λωρίδα αριστερής στροφής ορίζεται το πλάτος, το μήκος της, το μήκος της περιοχής συναρμογής και το πλάτος της λωρίδας που θα βρίσκεται δεξιά του άξονα του κύριου δρόμου. Η επιλογή της λωρίδας αριστερής στροφής γίνεται από το τεταρτημόριο 2 (Σχήμα 4) για την κατεύθυνση αύξουσας χιλιόμετρησης του κύριου δρόμου (επηρεάζει άμεσα τη σταγόνα 1) ή το τεταρτημόριο 3 για την αντίθετη κατεύθυνση (επηρεάζει άμεσα τη σταγόνα 2).

Από τα τεταρτημόρια 2 και 3 γίνεται και η επιλογή της λωρίδας επιβράδυνσης, όταν αυτή αναφέρεται στον κύριο δρόμο. Ορίζονται επίσης το πλάτος, το μήκος της, το μήκος της περιοχής



συναρμογής και το Πλάτος ΛΕΑ (δηλώνεται έτσι η απόσταση της λωρίδας καθοδήγησης από το άκρο του δρόμου). Αν στα ίδια τεταρτημόρια επιλεγεί λωρίδα επιτάχυνσης αυτή θα αναφέρεται στον δευτερεύοντα δρόμο (έχει νόημα μόνο σε περίπτωση διασταύρωσης).



Σχήμα 5: Στοιχεία λωρίδων επιτάχυνσης, επιβράδυνσης και τριγωνικής νησίδας εξόδου

Από τα τεταρτημόρια 2 και 3 γίνεται επίσης και η επιλογή εφαρμογής ή όχι τριγωνικής νησίδας εξόδου (Σχήμα 5). Αυτή κατασκευάζεται σύμφωνα με το υπόδειγμα του παραρτήματος των γερμανικών κανονισμών RAS-K-1. Όπως φαίνεται και στο σχήμα ο μελετητής μπορεί να ορίσει τις τιμές τριών αποστάσεων και την ακτίνα στρογγύλευσης. Ορίζεται επίσης η μέγιστη ακτίνα που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή της τριγωνικής νησίδας εξόδου ιδιαίτερα σε περιπτώσεις περιορισμένου χώρου όπου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η υποδεικνυόμενη από τους κανονισμούς ακτίνα  $R=25m$ .

Με τον ίδιο τρόπο γίνεται και η επιλογή εφαρμογής τριγωνικών νησίδων εισόδου (στον κύριο δρόμο). Η μεθοδολογία κατασκευής τους δεν περιγράφεται στους παραπάνω κανονισμούς αλλά χρησιμοποιούνται αρκετά ιδιαίτερα σε σηματοδοτούμενους κόμβους ή σε κατοικημένες περιοχές.

## 2.4 Υπολογισμός ισόπεδων κόμβων

Μοναδικό χαρακτηριστικό του λογισμικού είναι η δυνατότητα αυτόματου και σε πραγματικό χρόνο επανυπολογισμού της δομής του κόμβου μετά από γραφική μετακίνηση οποιουδήποτε από τους δρόμους που συμμετέχουν σ' αυτόν. Έτσι είναι ευκολότερος ο συμβατός με το τοπογραφικό υπόβαθρο σχεδιασμός. Στη διαδικασία της γραφικής μετακίνησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα τα σχεδιαστικά εργαλεία του λογισμικού. Τα βοηθητικά στοιχεία που το πρόγραμμα εμφανίζει επεξηγούν στο μελετητή τη μεθοδολογία υπολογισμού.

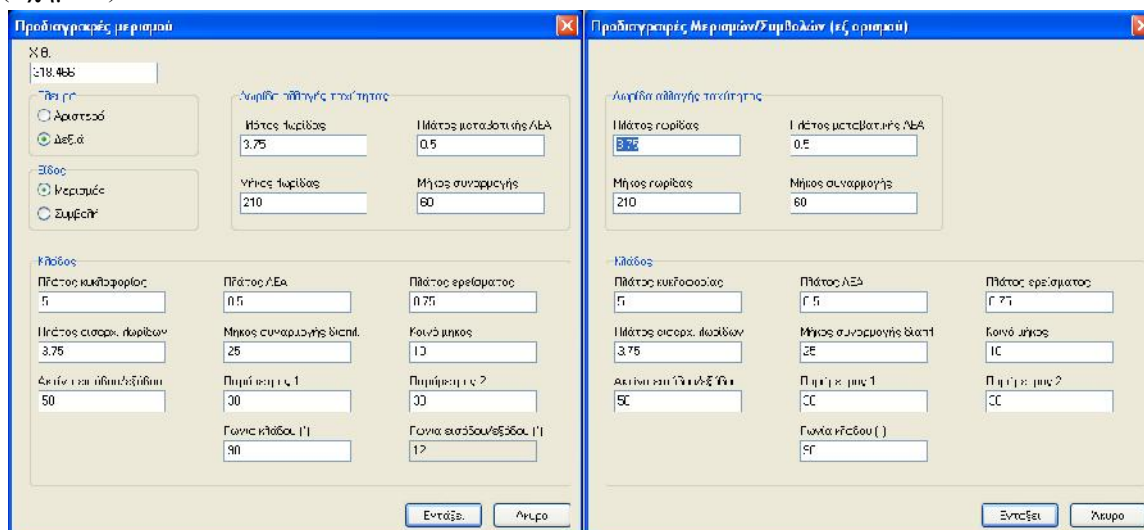
Κάθε επανυπολογισμός ακολουθείται από ενημέρωση των απαιτούμενων στοιχείων για την υψομετρική συναρμογή, τη συναρμογή των πλατών και των επικλίσεων. Μετά τον υπολογισμό των διατομών σχεδιάζονται αυτόματα οι οριογραμμές και τα πρανή στην περιοχή του κόμβου.

### 3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΝΙΣΟΠΕΔΩΝ ΚΟΜΒΩΝ

#### 3.1 Εισαγωγή στοιχείων ανισόπεδου κόμβου

Η δομή ενός ανισόπεδου κόμβου περιλαμβάνει πολλές επιμέρους διατάξεις όπως οι συμβολές, οι μερισμοί και οι ανισόπεδες διασταυρώσεις. Οι λωρίδες αλλαγής ταχύτητας, οι βρόχοι και οι απευθείας κλάδοι αποτελούν επίσης στοιχεία αυτού του είδους των κόμβων. Στη συνέχεια περιγράφονται οι τρόποι εισαγωγής των επιμέρους διατάξεων.

Η εισαγωγή σε έναν κύριο δρόμο μιας εισόδου ή εξόδου (μαζί με τον αντίστοιχο κλάδο) γίνεται με την επιλογή του αντίστοιχου εικονιδίου (μερισμού ή συμβολής). Τότε κοντά στο σταυρόνημα θα εμφανιστεί ένας κύκλος που θα υποδεικνύει την κατάσταση εισαγωγής και δύο βέλη τα οποία θα υποδεικνύουν την αρχή και το τέλος της μεταβολής που θα υποστεί ο κύριος δρόμος αν εισαχθεί ο μερισμός ή η συμβολή. Μετακινώντας τον δείκτη του ποντικιού ουσιαστικά επιλέγεται η πλευρά και η χιλιομετρική θέση εισαγωγής (πάνω στον κύριο δρόμο). Οι αποστάσεις των δύο βελών εξαρτώνται από το μήκος της λωρίδας αλλαγής ταχύτητας που μπορεί προηγουμένως να επιλεγεί από το παράθυρο *Προδιαγραφές Μερισμών/Συμβολών (εξ ορισμού)*. Από αυτό το παράθυρο μπορούν να τροποποιηθούν και οι αρχικές τιμές για τα στοιχεία του κλάδου που θα εισαχθεί (Σχήμα 6).

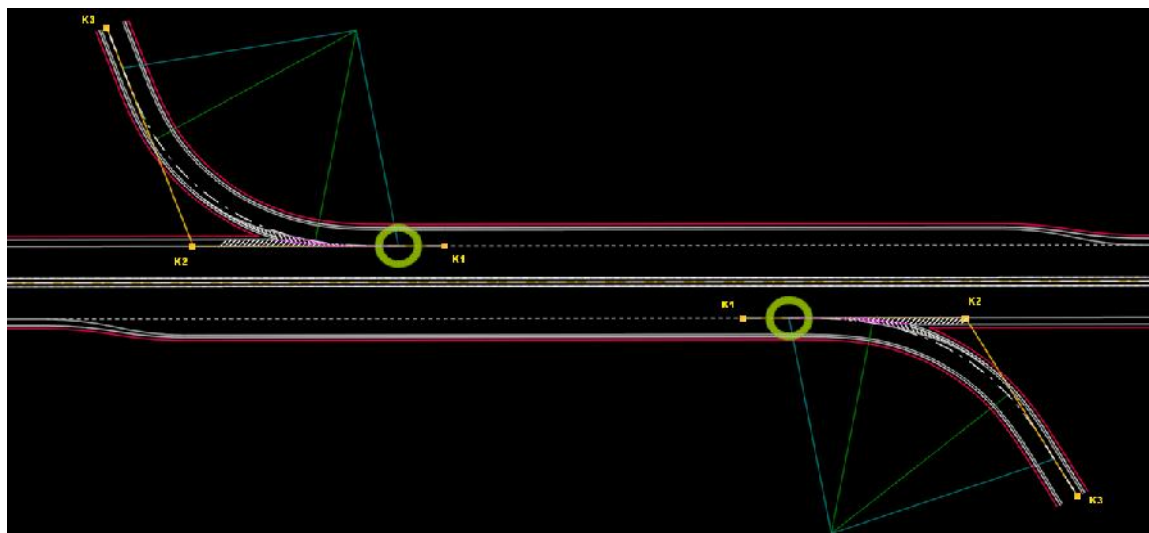


Σχήμα 6: Προδιαγραφές μερισμών/συμβολών και στοιχεία εξ ορισμού.

Με το πάτημα του ποντικιού στην επιθυμητή θέση θα εμφανιστεί το παράθυρο *Προδιαγραφές μερισμού* στο οποίο εκτός από τις προκαθορισμένες τιμές του προηγούμενου πίνακα θα εμφανίζεται η *Χ.Θ.* εξόδου, η *Πλευρά* και το *Είδος* (Σχήμα 6). Επιλέγοντας την ακριβή χιλιομετρική θέση, τροποποιώντας οποιοδήποτε από τα υπόλοιπα στοιχεία και πατώντας <Εντάξει> θα εμφανιστεί ο νέος κλάδος καθώς και η διαμόρφωση των οριογραμμών του κύριου δρόμου λόγω της εισαγωγής του κλάδου αλλά και λόγω της εισαγωγής της λωρίδας αλλαγής ταχύτητας.

Ο νέος δρόμος – κλάδος, που θα εισαχθεί ώστε να δημιουργηθεί ο μερισμός ή η συμβολή, θα έχει τα *Πλάτη* (κυκλοφορίας, ΛΕΑ, ερείσματος) που ορίζονται στην ενότητα *Κλάδος* του παραθύρου *Προδιαγραφές μερισμού*. Στην ίδια ενότητα ορίζονται: το *Μήκος συναρμογής* της διαπλάτυνσης από την τιμή του *Πλάτους εισερχομένων λωρίδων* ως την τιμή του *Πλάτους κυκλοφορίας* και το *Κοινό μήκος*, το οποίο είναι το μήκος στο οποίο οι άξονες των δύο δρόμων είναι απολύτως παράλληλοι πριν αρχίσει η απόκλιση του κλάδου από το κύριο. Η πολυγωνική του κλάδου θα ορίζεται με δύο

κορυφές πάνω στο όριο των διερχομένων λωρίδων του κύριου δρόμου και μια τρίτη σε θέση που προκύπτει από την *Γωνία κλάδου*. Η μεσαία κορυφή αυτού του δρόμου θα έχει ακτίνα καμπυλότητας την *Ακτίνα εισόδου/εξόδου* και εκατέρωθεν κλωθοειδείς με *Παράμετρο 1*, προς την πλευρά του κύριου δρόμου, και *Παράμετρο 2* (Σχήμα 7). Όταν η έξοδος γίνεται πάνω σε καμπύλη τότε ο κλάδος υλοποιείται λίγο διαφορετικά: ξεκινά εφαπτομενικά, όταν βρίσκεται στο εξωτερικό της καμπύλης του κύριου δρόμου, ή με κυκλικό τόξο (για το κοινό μήκος) και εν συνεχεία απόκλιση με τη χρήση ωοειδούς καμπύλης, όταν βρίσκεται στο εσωτερικό. Στην τελευταία περίπτωση χρειάζονται τέσσερις κορυφές πολυγωνικής, οι οποίες πάλι υπολογίζονται αυτόματα.



Σχήμα 7: Υλοποίηση μερισμών

Μετά την εισαγωγή του μερισμού ή της συμβολής επιτρέπεται τροποποίηση τους είτε με αλλαγή κάποιων εκ των προδιαγραφών είτε με απευθείας γραφική παρέμβαση (μετακίνηση κορυφής του νεοεισαχθέντος κλάδου). Ανάλογα με την κορυφή που θα μετακινηθεί, θα τροποποιηθεί αντίστοιχα η χιλιομετρική θέση του μερισμού, το κοινό μήκος ή η γωνία του κλάδου. Φυσικά θα ακολουθήσει ο αυτόματος επανυπολογισμός του κόμβου. Οι τροποποιήσεις της χιλιομετρικής θέσης δεν θα επιτρέπονται αν ο κλάδος επεκταθεί από τον χρήστη με την εισαγωγή νέας κορυφής πολυγωνικής.

Εναλλακτικά ένας μερισμός ή μια συμβολή μπορεί να προκύψει όταν εκτός από τον κύριο δρόμο προϋπάρχει και ο κλάδος. Προϋπόθεση είναι η επιλογή των δύο δρόμων, οι οποίοι θα συμμετέχουν στον μερισμό ή την συμβολή, ώστε με δεξί κλικ να εμφανιστεί στο αναδυόμενο μενού και η εντολή *Νέος μερισμός/συμβολή*. Επιλέγοντάς την θα εμφανιστεί, όπως και πριν, το παράθυρο *Προδιαγραφές μερισμού*. Μοναδική διαφορά είναι ότι τώρα δεν θα είναι δυνατή η αλλαγή της χιλιομετρικής θέσης καθώς ο κλάδος προϋπάρχει.

Με τον συνδυασμό των δύο παραπάνω τρόπων εισαγωγής είναι δυνατή η εισαγωγή βρόχων ή απευθείας κλάδων μεταξύ δύο κύριων δρόμων που διασταυρώνονται ανισόπεδα. Πρέπει να προηγηθεί η εισαγωγή ενός μερισμού στον πρώτο κύριο δρόμο, να ακολουθήσει η επέκταση του κλάδου που προκύπτει μέχρι να συναντήσει τον δεύτερο κύριο δρόμο και εν συνεχεία η δημιουργία μιας συμβολής μεταξύ του νεοδημιουργηθέντος κλάδου και του δεύτερου. Ανάλογα με την διάταξη που θα προκύψει το πρόγραμμα θα ανιχνεύσει αν αυτός ο κλάδος είναι βρόχος ή απευθείας κλάδος. Και σ' αυτή την περίπτωση θα είναι δυνατή η τροποποίηση των χαρακτηριστικών τόσο του μερισμού όσο και της συμβολής όπως και η γραφική μετακίνηση του κλάδου που θα συμμετέχει σαν δευτερεύων δρόμος τόσο στον μερισμό (με το πρώτο κύριο δρόμο) όσο και στην συμβολή (με τον δεύτερο).



### 3.2 Εισαγωγή δομής κόμβου

Η εισαγωγή ενός ή περισσότερων βρόχων μεταξύ δύο ανισόπεδα διασταυρούμενων οδών μπορεί να γίνει με μία μόνον εντολή. Το ίδιο και η εισαγωγή ενός ή περισσότερων απευθείας κλάδων. Οι προδιαγραφές με βάση τις οποίες θα γίνει η εισαγωγή περιέχονται στα παράθυρα *Προδιαγραφές βρόχου (εξ ορισμού)* και *Προδιαγραφές απευθείας κλάδου (εξ ορισμού)* (Σχήμα 8).

The image shows two software dialog boxes side-by-side. The left dialog is titled "Προδιαγραφές Βρόχου (εξ ορισμού)" and the right is "Προδιαγραφές απευθείας κλάδου (εξ ορισμού)". Both dialogs have a similar layout with multiple input fields and buttons at the bottom.

**Προδιαγραφές Βρόχου (εξ ορισμού):**

- Λογισμός αλλαγής ταχύτητας:
  - Πλάτος λωρίδας: 3.75
  - Πλάτος μεταβητικής ΛΕΑ: 0.5
  - Μήκος λωρίδας: 210
  - Μήκος οπισθομαχίας: 60
- Κλάδος:
  - Πλάτος κυκλοφορίας: 5
  - Πλάτος ΛΕΑ: 0.5
  - Πλάτος ερείματος: 0.75
  - Πλάτος εσοχής λωρίδων: 3.75
  - Υψος π. υπερυψής διαπλ.: 25
  - Εξωτερικό μήκος: 10
  - Ακτίνα εισόδου/εξόδου: 50
  - Παράμετρος εισόδου: 30
  - Παράμετρος εξόδου: 30

**Προδιαγραφές απευθείας κλάδου (εξ ορισμού):**

- Λογισμός αλλαγής ταχύτητας:
  - Πλάτος λωρίδας: 3.75
  - Πλάτος μεταβητικής ΛΕΑ: 0.5
  - Μήκος λωρίδας: 210
  - Μήκος οπισθομαχίας: 60
  - Δε απόσταση: 50
  - Πρόσθια/πίσ: 0
- Κλάδος:
  - Πλάτος κυκλοφορίας: 5
  - Πλάτος ΛΕΑ: 0.5
  - Πλάτος ερείματος: 0.75
  - Πλάτος εσοχής λωρίδων: 3.75
  - Υψος οπισθομαχίας διαπλ.: 25
  - Εξωτερικό μήκος: 10
  - Ακτίνα εισόδου/εξόδου: 50
  - Παράμετρος 1: 30
  - Παράμετρος 2: 30

Σχήμα 8: Προδιαγραφές εξ ορισμού για βρόχους και απευθείας κλάδους

Οι πρώτες είναι ίδιες με τις αντίστοιχες των μερισμών/συμβολών. Σχεδόν όλα τα στοιχεία τους θα εφαρμοστούν τόσο στο μερισμό όσο και στη συμβολή που συναποτελούν τον βρόχο. Εξαιρείται η *Παράμετρος εισόδου* (στον βρόχο) που θα εφαρμοστεί μόνο στον μερισμό και η *Παράμετρος εξόδου* που θα εφαρμοστεί στη συμβολή που τον ακολουθεί. Στη συνέχεια ο μελετητής μπορεί να διαφοροποιήσει κάποια από αυτά επιλέγοντας *Προδιαγραφές μερισμού* ή *συμβολής*. Εξαιρούνται αυτά που υποχρεωτικά πρέπει να είναι κοινά, όπως όλα τα πλάτη στην ενότητα *Κλάδος*.

Οι *Προδιαγραφές απευθείας κλάδου (εξ ορισμού)* περιλαμβάνουν επιπλέον την επιλογή *Σε απόσταση* η οποία ορίζει την απόσταση του άξονα του απευθείας κλάδου από το σημείο τομής των οριογραμμών των δύο κύριων δρόμων στο αντίστοιχο τεταρτημόριο. Αν επιλεγεί αυτή τότε η πολυγωνική του απευθείας κλάδου θα αποτελείται από τέσσερις κορυφές.

The image shows a software dialog box titled "Δημιουργία Βρόχων" overlaid on a street grid diagram. The grid has four quadrants labeled 1, 2, 3, and 4. The dialog box has a table with columns for "Ακτίνα", "Παράμετρος 1", and "Παράμετρος 2", and rows for "1ο Τεταρτημόριο", "2ο Τεταρτημόριο", "3ο Τεταρτημόριο", and "4ο Τεταρτημόριο". The 2nd and 4th rows are checked.

	Ακτίνα	Παράμετρος 1	Παράμετρος 2
<input type="checkbox"/> 1ο Τεταρτημόριο	50	35	25
<input checked="" type="checkbox"/> 2ο Τεταρτημόριο	50	35	25
<input type="checkbox"/> 3ο Τεταρτημόριο	50	35	25
<input checked="" type="checkbox"/> 4ο Τεταρτημόριο	50	35	25

Σχήμα 9: Δημιουργία βρόχων

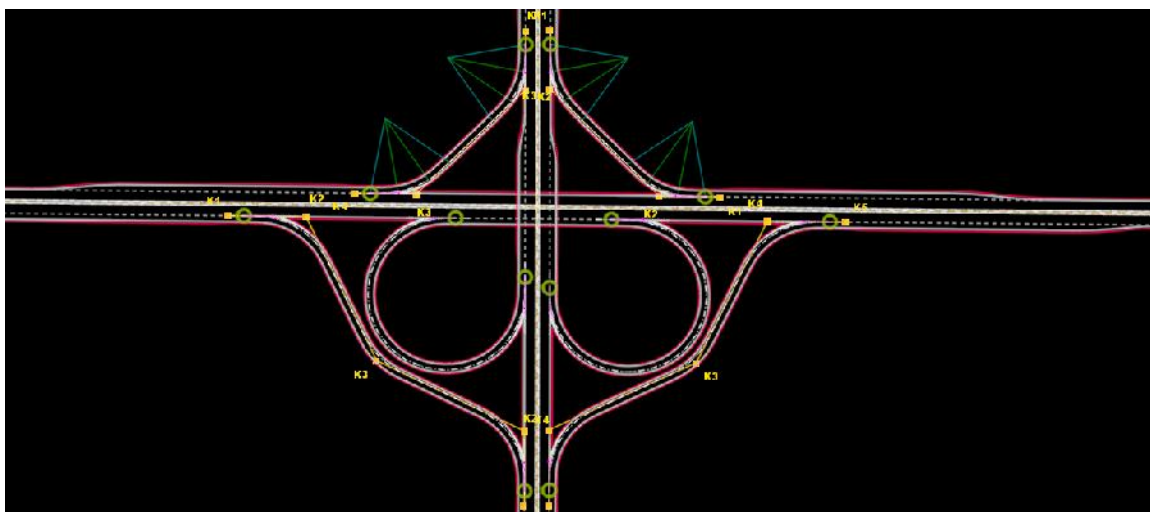
Επιλέγοντας δύο ανισόπεδα διασταυρούμενους δρόμους και την εντολή *Εισαγωγή βρόχων* θα εμφανιστεί το παράθυρο *Δημιουργία βρόχων* από το οποίο υπάρχει η δυνατότητα επιλογής των τεταρτημορίων που θα περιέχουν βρόχους (Σχήμα 9). Είναι δυνατή επίσης η διαφοροποίηση κάποιων στοιχείων τους (Ακτινών ή Παραμέτρων) και η τροποποίηση των εξ' ορισμού επιλογών.

Επιλέγοντας δύο ανισόπεδα διασταυρούμενους δρόμους και την εντολή *Εισαγωγή απευθείας κλάδων* θα εμφανιστεί το παράθυρο *Δημιουργία απευθείας κλάδων* (Σχήμα 10). Από αυτό το παράθυρο επιλέγονται τα τεταρτημόρια που θα περιέχουν απευθείας κλάδους καθώς και αν θα εφαρμοστούν Αποστάσεις. Ορίζονται επίσης οι αποστάσεις ενώ υπάρχει η δυνατότητα διαφοροποίησης κάποιων στοιχείων (Ακτίνων ή Παραμέτρων) και τροποποίησης των εξ' ορισμού επιλογών.

	Ακτίνα	Παράμετρος 1	Παράμετρος 2	Απόσταση	Πρόσθετη
<input checked="" type="checkbox"/> 1ο Τεταρτημόριο	50	30	30	<input checked="" type="checkbox"/> Σε απόσταση 50	0
<input checked="" type="checkbox"/> 2ο Τεταρτημόριο	50	30	30	<input checked="" type="checkbox"/> Σε απόσταση 100	35
<input checked="" type="checkbox"/> 3ο Τεταρτημόριο	50	30	30	<input checked="" type="checkbox"/> Σε απόσταση 50	0
<input checked="" type="checkbox"/> 4ο Τεταρτημόριο	50	30	30	<input checked="" type="checkbox"/> Σε απόσταση 100	35

Σχήμα 10: Στοιχεία απευθείας κλάδων

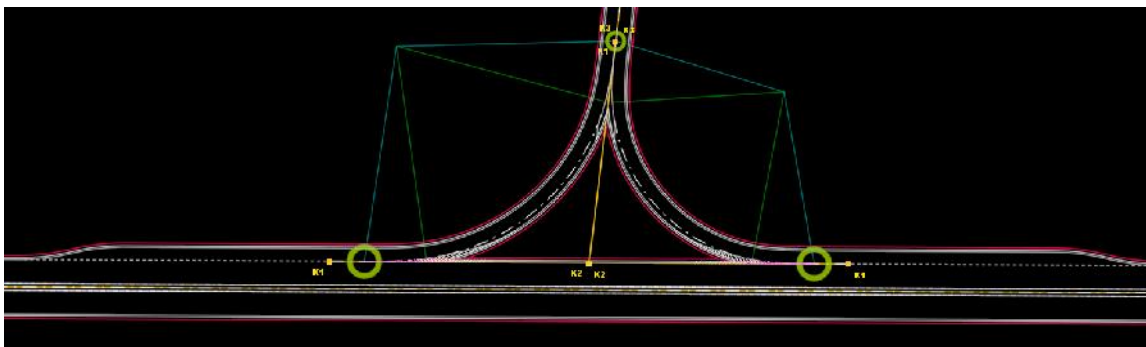
Στο Σχήμα 11 που ακολουθεί φαίνεται η δομή του παραπάνω παραδείγματος. Σε όλα τα τεταρτημόρια έχει τσεκαριστεί το πεδίο επιλογής *Σε απόσταση*. Αυτή οδηγεί σε πολυγωνικές κλάδων με τέσσερις κορυφές. Στο πεδίο *Απόσταση* ορίζεται η απόσταση του άξονα του απευθείας κλάδου από το σημείο τομής των οριογραμμών. Η *Πρόσθετη* απόσταση καθορίζει την επιπλέον απόσταση ενός σημείου θλάσης της πολυγωνικής, μιας ακόμη κορυφής. Έτσι ενώ στα δύο άνω τεταρτημόρια οι κλάδοι έχουν πολυγωνική με τέσσερις κορυφές στα άλλα δύο αυτές αποτελούνται από πέντε.



Σχήμα 11: Σύνθετη υλοποίηση βρόχων και απευθείας κλάδων

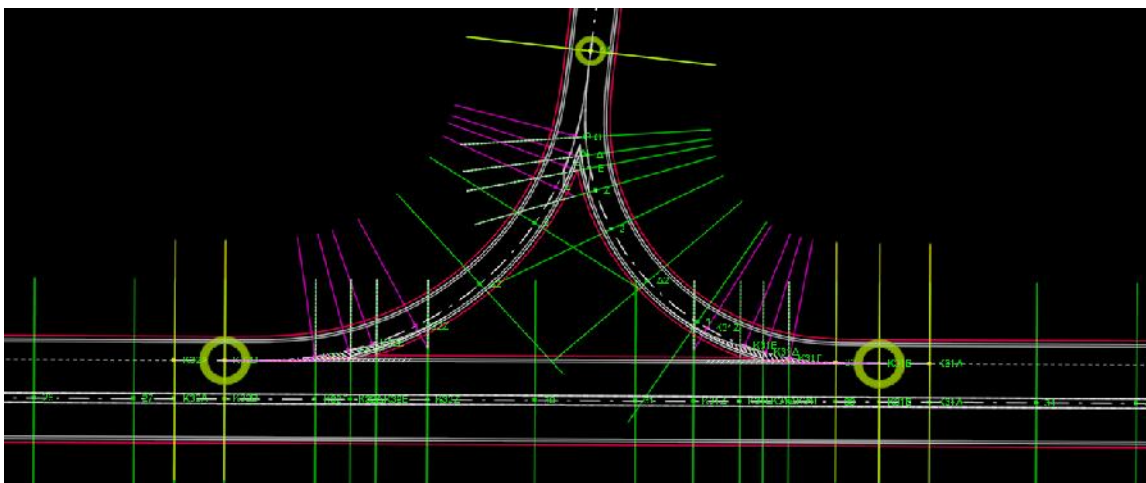
Κάθε βρόχος ή απευθείας κλάδος της παραπάνω δομής μπορεί να τροποποιηθεί είτε με αλλαγή στοιχείων μέσα από ένα παράθυρο διαλόγου είτε γραφικά με απευθείας γραφική μετακίνηση κορυφής ή κορυφών. Ισχύει και εδώ η δυνατότητα αυτόματου και σε πραγματικό χρόνο επανυπολογισμού της δομής του κόμβου μετά από γραφική μετακίνηση οποιουδήποτε από τους δρόμους που συμμετέχουν σ' αυτόν. Έτσι είναι ευκολότερος ο συμβατός με το τοπογραφικό υπόβαθρο σχεδιασμός. Στη διαδικασία της γραφικής μετακίνησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα τα σχεδιαστικά εργαλεία του λογισμικού.

Ο συνδυασμός ενός μερισμού και μιας συμβολής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση του ενός ρεύματος δρόμου με διαχωρισμένο οδόστρωμα με τα δύο ρεύματα ενός άλλου δρόμου με ενιαίο ή διαχωρισμένο οδόστρωμα. Γίνεται αυτόματα η εισαγωγή δύο κλάδων οι οποίοι στη συνέχεια συγχωνεύονται (δύο ρεύματα) σε έναν προϋπάρχοντα ενιαίο δρόμο. Προϋπόθεση είναι η επιλογή των δύο δρόμων, οι οποίοι θα συνδεθούν, ώστε με δεξί κλικ να εμφανιστεί στο αναδυόμενο μενού και η εντολή *Δημιουργία κλάδων σύνδεσης*. Επιλέγοντάς την θα γίνει η εισαγωγή των κλάδων και οι απαραίτητοι υπολογισμοί και θα εμφανιστεί η δομή του Σχήματος 12.



Σχήμα 12: Υλοποίηση κλάδων σύνδεσης

Οι κλάδοι σύνδεσης, που εισάγονται αυτόματα, θα υπολογιστούν με βάση τις εξ ορισμού προδιαγραφές που μπορούν να τροποποιηθούν εκ των προτέρων από το παράθυρο *Προδιαγραφές Μερισμών/Συμβολών* (εξ ορισμού). Η πολυγωνική του κάθε κλάδου ορίζεται με δύο κορυφές στο όριο των διερχομένων λωρίδων του κύριου δρόμου και μια τρίτη σε θέση που υποδεικνύει ο δρόμος στον οποίον ο κλάδος θα συγχωνευτεί. Η μεσαία κορυφή του κλάδου με τη μεγαλύτερη γωνία αλλαγής κατεύθυνσης θα έχει ακτίνα καμπυλότητας την *Ακτίνα εισόδου/εξόδου* και τις παραμέτρους κλωθοειδούς των εξ ορισμού προδιαγραφών. Η μεσαία κορυφή του άλλου κλάδου θα έχει υπολογιζόμενη ακτίνα καμπυλότητας και παράμετρο κλωθοειδούς ώστε να υπάρχει κοινή κατάληξη με τον πρώτο κλάδο στην περιοχή συγχώνευσης. Μετά τον υπολογισμό είναι εύκολη η αυτόματη δημιουργία σύνθετων διατομών σε όλες τις παραπάνω περιοχές (Σχήμα 13).



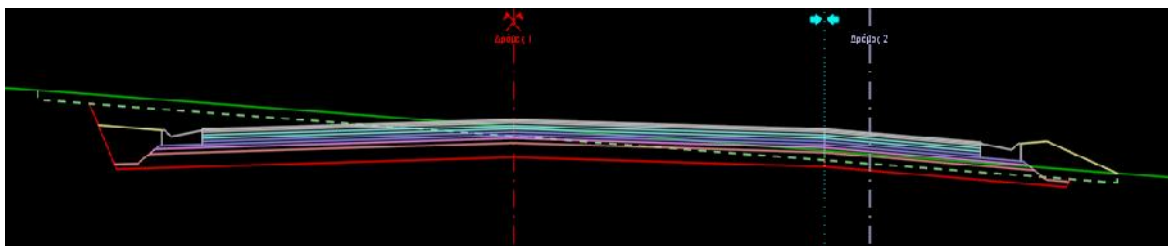
Σχήμα 13: Σύνθετες διατομές σε κλάδους σύνδεσης

Η διαδικασία αυτή γίνεται σε στάδια, επιτρέποντας ενδιάμεσα την παρέμβαση του μελετητή, ώστε και να υπάρχουν όλες οι απαραίτητες διατομές αλλά και να εξαιρούνται κάποιες που είναι πολύ κοντά σε προηγούμενες. Με την ίδια λογική γίνεται η εισαγωγή σύνθετων διατομών σε όλες τις περιοχές μερισμών, συμβολών, βρόχων και απευθείας κλάδων. Είναι δυνατή βέβαια και η εκ των υστέρων εισαγωγή και άλλων πρόσθετων διατομών σε περιοχές που αυτό θα κριθεί απαραίτητο.

Ισχύουν και για την περίπτωση των κλάδων σύνδεσης όσα αναφέρθηκαν για τον υπολογισμό των μερισμών και συμβολών όταν βρίσκονται πάνω σε καμπύλη. Επίσης όλοι οι κλάδοι σύνδεσης, ανεξάρτητα από τον τρόπο εισαγωγής τους, επιδέχονται μεταβολές είτε με αλλαγή παραμέτρων, από τις προδιαγραφές μερισμού ή συμβολής, είτε με γραφικό τρόπο. Η λειτουργία αυτόματου και σε πραγματικό χρόνο επανυπολογισμού της συνολικής δομής μετά από γραφική μετακίνηση ή μεταβολή στοιχείων οποιουδήποτε από τους επιμέρους δρόμους είναι και εδώ διαθέσιμη.

### 3.3 Υπολογισμός ανισόπεδων κόμβων

Όπως σε κάθε διαδικασία του προγράμματος ο υπολογισμός ενός ανισόπεδου κόμβου ακολουθείται από ενημέρωση των απαιτούμενων στοιχείων για την υψομετρική συναρμογή, τη συναρμογή των πλατών και των επικλίσεων. Η υψομετρική συναρμογή μεταξύ των κλάδων, που τον απαρτίζουν, γίνεται με τη χρήση ειδικών εργαλείων. Σε κάθε μερισμό ή συμβολή με τη λειτουργία *Ενημέρωση μηκοτομής κλάδου* δημιουργούνται αυτόματα στο περιβάλλον της αντίστοιχης μηκοτομής σημεία-οδηγοί για την υψομετρική συναρμογή του κλάδου με τον κύριο δρόμο ή κάποιον άλλο κλάδο. Με την παραπάνω διαδικασία σε έναν βρόχο ή έναν απευθείας κλάδο ορίζονται υψομετρικά οι περιοχές αρχής και τέλους της ερυθράς της μηκοτομής. Υπάρχει καθοδήγηση αλλά και ελευθερία κινήσεων του μελετητή για την τελική διαμόρφωση της ερυθράς του κλάδου. Η λειτουργία *Δημιουργία ενιαίας μηκοτομής* σε συνδυασμό με την *Ενημέρωση επιμέρους μηκοτομών* διευκολύνει την υψομετρική συναρμογή των κλάδων σύνδεσης τόσο με τον δρόμο στον οποίο συγχωνεύονται όσο και μεταξύ τους.



Σχήμα 14: Σύνθετη διατομή ανισόπεδου κόμβου

Το τελικό αποτέλεσμα της σωστής υψομετρικής συναρμογής αντικατοπτρίζεται στις σύνθετες διατομές στις μεταβατικές περιοχές των κόμβων. Μετά τον υπολογισμό των διατομών σχεδιάζονται αυτόματα οι οριογραμμές και τα πρανή στην περιοχή του κόμβου ενώ υπάρχουν διάφοροι εναλλακτικοί τρόποι υπολογισμού των ποσοτήτων (Σχήμα 14).

## 4 ΑΝΑΦΟΡΕΣ

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, U.S.A. 2004.

Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS), Teil: Knotenpunkte (RAS-K), Abschnitt 1: Plangleiche Knotenpunkte RAS-K-1, Ausgabe 1988.

Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL), Teil III: Knotenpunkte (RAS-K), Abschnitt 2: Planfreie Knotenpunkte (RAL-K-2), Ausgabe 1976.

ΟΜΟΕ-Χ (2001). Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων. Τεύχος 3: Χαράξεις. ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.