



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ | ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΦΟΡΤΩΝ ΣΤΟ ΟΔΙΚΟ  
ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**



ΤΣΙΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΛΟΥΚΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΚΟΠΕΛΙΑΣ ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΩΝ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, Π.Θ.

ΒΟΛΟΣ 2017

© 2017 Λουκάς Τσιτσογιάννης

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

**Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:**

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Παντελεήμων Κοπελιάς  
(Επιβλέπων) Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Νικόλαος Ηλιού  
Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τμήμα  
Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Λάμπρος Βασιλειάδης  
Μέλος Ε.Δ.Ι.Π., Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστώ θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Παντελεήμων Κοπελιά για τη συνεχή και καθοριστική συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την συμπαράσταση τους σε όλη τη διάρκεια ενασχόλησης μου με τη παρούσα διπλωματική εργασία.

**ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΦΟΡΤΩΝ ΣΤΟ ΟΔΙΚΟ  
ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

Λουκάς Τσιτσογιάννης

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2017

Επιβλέπων Καθηγητής: Παντελεήμων Κοπελιάς, Επίκουρος Καθηγητής,  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας των τελευταίων δεκαετιών δημιούργησε εργαλεία διαχείρισης, ανάλυσης και μελέτης όλων των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Η εισαγωγή στα συστήματα πληροφοριών του όρου της γεωγραφίας προκάλεσε το μεγάλο και σημαντικό βήμα της γέννησης των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ - G.I.S.). Τα ΓΣΠ έχοντας ευρεία εφαρμογή σε ένα πλήθος επιστημονικών αντικειμένων δεν θα μπορούσαν παρά να αποτελέσουν ένα σημαντικότερο παράγοντα στη μελέτη και ανάπτυξη του τομέα των μεταφορών, ανθρώπων και αγαθών.

Οι εφαρμογές των ΓΣΠ στις μεταφορές περιλαμβάνουν την απεικόνιση ή την επίλυση ζητημάτων σε μια σειρά από αντικείμενα όπως ο σχεδιασμός των μεταφορών, η χαρτογράφηση του οδικού δικτύου, της κυκλοφορίας, τα δρομολόγια των Δημόσιων Συγκοινωνιών, τα τροχαία ατυχήματα, την εύρεση σύντομων/εναλλακτικών διαδρομών κ.ά.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η απεικόνιση και χαρτογράφηση κυκλοφοριακών φόρτων στην αστική περιοχή του Βόλου με τη χρήση ΓΣΠ. Για την υλοποίηση αυτής της εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία κυκλοφορίας 2 ετών σε 20 διασταυρώσεις της περιοχής μελέτης. Δημιουργήθηκαν πρωτότυπες βάσεις δεδομένων που βασίστηκαν στα χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας (σύνθεση, ώρες αιχμής και μη αιχμής κ.ά.) και απεικονίστηκαν συγκεντρωτικά αποτελέσματα.

Οι μορφές απεικόνισης με την ύπαρξη της βάσης δεδομένων που δημιουργήθηκε έχει πολλαπλές μορφές οι σημαντικότερες εκ των οποίων παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

Με την ύπαρξη του εργαλείου που δημιουργήθηκε, ο εμπλουτισμός των δεδομένων με νέα στοιχεία κυκλοφορίας στα ίδια ή σε περισσότερα σημεία του οδικού δικτύου δίνει τη δυνατότητα εύκολης και αποτελεσματικής απεικόνισης αλλά και εξαγωγής αντίστοιχων συμπερασμάτων σε σχέση με την κυκλοφοριακή λειτουργία της περιοχής μελέτης.

## Πίνακας περιεχομένων

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....</b>	<b>6</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>10</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....</b>	<b>12</b>
2.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ Γ.Σ.Π. ....	12
2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ Γ.Σ.Π. ....	13
2.3 ΕΙΔΗ Γ.Σ.Π. ....	15
2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ Γ.Σ.Π. ....	17
2.5 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ Γ.Σ.Π. ....	18
2.5.1 ΤΟΜΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ .....	18
2.5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ .....	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....</b>	<b>23</b>
3.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	23
3.2.ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	26
3.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ArcGIS.....	29
3.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ BASEMAP .....	29
3.3.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ SHAPEFILES .....	29
3.3.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ POLYLINES .....	30
3.3.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ATTRIBUTE TABLE .....	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ .....</b>	<b>42</b>
4.1 ΣΤΡΕΦΟΥΣΕΣ ΚΟΜΒΩΝ .....	42
4.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ LINK ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ .....	52
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΑΝΑΠΤΥΞΗ .....</b>	<b>63</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>65</b>
ΞΕΝΗ.....	65
ΕΛΛΗΝΙΚΗ .....	69

## Κατάλογος Πινάκων

**Πίνακας 2.1** Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Ψηφιδωτών μοντέλων

**Πίνακας 2.2** Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Διανυσματικών μοντέλων

**Πίνακας 3.1** Κόμβοι-Μέτρηση Κυκλοφοριακών Φόρτων

**Πίνακας 3.2** Βάση Δεδομένων στο υπολογιστικό φύλλο

**Πίνακας 3.3** Attribute Table 2015\_fortos

**Πίνακας 3.4** Attribute Table 2016\_fortos

**Πίνακας 4.1** Τιμές κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κομβο16 προς Κομβο01

**Πίνακας 4.2** Τιμές κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κομβό01 προς Κόμβο16

**Πίνακας 4.3** Τιμές κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κομβό02 προς Κόμβο14

**Πίνακας 4.4** Τιμές κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κομβό14 προς Κόμβο02

## Κατάλογος Εικόνων

**Εικόνα 2.1** Επίπεδα πληροφορίας-Layers

**Εικόνα 2.2 (α)** Γεωγραφική εμφάνιση στοιχείων (χωρική πληροφορία). **(β)** Η βάση δεδομένων περιέχει την περιγραφική πληροφορία του εκάστοτε γεωγραφικού αντικειμένου

**Εικόνα 2.3** Ψηφιδωτή και Διανυσματική αναπαράσταση ΓΣΠ

**Εικόνα 3.1** Χάρτης Κόμβων

**Εικόνα 3.2** Αρχική μορφοποίηση Polylines (Στρέφουσες), Κόμβος 07 (Γ.Δήμου-Κύπρου)

**Εικόνα 3.3** Μορφοποίηση κόμβου (Κόμβος07 Γ.Δήμου-Κύπρου) με Στρέφουσες και MainLines (είσοδοι-έξοδοι στα κίτρινα ορθογώνια)

**Εικόνα 3.4** Τελική μορφοποίηση ενός πλήρους κόμβου (Κομβος07 Γ.Δήμου-Κύπρου)

**Εικόνα 4.1** Πλήρης Κόμβος του Layer 2015\_fortos (Κόμβος10 Ιωλκού-Αγ.Γεωργίου)



**Εικόνα 4.2** Πλήρης Κόμβος του Layer 2016\_fortos (Κόμβος03 2ας Νοεμβρίου-Παγασών)

**Εικόνα 4.3** Κόμβος του Layer 2015\_fortos (Κόμβος08 Λαρίσης-Μπότσαρη) με κριτήριο την στήλη T\_AIXMI

**Εικόνα 4.4** Κόμβος του Layer 2016\_fortos(Κόμβος13 Παπαδιαμάντη-Γρ.Λαμπράκη) με κριτήριο την στήλη T\_AIXMI

**Εικόνα 4.5** Κόμβος του Layer 2015\_fortos (Κόμβος08 Λαρίσης-Μπότσαρη) με κριτήριο την στήλη T\_EAIXMIS

**Εικόνα 4.6** Κόμβος του Layer 2016\_fortos (Κόμβος13 Παπαδιαμάντη-Γρ.Λαμπράκη) με κριτήριο την στήλη T\_EAIXMIS

**Εικόνα 4.7** Κόμβος του Layer 2015\_fortos (Κόμβος08 Λαρίσης-Μπότσαρη) με κριτήριο την στήλη AIXMI\_IX

**Εικόνα 4.8** Κόμβος του Layer 2016\_fortos (Κόμβος13 Παπαδιαμάντη-Γρ.Λαμπράκη) με κριτήριο την στήλη AIXMI\_IX

**Εικόνα 4.9** Κόμβος του Layer 2015\_fortos (Κόμβος08 Λαρίσης-Μπότσαρη) με κριτήριο την στήλη EAIXMIS\_IX

**Εικόνα 4.10** Κόμβος του Layer 2016\_fortos (Κόμβος13 Παπαδιαμάντη-Γρ.Λαμπράκη) με κριτήριο την στήλη EAIXMIS\_IX

**Εικόνα 4.11** Δημιουργία Link σε ενδιάμεσο σημείο των Κόμβων 01-16

**Εικόνα 4.12** Υπολογισμός κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κόμβο16 προς Κόμβο01

**Εικόνα 4.13** Υπολογισμός κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κόμβο01 προς Κόμβο16

**Εικόνα 4.14** Δημιουργία Link σε ενδιάμεσο σημείο των Κόμβων 02-14

**Εικόνα 4.15** Υπολογισμός κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κόμβο02 προς Κόμβο14

**Εικόνα 4.16** Υπολογισμός κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κόμβο14 προς Κόμβο02

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι εφαρμογές-προγράμματα που βασίζονται στον Η/Υ (computer based) και σχετίζονται με τον τομέα των μεταφορών αναπτύσσονται με ραγδαίους ρυθμούς τις τελευταίες δεκαετίες. Ωστόσο, οι πληροφορίες για τις μεταφορές, συχνά δεν ήταν προσβάσιμες από το μέσο χρήστη-πολίτη, καθώς επίσης και η ενσωμάτωση δεδομένων από διαφορετικές πηγές είναι μια πρόκληση που οι ερευνητές καλούνται να αντιμετωπίσουν.

Η τεχνολογία και οι δυνατότητες των ΓΣΠ μπορούν να αποτελέσουν το πλαίσιο για ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα ενός κυκλοφοριακού δικτύου (μιας πόλης, ενός δήμου κ.λπ.). Τα ΓΣΠ είναι εφικτό να προσφέρουν μια αποτελεσματική ενσωμάτωση της γεωμετρίας των δρόμων, των τροχαίων ατυχημάτων, του κυκλοφοριακού φόρτου, των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος, και άλλων δεδομένων που κρίνονται απαραίτητα για τον προγραμματισμό, το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη συντήρηση, τη διαχείριση και τη λειτουργία των συστημάτων μεταφοράς. Όλο και περισσότερο, προκύπτουν απαιτήσεις για συσχέτισμό των δεδομένων που συλλέγονται από διαφορετικούς φορείς και σχετίζονται με την ίδια τοποθεσία (π.χ. συσχέτισμός των τροχαίων ατυχημάτων με την γεωμετρία σε συγκεκριμένη περιοχή του οδικού δικτύου). Η εισαγωγή των συλλεγόμενων δεδομένων στα προγράμματα ΓΣΠ πραγματοποιείται με την χρήση χωρικών αντικείμενων (σημεία, γραμμές και πολύγωνα) πραγματοποιώντας την διαχείριση, ανάλυση και συσχέτισμό τους απλούστερα και σαφέστερα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία ενός συστήματος ΓΣΠ, το οποίο κρίνεται κατάλληλο για καταγραφή, οργάνωση και επεξεργασία του κυκλοφοριακού φόρτου του Δήμου Βόλου. Έχοντας ένα τέτοιο υπόβαθρο-μοντέλο διαθέσιμο, είναι εφικτός ο περαιτέρω εμπλουτισμός του με δεδομένα πιθανών μελλοντικών μετρήσεων, δίνοντας την δυνατότητα για ακριβέστερη επεξεργασία και μελέτη του κυκλοφοριακού φόρτου του συγκεκριμένου Δήμου.

Η δομή της εργασίας είναι ως εξής:

Το πρώτο κεφάλαιο είναι η εισαγωγή και η περιγραφή του περιεχομένου της εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει την βιβλιογραφία που συλλέχτηκε από ελληνικές και διεθνείς πηγές και αφορά το αντικείμενο των Γεωγραφικών

Συστημάτων Πληροφοριών γενικά αλλά και ειδικότερα στον τομέα των μεταφορών.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την δημιουργία του κατάλληλου συστήματος ΓΣΠ για τον κυκλοφοριακό φόρτο του Δήμου Βόλου σε 20 κόμβους. Παρουσιάζονται αναλυτικά, όλες οι επιλογές που έγιναν και τα βήματα που ακολουθηθήκαν, από την εισαγωγή-επεξεργασία των δεδομένων αρχικά στο υπολογιστικό φύλλο έως τη δημιουργία των βάσεων δεδομένων στο λογισμικό των ΓΣΠ και την διαδικασία απεικόνισης διαφορετικών κυκλοφοριακών στοιχείων σε χάρτες.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας με την εμφάνιση επιλεγέντων χαρτών (διαφόρων κριτήριων).

Στο πέμπτο κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις για την περαιτέρω ανάπτυξη της εφαρμογής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ Γ.Σ.Π.

Η αιτία δημιουργίας των ΓΣΠ σύμφωνα με τον Χαλκιά (2006) ήταν η ανάγκη του ανθρώπου για συστηματική καταγραφή και ταξινόμηση των ιδιαίτερων στοιχείων της γήινης επιφάνειας, καθώς και η αναγκαιότητα διάθεσης ειδικών πληροφοριών που αφορούσαν στη γήινη επιφάνεια. Αυτές οι αιτίες οδήγησαν στην κατασκευή των πρώτων χαρτών, που απετέλεσαν την πρόδρομη μορφή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Τα ΓΣΠ (Tomblin, 1990. Rhind, 1993) είναι μια σύγχρονη επέκταση της παραδοσιακής χαρτογραφίας με μια θεμελιώδη ομοιότητα και δύο ουσιώδεις διαφορές. Η ομοιότητα έγκειται στο γεγονός ότι τόσο οι χάρτες όσο και τα ΓΣΠ αποτελούνται από ένα χάρτη βάσης (Basemap) στον οποίο μπορούν να προστεθούν επιπλέον στοιχεία. Οι διαφορές είναι ότι δεν υπάρχει όριο στον αριθμό των πρόσθετων στοιχείων που μπορούν να προστεθούν σε ένα χάρτη και, δεύτερον ότι χρησιμοποιούν ανάλυση και στατιστικά δεδομένα για να παρουσιάσουν τα απεικονιζόμενα στοιχεία.

Όπως αναφέρουν μελέτες (π.χ. Foresman, 1998. Coppock κα, 1991) υπήρξαν τέσσερις διακριτές φάσεις στην ανάπτυξη των ΓΣΠ. Η πρώτη φάση, από τις αρχές της δεκαετίας του 1960 μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1970, όταν αρχιτέκτονες και σχεδιαστές στην Αμερική προσπάθησαν να διαμορφώσουν την κατεύθυνση της μελλοντικής έρευνας και ανάπτυξης, αντιλαμβανόμενοι την δυνατότητα για συνδυασμό και η ενοποίηση των δεδομένων, που προέκυπταν από διαφορετικές έρευνες. Η δεύτερη φάση, από τα μέσα του 1970 έως τις αρχές της δεκαετίας του 1980 αφορούσε την υιοθέτηση των τεχνολογιών αυτών από τους εθνικούς οργανισμούς που οδήγησε σε μια εστίαση στην ανάπτυξη των βέλτιστων πρακτικών. Η τρίτη φάση, από το 1982 μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1980 είδε την ανάπτυξη και εκμετάλλευση της εμπορικής αγοράς γύρω από τα ΓΣΠ, ενώ στην τελική φάση από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 μέχρι σήμερα υπήρξε μια εστίαση σχετικά με τους τρόπους για τη βελτίωση της χρηστικότητας της τεχνολογίας, με εφαρμογές που αφορούσαν κυρίως τον χρήστη (τα προγράμματα ΓΣΠ να είναι προσιτά και διαχειρίσιμα από τον καθένα).

Η εξέλιξη των ΓΣΠ (Στεφανάκης, 2003. Μανιάτης, 1996) ήταν αποτέλεσμα διαφόρων τεχνολογιών και επιστημών, όπως: οι βάσεις δεδομένων (Databases), η χαρτογράφηση με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή (computer mapping), η τηλεπισκόπηση, ο προγραμματισμός, η γεωγραφία, τα

μαθηματικά, ο σχεδιασμός με την βοήθεια υπολογιστή και η επιστήμη των υπολογιστών γενικότερα, όλα έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των ΓΣΠ. Σήμερα, υπάρχουν στην αγορά ποικίλα λογισμικά, διαφορετικών εταιρειών, όμως όλα λειτουργούν βασισμένα στις ίδιες αρχές, έχουν παρεμφερή δυνατότητες και τηρούν συγκεκριμένα πρότυπα.

## 2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ Γ.Σ.Π.

Ένα ΓΣΠ (Κουτσόπουλος, 2002. Βαϊόπουλος κα, 2002) είναι μία οργανωμένη συλλογή εξοπλισμού, λογισμικού και γεωγραφικών δεδομένων, σχεδιασμένη έτσι ώστε να συγκεντρώνει, αποθηκεύει, ενημερώνει, επεξεργάζεται, αναλύει και παρουσιάζει όλους τους τύπους γεωγραφικών πληροφοριών. Είναι συνδυασμός ενός Computer Aided Design συστήματος (CAD) και ψηφιακής χαρτογραφίας ενοποιημένης με βάση δεδομένων (Data Base).

Γενικά, ένα ΓΣΠ συμπεριλαμβάνει τους όρους (Μανιάτης, 1996):

- Γεωγραφία: τόσο η χρήση του ΓΣΠ, όσο και τα δεδομένα που διαχειρίζεται, έχουν άμεση σύνδεση με τη γεωγραφία και συνδέονται μέσω κάποιου συστήματος συντεταγμένων με συγκεκριμένες θέσεις στη γη.
- Σύστημα: αποτελεί ένα περιβάλλον εργασίας μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να διαχειρίζεται, να αναλύει και να παρουσιάζει τα περιγραφικά και τα γεωγραφικά δεδομένα.
- Πληροφορία: το σύστημα αποτελεί ένα λογισμικό διαχείρισης γεωγραφικών και περιγραφικών πληροφοριών.

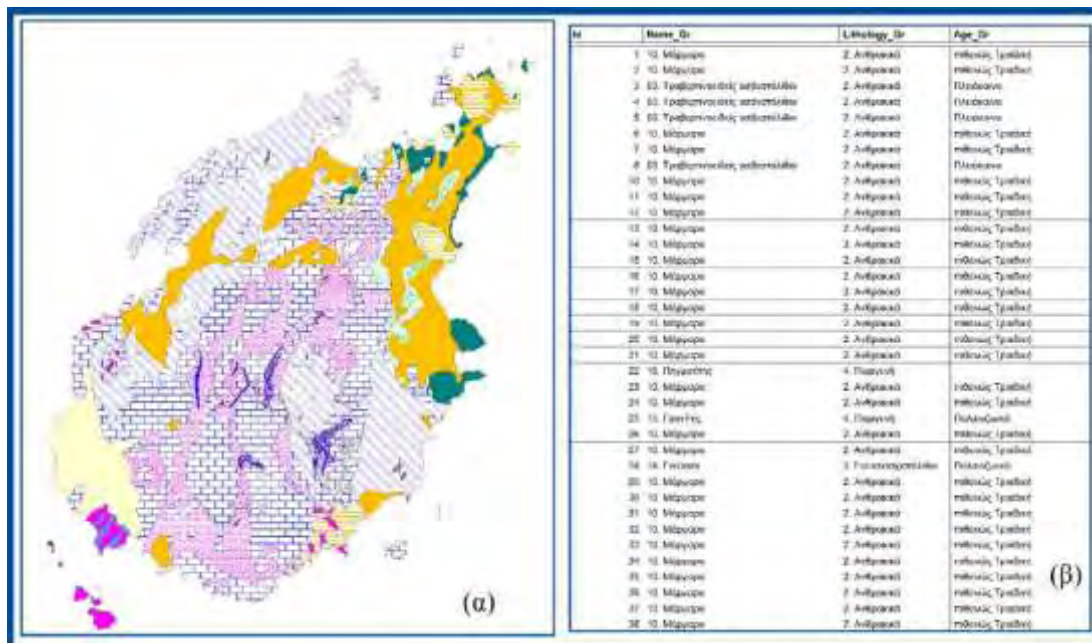
Σε ένα ΓΣΠ (Ευελπίδου και Αντωνίου, 2015. Chrisman, 2003) τα στοιχεία απεικονίζονται μέσω επιπέδων πληροφορίας (layers), "στρώματα" που περικλείουν διαφορετικά είδη πληροφορίας τα οποία καθορίζονται από τον χρήστη. Σε ένα επίπεδο πληροφορίας (layer) είναι δυνατόν να αναπαρασταθούν όλα τα είδη των αντικειμένων: σημεία, γραμμές και επιφάνειες. Η τοποθέτηση των επιπέδων πληροφορίας πραγματοποιείται με κατάλληλο τρόπο, το ένα κάτω από το άλλο, ώστε να είναι ορατό το σύνολο των στοιχείων των επιμέρους επιπέδων πληροφορίας (τα πιο φορτωμένα με γραφικά δεδομένα να μην καλύπτουν εκείνα με τα λιγότερα γραφικά δεδομένα). Στην πιο συνήθη τοποθέτηση, πάνω-πάνω βρίσκονται τα σημειακά επίπεδα πληροφορίας (π.χ. επίκεντρα σεισμών, πόλεις, ιστορικές τοποθεσίες), από κάτω τα γραμμικά (π.χ. συγκοινωνιακό δίκτυο, ποτάμια,

ρήγματα) και τέλος τα επιφανειακά (π.χ. νομοί, περιφέρειες). Αν υπάρχουν παραπάνω από ένα επιφανειακά επίπεδα πληροφορίας, τότε τίθεται ως κατώτερο εκείνο με τις μεγαλύτερες επιφάνειες) (**Εικόνα 2.1**).



**Εικόνα 2.1** Επίπεδα πληροφορίας-Layers (Πηγή: Marathon Data Systems, ArcGIS I – Εισαγωγή στο ArcGIS)

Τα ΓΣΠ (Ευελπίδου και Αντωνίου, 2015) συγκροτούνται από δυο επιμέρους τμήματα. Το πρώτο τμήμα αναφέρεται στη γεωγραφική αναπαράσταση (χωρικές πληροφορίες) των στοιχείων με μορφή χαρτών και διαχειρίζεται το σύνολο της γεωγραφικής αναζήτησης και ανάλυσης (Εικόνα 2.2α). Το δεύτερο τμήμα αναφέρεται στη βάση δεδομένων, στην οποία είναι αποθηκευμένη η περιγραφική πληροφορία του κάθε γεωγραφικού στοιχείου. Η βάση δεδομένων είναι ουσιαστικά ένας πίνακας, όπου η κάθε στήλη (πεδίο) αφορά ένα διαφορετικό είδος πληροφορίας (π.χ. όνομα, ημέρα εβδομάδος, ώρα, πληθυσμός) και η κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε διαφορετική οντότητα του χάρτη (Εικόνα 2.2β). Τα δυο αυτά τμήματα είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Κάθε γραμμή στη βάση δεδομένων αντιστοιχεί σε μια οντότητα του χάρτη και το κάθε αντικείμενο του χάρτη αντιστοιχεί σε μια γραμμή στη βάση δεδομένων. Αν διαγραφεί-αφαιρεθεί ένα αντικείμενο από τον χάρτη, αυτόματα θα διαγραφεί-αφαιρεθεί η αντίστοιχη γραμμή από τη βάση δεδομένων και αντίστροφα.



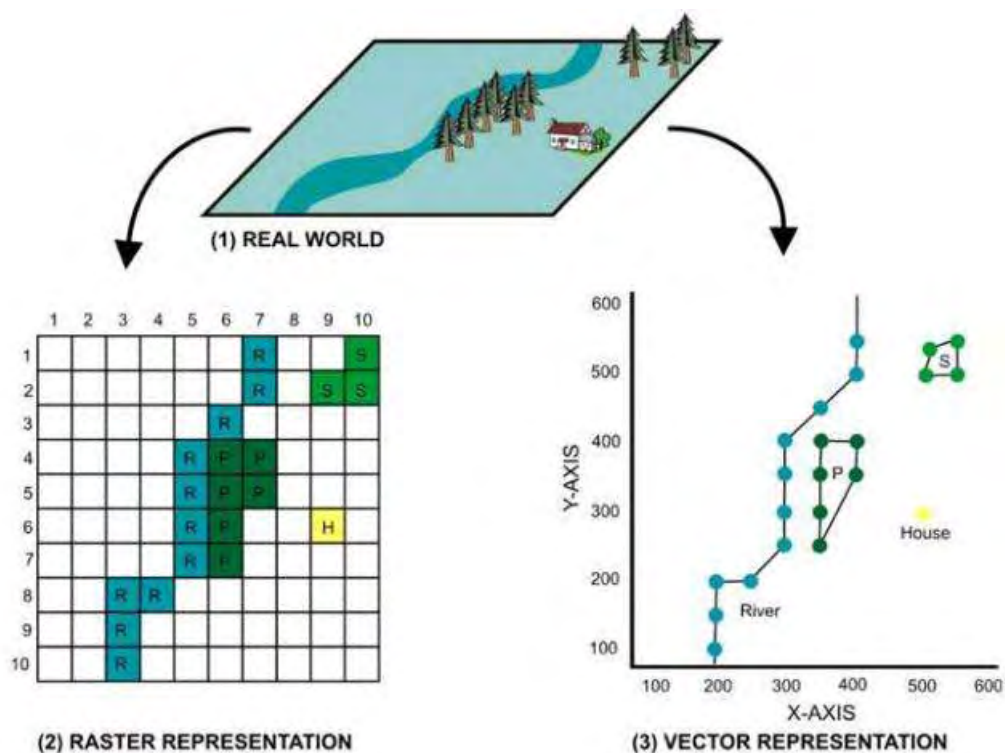
**Εικόνα 2.2 (α)** Γεωγραφική εμφάνιση στοιχείων (χωρική πληροφορία). **(β)** Η βάση δεδομένων περιέχει την περιγραφική πληροφορία του εκάστοτε γεωγραφικού αντικειμένου (Πηγή: Ευελπίδου και Αντωνίου, 2015).

### 2.3 ΕΙΔΗ Γ.Σ.Π.

Είναι γνωστό ότι υπάρχουν δύο είδη ΓΣΠ (π.χ. Piwowar et al., 1990. Van der Knaap, 1992) ανάλογα με τον τρόπο απεικόνισης των γεωγραφικών αντικειμένων:

1. τα **ψηφιδωτά ή raster** στα οποία η απεικόνιση πραγματοποιείται μέσω εικονοστοιχείων (pixels), οι δορυφορικές εικόνες, αεροφωτογραφίες κ.λπ. αναλύονται σε ψηφίδες-τετράγωνα τα οποία εμπεριέχουν κάποιο είδος πληροφορίας
2. τα **διανυσματικά ή vector** στα οποία η απεικόνιση πραγματοποιείται μέσω ψηφιοποίησης των γεωγραφικών αντικειμένων με σημεία, γραμμές και πολύγωνα.

Τα πλεονεκτήματα κα μειονεκτήματά τους παρουσιάζονται στους πίνακες 2.1. και 2.2.



**Εικόνα 2.3** Ψηφιδωτή και Διανυσματική αναπαράσταση ΓΣΠ (Πηγή: <https://sqlserverrider.wordpress.com/tag/raster-graphics/>)

**Πίνακας 2.1** Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα **Ψηφιδωτών** μοντέλων (Πηγή: Ευελπίδου και Αντωνίου, 2015)

<u>Πλεονεκτήματα</u>	<u>Μειονεκτήματα</u>
Απλή δομή δεδομένων.	Μεγάλες απαιτήσεις αποθηκευτικού χώρου και μνήμης.
Συμβατά με δεδομένα τηλεπισκόπησης ή σάρωσης (scanned).	Η ποιότητα της οπτικοποίησης εξαρτάται άμεσα από το μέγεθος της ψηφίδας (pixel).
Υπεροχή στη χωρική ανάλυση και μοντελοποίηση ιδιαίτερα σε μέση και μικρή κλίμακα.	Οι μετατροπές από ένα προβολικό σύστημα σε άλλο είναι δύσκολες
	Είναι δυσκολότερη η ανάπτυξη της τοπολογίας.



**Πίνακας 2.2** Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα **Διανυσματικών** μοντέλων  
(Πηγή: Ευελπίδου και Αντωνίου, 2015)

<u>Πλεονεκτήματα</u>	<u>Μειονεκτήματα</u>
Μικρότερες απαιτήσεις αποθηκευτικού χώρου.	Περίπλοκη δομή δεδομένων και αλγορίθμων.
Εύκολη ανάπτυξη τοπολογίας.	Μη συμβατή μορφή με τηλεσκοπικά δεδομένα.
Πολύ υψηλή ανάλυση	Ακριβά προγράμματα επεξεργασίας και ακριβός εξοπλισμός.
Η οπτικοποίηση των δεδομένων είναι πλησιέστερη στην πραγματική κατάσταση.	Σε μερικές περιπτώσεις η χωρική ανάλυση είναι δυσκολότερη.
	Η χρήση επικαλυπτόμενων διανυσματικών χαρτών είναι δυσκολότερη στην επεξεργασία.

## **2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ Γ.Σ.Π.**

Τα ΓΣΠ παρουσιάζουν διάφορα πλεονεκτήματα. Τα σημαντικότερα είναι τα εξής (Καρτέρης, 1994. Κουτσόπουλος, 2002. Obermeyer, 1999):

- Τα δεδομένα διατηρούνται σε ψηφιακή μορφή καταλαμβάνοντας μικρό χώρο (π.χ. δισκέτες, μαγνητικές ταινίες (tapes), σκληροί δίσκοι (Hard Disks), CD-ROM, DVD-ROM, κ.λπ.).
- Η διατήρηση και ανάληψη των στοιχείων γίνεται σε πολύ μικρότερο κόστος ανά μονάδα στοιχείων.
- Η ανάληψη των στοιχείων είναι σημαντικά γρηγορότερη.
- Διαφορετικά προγράμματα Η/Υ επιτρέπουν μια μεγάλη ποικιλία επεξεργασίας των στοιχείων.
- Χωρικά και μη – χωρικά, γραφικά και μη – γραφικά χαρακτηριστικά, μπορούν να επεξεργαστούν ταυτόχρονα και σε συσχέτιση το ένα με το άλλο.
- Πολλαπλοί και γρήγοροι έλεγχοι για τη «Γεωγραφία / Φυσιογνωμία» μιας περιοχής, μπορούν να γίνουν με τη χρήση διαφόρων μοντέλων.

- Ανάλυση διαχρονικών αλλαγών μπορεί να γίνει χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.
- Μπορούν να προσαρμοστούν σε αλληλεπιδρόμενα γραφικά συστήματα, που διευκολύνουν την ανάλυση.
- Οι περισσότερες αναλύσεις είναι οικονομικότερες και αποδοτικότερες από τις κλασικές «χειροποίητες» προσεγγίσεις.
- Μπορούν να γίνουν αναλύσεις που είναι σχεδόν αδύνατες να γίνουν με το χέρι (π.χ. ψηφιακά ανάλυση εδάφους).
- Δημιουργούν συνθήκες για μια ολοκληρωμένη διαδικασία, όπου η συλλογή στοιχείων, η ανάλυση και η διαδικασία αποφάσεων αποτελούν μια συνεχή ροή.
- Τέλος, τα ΓΣΠ διαθέτουν το πλεονέκτημα της γεωγραφικής ένταξης των πληροφοριών, μέσω της αποτύπωσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και αποθήκευσης διαφορετικών επιπέδων πληροφοριών και δημιουργίας ηλεκτρονικών θεματικών χαρτών.

## 2.5 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ Γ.Σ.Π.

### 2.5.1 ΤΟΜΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Ορισμένα πεδία στα οποία τα ΓΣΠ μπορούν να συντελέσουν ως εργαλεία χωρικής ανάλυσης και σχεδιασμού είναι τα παρακάτω:

- ο στη **Χαρτογράφηση**: η χαρτογράφηση (Jones, 2014. Σιδηρόπουλος, 2003. Jason et al., 2016. Vetter and Gartner, 2016) κτιρίων, εγκαταστάσεων, δικτύων, περιοχών κλπ. Η χαρτογράφηση σήμερα είναι προσβάσιμη και με ελεύθερα εργαλεία στο διαδίκτυο όπως Google Maps, Bing Maps κ.ά.
- ο στον **Αστικό/Περιφερειακό Σχεδιασμό (Πολοδομία)**: η τεχνολογία ΓΣΠ (π.χ. Ottens, 1990. Kossari and Kunze ,2016)
- ο στον **Αγροτικό Τομέα**: τα ΓΣΠ (π.χ. Cruciani et al., 2016).
- ο στη **Γεωλογία**: Όπως αναφέρουν μελέτες (Ζερβάκου κ.ά., 2004. Lisle et al.,2011) γεωλόγοι κάνουν χρήση των ΓΣΠ σε διάφορες εφαρμογές. Τα ΓΣΠ χρησιμοποιούνται για τη μελέτη γεωλογικών χαρακτηριστικών, την ανάλυση των εδαφών και των στρωμάτων της γης, αξιολογούν σεισμικές πληροφορίες, κλπ
- ο στον **Τουρισμό**: Τα ΓΣΠ (Farsari and Prastacos, 2002. Bahaire and Elliott-White, 1999)
- ο στη **Δασοκομία** και τη διαχείριση των δασικών εκτάσεων (Warnecke et al., 2002. Wing and Bettinger, 2004)
- ο στις **Επιχειρήσεις**: Τα ΓΣΠ (Οικονόμου και Γεωργόπουλος, 2004)

- ο στη **Δημόσια Υγεία και επιδημιολογία**: Τα ΓΣΠ (Lumpkin, 2003. Shoultz, 2015. Analitis et al., 2006. Yasnoff and Miller, 2014)
- ο στον **τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**(Resch et al., 2014. Wang et al., 2014)
- ο στην **διαχείριση των Φυσικών Καταστροφών**(Dimova, 2010. Cova, 1999)

## 2.5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Ο κλάδος των ΓΣΠ που εφαρμόζεται σε θέματα μεταφορών, χαρακτηρίζεται συνήθως ως G.I.S.-T (Geographic Information Systems for Transportation) και είναι ένας από τους πρωτοποριακούς τομείς των ΓΣΠ εφαρμογών. Ο όρος G.I.S.-T αναφέρεται στις αρχές και τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν οι τεχνολογίες γεωγραφικών πληροφοριών στην επίλυση προβλημάτων μεταφοράς (Thill, 2000. Black, 2003. Miller, 1999. Goodchild, 2000. Chen et al., 2011).

Τα τέσσερα βασικά συστατικά ενός ΓΣΠ, η κωδικοποίηση (encoding), η διαχείριση (management), η ανάλυση (analysis) και η απεικόνιση των αποτελεσμάτων, έχουν συγκεκριμένες εφαρμογές στον τομέα των μεταφορών (Teodorovic and Janic, 2017. Rodrigue, et al., 2013. Dueker and Butler, 2000).

- *Η Κωδικοποίηση.* Ασχολείται με θέματα που αφορούν την αναπαράσταση ενός συστήματος μεταφορών και τις χωρικές συνιστώσες του. Για να είναι χρήσιμη η κωδικοποίηση σε ένα ΓΣΠ, ένα δίκτυο μεταφορών πρέπει να κωδικοποιηθεί σωστά, πράγμα που συνεπάγεται μια λειτουργική αναπαράσταση που αποτελείται από κόμβους (nodes) και συνδέσμους (links). Άλλα στοιχεία που σχετίζονται με τη μεταφορά, και συγκεκριμένα ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα, θα πρέπει επίσης να κωδικοποιούνται και να συνδέονται με τα αντίστοιχα χωρικά στοιχεία τους. Για παράδειγμα, ένα κωδικοποιημένο τμήμα του δρόμου μπορεί να περιλαμβάνει τα δεδομένα που σχετίζονται με το πλάτος του, τον αριθμό των λωρίδων, την κατεύθυνση του, την κυκλοφορία την ώρα αιχμής κ.λπ.
- *Η Διαχείριση.* Οι κωδικοποιημένες πληροφορίες είναι συχνά αποθηκευμένες σε μια βάση δεδομένων και μπορούν να οργανωθούν με χωρικά (την περιοχή, τη χώρα, κ.λπ.), θεματικά (εθνική οδός, σιδηροδρομικές γραμμές, τερματικούς σταθμούς, κλπ) ή χρονικά (το έτος, το μήνα, την εβδομάδα, κλπ) κριτήρια. Είναι σημαντικό, να σχεδιαστεί μια βάση δεδομένων ΓΣΠ που οργανώνει-διαχειρίζεται τον

μεγάλο όγκο των ετερογενών δεδομένων, έτσι ώστε τα δεδομένα να είναι εύκολα προσβάσιμα και να μπορούν να καλυφτούν οι διάφορες ανάγκες των μεταφορών.

- *Η Ανάλυση.* Αναφέρεται στο ευρύ φάσμα των μεθοδολογιών και εργαλείων που διατίθενται για θέματα μεταφορών. Μπορεί να κυμαίνεται από ένα απλό ερώτημα πάνω σε ένα στοιχείο ενός συστήματος μεταφοράς (π.χ. ποια είναι η ώρα αιχμής της κυκλοφορίας ενός δρόμου;) μέχρι ένα σύνθετο μοντέλο που διερευνά τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων (π.χ. αν προστεθεί ένα νέο οδικό τμήμα, ποιες θα είναι οι επιπτώσεις στην κυκλοφορία και ποιες οι μελλοντικές εξελίξεις στην χρήση της γης;).
- *Η Απεικόνιση των αποτελεσμάτων.* Τα ΓΣΠ δεν θα ήταν πλήρη χωρίς την οπτικοποίηση και την εξαγωγή αποτελεσμάτων για τα χωρικά και περιγραφικά δεδομένα που έχουν εισαχτεί στο πρόγραμμα. Αυτό το στοιχείο είναι ιδιαίτερα σημαντικό, δεδομένου ότι προσφέρουν διαδραστικά εργαλεία για να μεταδώσουν πολύπλοκες πληροφορίες σε μια οπτική μορφή (απεικόνιση στην οθόνη ενός Η/Υ ή εκτυπωμένοι χάρτες). Τα G.I.S.-T γίνονται έτσι ένα χρήσιμο εργαλείο για να ενημερώνουν τους ανθρώπους, με προσιτές και κατανοητές απεικονίσεις, για τα κρυμμένα μοτίβα και τους συσχετισμούς ανάμεσα στα σύνολα δεδομένων (π.χ. τον πιθανό συσχετισμό μεταξύ των τροχαίων ατυχημάτων και της γεωμετρίας της εθνικής οδού, της κατάστασης των πεζοδρομίων, της ασφάλτου κ.ά.).

Γενικά τα ΓΣΠ έχουν εφαρμογή σε αεροδρόμια-αεροπορικές μεταφορές, σε λιμάνια-θαλάσσιες μεταφορές (Wright and Yoon, 2007. Pepper, 2016. Moutinho, 2016), σε σιδηρόδρομους (Miller, 2016), σε δρόμους-οδική κυκλοφορία και στα μέσα μαζικής μεταφοράς-δημόσια συγκοινωνία. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής ΓΣΠ προγραμμάτων στον κλάδο των μεταφορών:

- Στον **Σχεδιασμό των Μεταφορών**: τα ΓΣΠ (Alterkawi, 2001. Allison and Dueker, 2001. Dennis, 2016) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση των προβλημάτων μεταφορών. Αν το τμήμα μεταφοράς προγραμματίζει μια νέα σιδηροδρομική ή οδική διαδρομή, τότε αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την προσθήκη των περιβαλλοντικών και τοπογραφικών δεδομένων στην πλατφόρμα ΓΣΠ. Αυτή εύκολα θα εμφανίσει την καλύτερη διαδρομή με βάση κάποια κριτήρια όπως η

πιο επίπεδη διαδρομή, η μικρότερη ζημία στο φυσικό περιβάλλον και η ελάχιστη διαταραχή του τοπικού πληθυσμού. Τα ΓΣΠ μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην παρακολούθηση των σιδηροδρομικών συστημάτων και των οδικών συνθηκών.

- Στην **Μελέτη και Αντιμετώπιση των Τροχαίων Ατυχημάτων και Συμβάντων**: Τα ΓΣΠ (π.χ. Prasannakumar et al., 2011) μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την χωροχρονική ομαδοποίηση των τροχαίων ατυχημάτων προκειμένου να εντοπιστούν οι περιοχές στις οποίες λαμβάνουν χώρα τα περισσότερα ατυχήματα και υπάρχει αυξημένη κυκλοφοριακή συμφόρηση έτσι ώστε να ληφθούν μέτρα για την ενίσχυση των κυκλοφοριακών υποδομών. Η χαρτογράφηση των τροχαίων ατυχημάτων (Huang and Pan, 2007) αποσκοπεί στον εντοπισμό περιοχών που παρουσιάζουν αυξημένη πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων, γνωστές και ως θερμά σημεία και η όσο τον δυνατό άμεση αντιμετώπισή τους όταν αυτά συμβαίνουν.
- Στην **Εύρεση Συντομότερης Διαδρομής**: Μια από τις συνηθέστερες εφαρμογές των ΓΣΠ είναι η εύρεση της συντομότερης διαδρομής, (π.χ. Abousaeidi et al., 2015) που με τα ανοιχτά εργαλεία του διαδικτύου είναι πλέον προσβάσιμη διαδικασία από τον κάθε πολίτη.
- Στα **Μέσα Μαζικής Μεταφοράς**: Τα ΓΣΠ (Teodorovic and Janic, 2016. Murray, 2001. Hess, 2009. Currie, 2010. Pogodzinski, 2016) μπορούν να αξιοποιηθούν στον κλάδο των Δημόσιων Συγκοινωνιών (λεωφορεία, τραμ, μετρό κ.λπ.) παρέχοντας υπηρεσίες μελέτης, ανάλυσης και διαχείρισης τόσο στο στάδιο του σχεδιασμού όσο και σε εκείνο της λειτουργίας των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς προτείνοντας πιθανές τεχνικές βελτίωσης των παρεχόμενων υπηρεσιών.
- Στην **Ναυσιπλοΐα**: Τα ΓΣΠ (Sigua and Agular, 2003. Wang and Corbett, 2005. Ou and Zhu, 2008. Claramunt et al., 2007. Petit et al., 2006) μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα της ναυσιπλοΐας προσφέροντας δυνατότητες διαχείρισης της θαλάσσιας κυκλοφορίας, εντοπισμού σκαφών-πλοίων και εκτίμησης των αποβαλλόμενων ρύπων. Χρησιμοποιούνται επίσης για την καταγραφή θαλάσσιων ατυχημάτων και των κύριων αιτιών αυτών σε κατάλληλες βάσεις δεδομένων.
- Στους **Αεροδρόμια και τις Αερομεταφορές**: Τα ΓΣΠ (Knuutila and Kolehmainen, 2016. Avinor, 2016. Withnell, 2016) χρησιμοποιούνται επιτυχώς τόσο στην διαχείριση των τεράστιων όγκων δεδομένων που αφορούν τα αεροδρόμια (πτήσεις-δρομολόγια, επιβατικό κοινό, προσωπικό κ.λπ.) όσο και στην παροχή μεγίστης ασφάλειας των επιβατών, των εργαζομένων και των αεροσκαφών προσφέροντας

δυνατότητες παρακολούθησης της συνολικής περιοχής ή κάποιων υποπεριοχών του αεροδρομίου.

- Στην **Οδική Κυκλοφορία**: τα ΓΣΠ (Leduc, 2008. Wilkie et al., 2012. Kisreti, 2016. Cid, 2016. Kools, 2016) μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για τη διαχείριση των προβλημάτων της κυκλοφορίας. Με τη δημιουργία μιας εκτεταμένης βάσης δεδομένων που έχει όλες τις πληροφορίες κυκλοφορίας, όπως τα δεδομένα ταχύτητας, την γεωμετρία των δρόμων, την ροή της κυκλοφορίας και των άλλων χωρικών δεδομένων και την επεξεργασία αυτών των πληροφοριών, τα ΓΣΠ είναι εφικτό να αποδώσουν γραφικά την ευρύτερη εικόνα για τη διαχείριση της κυκλοφορίας. Παράδειγμα αποτελεί η καταγραφή του κυκλοφοριακού φόρτου του Δήμου Βόλου, το οποίο είναι αντικείμενο μελέτης του Κεφαλαίου 3.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

### **3.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την αποτύπωση των κυκλοφοριακών δεδομένων του Δήμου Βόλου καθώς επίσης και την δημιουργία ενός υπόβαθρου πάνω στο οποίο να είναι εφικτή η περαιτέρω εισαγωγή δεδομένων από νέες μελλοντικές μετρήσεις.

Έχοντας ως σκοπό λοιπόν την δημιουργία αυτού του υπόβαθρου ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι δυνατόν να αποτυπωθεί είτε

- α) σε επίπεδο κόμβου είτε
- β) σε επίπεδο άξονα

Σε πρώτο στάδιο συλλέχθηκαν, προς μελέτη και επεξεργασία, κυκλοφοριακοί φόρτοι που καταγράφηκαν στο πλαίσιο εργασιών του Μαθήματος Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και οι οποίες αφορούσαν μετρήσεις, σε κόμβους του Δήμου Βόλου. Οι μετρήσεις ήταν ωριαίες και εκτός του συνολικού αριθμού οχημάτων αφορούσαν και τη σύνθεση της κυκλοφορίας.

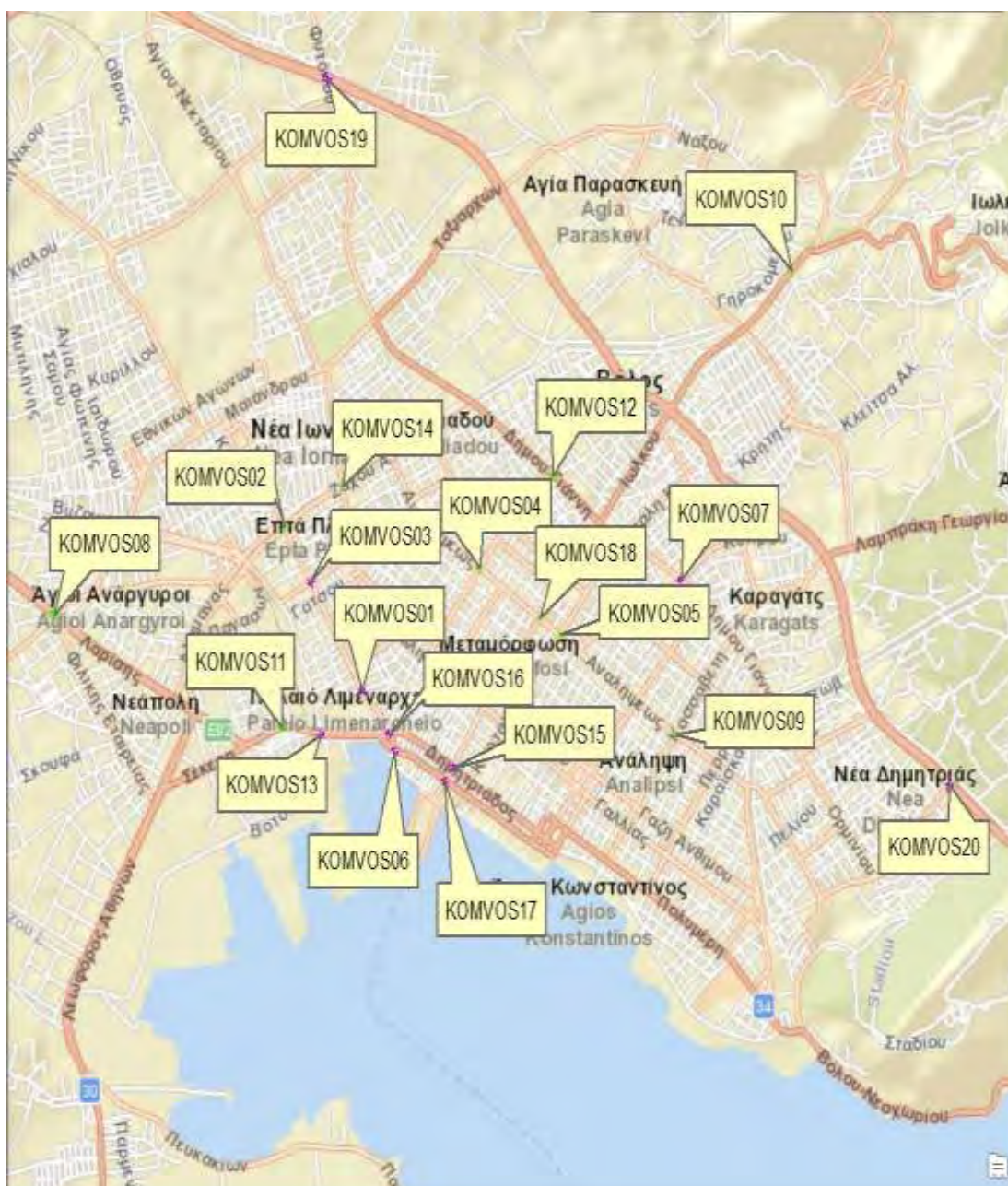
Οι μετρήσεις είχαν πραγματοποιηθεί για 2 ώρες η κάθε μια, έχοντας ως κριτήριο ότι η μία μέτρηση θα πρέπει να αφορά ώρα αιχμής και η άλλη μέτρηση να αναφέρεται σε ώρα εκτός αιχμής. Επίσης ένα κριτήριο των μετρήσεων ήταν να αφορούν οδούς από τις οποίες η μία τουλάχιστον να είναι διπλής κατεύθυνσης.

Κατόπιν μελέτης των καταγραφών, επιλέχτηκαν 20 κόμβοι (πίνακας 3.1). Η επιλογή έγινε έτσι ώστε 10 κόμβοι να αφορούν μετρήσεις του 2015 και οι υπόλοιποι 10 κόμβοι μετρήσεις του 2016.

**Πίνακας 3.1 Κόμβοι-Μέτρηση Κυκλοφοριακών Φόρτων**

<b>Α/Α Κόμβου</b>	<b>Ονομασία</b>	<b>Έτος μετρήσεων</b>
1	2ας Νοεμβρίου - Ξενοφώντος	2016
2	2ας Νοεμβρίου - Ζάχου	2015
3	2ας Νοεμβρίου - Παγασών	2016
4	Αναλήψεως - Μεταμορφώσεως	2015
5	Αναλήψεως - Καρτάλη	2015
6	Ιάσονος - Γρ.Λαμπράκη	2016
7	Γ.Δημού - Κύπρου	2016
8	Λαρίσης - Μπότσαρη	2015
9	Αναλήψεως - Κασσαβέτη	2015
10	Ιωλκού - Αγ.Γεωργίου	2015
11	Μητρ.Γρηγορίου - Γρ.Λαμπράκη	2015
12	Γ.Δήμου - Μεταμορφώσεως	2015
13	Παπαδιαμάντη - Γρ.Λαμπράκη	2016
14	Αναπαύσεως - Ζάχου	2015
15	Δημητριάδος - Ελ.Βενιζέλου	2016
16	Δημητριάδος - Γρ.Λαμπράκη	2016
17	Ιάσονος - Ελ.Βενιζέλου	2016
18	Αναλήψεως - Ελ.Βενιζέλου	2015
19	Περιφερειακή - Φυτόκου	2016
20	Περιφερειακή - Αλκίπτης	2016





Εικόνα 3.1 Χάρτης Κόμβων

### 3.2.ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για την επεξεργασία των καταγραφών, πραγματοποιήθηκε καταρχάς η εισαγωγή των μετρήσεων στο υπολογιστικό φύλλο, (πρόγραμμα Microsoft Office Excel). Δημιουργήθηκε Βάση Δεδομένων (ΒΔ) με τις μετρήσεις και τα χαρακτηριστικά του κόμβου και των οδών. Η ΒΔ δομήθηκε με το σκεπτικό και την προοπτική εισαγωγής της σε εφαρμογή ΓΣΠ και κατά συνέπεια επιλέχθηκαν κατάλληλα οι πληροφορίες που μπορούσαν να αποτυπωθούν.

Συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν οι εξής στήλες-πληροφορίες (πίνακας 3.2):

1. Η πρώτη στήλη που επιλέχθηκε είναι το "Όνομα Διασταύρωσης " όπου αναφέρονται οι οδοί που διασταυρώνονται.
2. Οι δύο επόμενες στήλες είναι οι " Οδός1 " και " Οδός2 " που αναφέρονται ξεχωριστά στις οδούς που συμβάλλουν στον κόμβο
3. Η στήλη "Έτος" αναφέρεται στο έτος μέτρησης.
4. Η στήλη "Μήνας" αφορά στον μήνα της μέτρησης.
5. Η στήλη "Ημ. Εβδομάδος" αναφέρεται στην ημέρα που πραγματοποιήθηκε η μέτρηση.
6. Ακολουθούν οι στήλες " Ώρα(από)" και "Ώρα(έως)" που αφορούν στις ώρες της κάθε μέτρησης.
7. Η τελευταία στήλη με τίτλο "Μ.Ε.Α. / h σε κάθε στρέφουσα " αφορά στις Μονάδες Επιβατικών Αυτοκινήτων που καταγράφηκαν ανά ώρα μέτρησης και είναι περαιτέρω διαχωρισμένη σε στήλες ανάλογα με την στρέφουσα που αναφέρεται η εκάστοτε μέτρηση.

Πίνακας 3.2 Βάση Δεδομένων στο υπολογιστικό φύλλο (1/2)

A/A	Όνομα Διασταύρωσης	Οδός1	Οδός2	Έτος	Μήνας	Ημ.Εβδομάδος	Ώρα(από)	Ώρα(έως)
1	2ας ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ-ΞΕΝΟΦΩΝΤΟΣ	2ας ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ	ΞΕΝΟΦΩΝΤΟΣ	2016	Ιούνιος	Παρασκευή	9:00	10:00
							6:00	7:00
2	2ας ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ-ΖΑΧΟΥ	2ας ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ	ΖΑΧΟΥ	2015	Μάιος	Τετάρτη	9:00	10:15
							18:00	19:15
3	2ας ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ-ΠΑΓΑΣΩΝ	2ας ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ	ΠΑΓΑΣΩΝ	2016	Ιούνιος	Δευτέρα	9:00	10:00
							19:00	20:00
4	ΑΝΑΛΗΨΕΩΣ-ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ	ΑΝΑΛΗΨΕΩΣ	ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ	2015	Μάιος	Πέμπτη	8:00	9:00
							19:00	20:00
5	ΑΝΑΛΗΨΕΩΣ-Κ.ΚΑΡΤΑΛΗ	ΑΝΑΛΗΨΕΩΣ	Κ.ΚΑΡΤΑΛΗ	2015	Μάιος	Τρίτη	9:05	10:05
							20:45	21:45
6	ΙΑΣΟΝΟΣ-ΓΡ.ΛΑΜΠΡΑΚΗ	ΙΑΣΟΝΟΣ	ΓΡ.ΛΑΜΠΡΑΚΗ	2016	Ιούνιος	Τετάρτη	8:00	9:00
							11:00	12:00
7	Γ.ΔΗΜΟΥ-ΚΥΠΡΟΥ	Γ.ΔΗΜΟΥ	ΚΥΠΡΟΥ	2016	Μάιος	Δευτέρα	8:00	9:00
							19:00	20:00
8	ΛΑΡΙΣΗΣ-ΜΠΟΤΣΑΡΗ	ΛΑΡΙΣΗΣ	ΜΠΟΤΣΑΡΗ	2015	Μάιος	Πέμπτη	9:30	10:30
							18:00	19:00
9	ΑΝΑΛΗΨΕΩΣ-ΚΑΣΣΑΒΕΤΗ	ΑΝΑΛΗΨΕΩΣ	ΚΑΣΣΑΒΕΤΗ	2015	Ιούνιος	Τετάρτη	8:00	9:00
							19:00	20:00
10	ΙΩΛΚΟΥ-ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ	ΙΩΛΚΟΥ	ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ	2015	Μάιος	Παρασκευή	8:00	9:00
							18:00	19:00
11	ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΟΥ ΓΡΗΓΟΡΙΟΥ-ΓΡ.ΛΑΜΠΡΑΚΗ	ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΟΥ ΓΡΗΓΟΡΙΟΥ	ΓΡ.ΛΑΜΠΡΑΚΗ	2015	Μάιος	Τρίτη	8:40	9:40
							18:45	19:45
12	Γ.ΔΗΜΟΥ-ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ	Γ.ΔΗΜΟΥ	ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ	2015	Ιούνιος	Δευτέρα	9:00	10:00
							8:00	9:00
13	ΠΑΠΑΔΙΑΜΑΝΤΗ-ΓΡ.ΛΑΜΠΡΑΚΗ	ΠΑΠΑΔΙΑΜΑΝΤΗ	ΓΡ.ΛΑΜΠΡΑΚΗ	2016	Ιούνιος	Πέμπτη	7:45	9:00
							17:00	18:15
14	ΑΝΑΠΑΥΣΕΩΣ/7 ΠΛΑΤΑΝΙΩΝ-ΖΑΧΟΥ	ΑΝΑΠΑΥΣΕΩΣ	ΖΑΧΟΥ	2015	Μάιος	Δευτέρα	9:00	10:00
							16:00	17:00
15	ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΣ-ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΣ	ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	2016	Μάιος	Παρασκευή	8:00	9:00
							17:15	18:10
16	ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΣ-ΓΡ.ΛΑΜΠΡΑΚΗ	ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΣ	ΓΡ.ΛΑΜΠΡΑΚΗ	2016	Ιούνιος	Τρίτη	8:00	9:00
							18:00	19:00
17	ΙΑΣΟΝΟΣ-ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	ΙΑΣΟΝΟΣ	ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	2016	Ιούνιος	Τετάρτη	8:10	9:25
							18:00	19:15
18	ΑΝΑΛΗΨΕΩΣ-ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	ΑΝΑΛΗΨΕΩΣ	ΕΛ.ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	2015	Ιούνιος	Παρασκευή	8:30	9:30
							19:00	20:00
19	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ-ΦΥΤΟΚΟΥ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ	ΦΥΤΟΚΟΥ	2016	Μάιος	Τρίτη	9:05	10:20
							18:35	19:50
20	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ-ΑΛΚΙΠΠΗΣ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ	ΑΛΚΙΠΠΗΣ	2016	Ιούνιος	Πέμπτη	8:00	9:00
							17:40	18:40

Πίνακας 3.2 Βάση Δεδομένων στο υπολογιστικό φύλλο (2/2)

<b>Μ.Ε.Α/η σε κάθε στρέφουσα</b>											
<b>1α</b>	<b>1ε</b>	<b>1δ</b>	<b>2α</b>	<b>2ε</b>	<b>2δ</b>	<b>3α</b>	<b>3ε</b>	<b>3δ</b>	<b>4α</b>	<b>4ε</b>	<b>4δ</b>
67	709		38	257	179		638	40			
52	648		26	216	150		534	28			
142	339		64	143	51	29		145		292	28
15	308		60	218	31	15		128		219	18
56	155	82	30	133	82	86	339	13	174	157	62
63	185	81	23	160	66	66	265	12	157	155	56
	486	73	118		100	57	395		32	74	58
	412	67	96		54	58	336		21	60	31
	448	41				61	255		81	176	88
	381	48				59	306		82	270	142
	832			436		12					
	909			630		2					
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	836	66	154	950		166	132	148	106		159
	622	52	82	479		123	61	57	88		101
28	445	17	52	67	53	52	379	97			
43	572	17	33	132	29	75	409	116			
3	234	1	9	154	17	33	5	7	1	1	4
6	164	0	0	130	35	34	1	4	1	0	1
	951	3	73		19		1040		169	28	14
	1003	7	36		19		731		185	27	31
35	56	53	28	132	15	13	73	33	18	171	31
39	59	67	33	161	26	17	39	15	10	175	19
197	615	79	72	541	148	25		42			
120	378	64	62	365	115	16		11			
57	367	53	36	110	23	12	225	22	29	104	47
42	251	30	38	172	19	4	221	28	17	65	49
151	723			283	383						
52	510			125	296						
48	1393	316		436	279	78					
36	911	359		365	159	30					
	1067	45	226	223							
	1220	54	318	174							
214	264		72	337	66		224	77			
201	326		209	323	61		316	86			
39	107	62	65	233	29	19	123	21	29	255	29
18	120	100	84	142	39	47	161	16	9	216	58
	137	52	53		16		131				
	101	83	65		14		127				

## 3.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ArcGIS

### 3.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ BASEMAP

Το πρώτο που κρίθηκε αναγκαίο για την εισαγωγή των εργασιών-δεδομένων που επιλέχθηκαν στο πρόγραμμα ArcMAP 10.2.2 ώστε να υπάρχει απεικόνιση των μετρήσεων-καταγραφών πάνω στον χάρτη ήταν η εισαγωγή ενός "Basemap" χάρτη ο οποίος θα βοηθούσε (ως υπόβαθρο) στον εντοπισμό των κόμβων.

Επιλέγοντας λοιπόν, από το "Standard" toolbar, το εργαλείο "Add Data" και κατόπιν το "Add Basemap" ανοίγεται ένα παράθυρο επιλογών "Add Basemap" με κάποιους έτοιμους προς χρήση χάρτες. Επιλέχτηκε ο χάρτης με το όνομα "Streets". Πατώντας στο κουμπί "Add", φορτώθηκε ο συγκεκριμένος χάρτης ο οποίος αποτέλεσε και το υπόβαθρο αναφοράς.

### 3.3.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ SHAPEFILES

Επόμενο βήμα ήταν η δημιουργία φακέλου και "shapefiles" πάνω στα οποία θα γινόταν ο σχεδιασμός των κόμβων (στρέφουσες) και θα εισάγονταν τα δεδομένα-μετρήσεις. Η αναλυτική διαδικασία έχει ως εξής:

- Πατώντας στην καρτέλα "Catalog" επιλέχτηκε η δημιουργία ενός φακέλου, ο οποίος ονομάστηκε "STREFOYSES".
- Στη συνέχεια, επιλέγοντας την εντολή "New Shapefile" ανοίγει το παράθυρο "Create New Shapefile". Στο πεδίο "Name" επιλέχτηκε το "2015\_fortos" και στο πεδίο "Feature Type" επιλέχτηκε το "Polyline" για το σχεδιασμό γραμμών/στρεφουσών.
- Στο πεδίο "Spatial Reference" και επιλέγοντας "Edit" εμφανίστηκε το παράθυρο "Spatial Reference Properties", ανοίχτηκε ο φάκελος "Geographic Coordinate Systems" και εν συνεχεία ο φάκελος "Europe" επιλέγοντας το σύστημα με όνομα "Greek".
- Η ολοκλήρωση των βημάτων δημιούργησε ένα νέο Layer στο πεδίο "Table Of Contents" με όνομα αυτό που είχε δοθεί ("2015\_fortos") και με εικονίδιο "Polyline" κάτω από το όνομα, το οποίο επίσης ήταν προγενέστερη επιλογή.

Ακολουθώντας ακριβώς την ίδια διαδικασία που περιγράφηκε, δημιουργήθηκε και το Shapefile-Layer με όνομα "2016\_fortos" στο οποίο σκοπός ήταν να περιλαμβάνονται αντίστοιχα όλοι οι κόμβοι(10) για τους οποίους υπήρχαν μετρήσεις-δεδομένα κυκλοφοριακού φόρτου το έτος 2016.

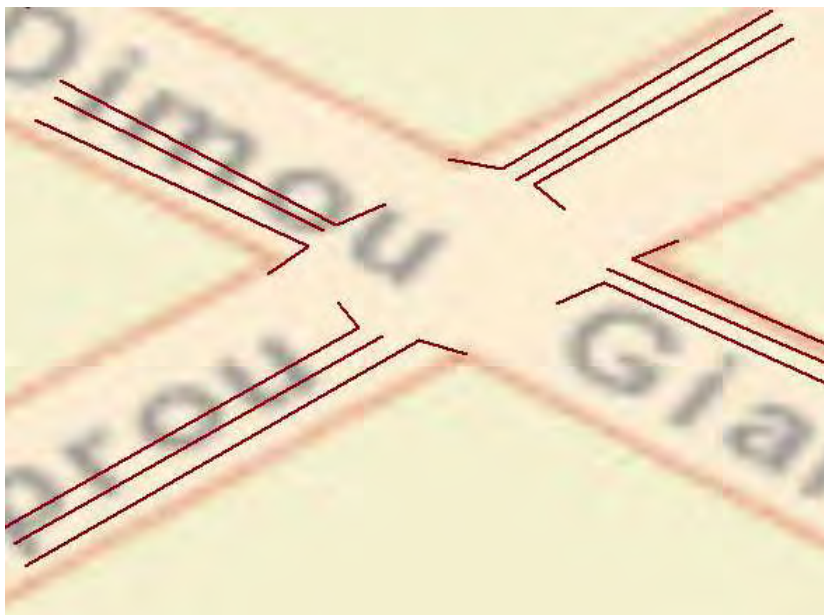
### 3.3.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ POLYLINES

Στην συνέχεια δημιουργήθηκαν και σχεδιάστηκαν οι στρέφουσες (polylines) σε καθένα κόμβο ξεχωριστά. Αυτό ήταν εφικτό μέσω του εργαλείου "Edit". Από την toolbar που ονομάζεται "Editor" πατώντας στο "Editor" και κατόπιν στην εντολή "Start Editing" ξεκινά η όλη σχεδίαση-δημιουργία polylines και μετέπειτα τοποθέτηση των δεδομένων των μετρήσεων πάνω στα Layers που έχουν δημιουργηθεί.

Χρησιμοποιώντας από το toolbar με όνομα "Tools" τα εργαλεία: "Zoom In", "Zoom Out" και "Pan" εντοπίζεται στον χάρτη του Δήμου Βόλου η εκάστοτε περιοχή-κόμβος για σχεδίαση-δημιουργία polylines. Π.χ. για τον "Κόμβος01" (2ας Νοεμβρίου - Ξενοφώντος), εντοπίστηκε αρχικά η περιοχή-κόμβος στον χάρτη (Basemap). Πατώντας στην καρτέλα "Create Features" επιλέχτηκε το επιθυμητό Layer προς σχεδίαση, το "2015\_fortos" για παράδειγμα, και από τα "Construction Tools" το "Line".

Η διαδικασία σχεδίασης που ακολουθήθηκε, στην συνέχεια, για κάθε κόμβο και στρέφουσα ξεχωριστά ήταν η εξής:

- Οι στρέφουσες που αφορούσαν ευθείες κατευθύνσεις ήταν απλά ευθύγραμμα τμήματα που ξεκινούσαν λίγο πριν τον εκάστοτε κόμβο και κατέληγαν σε αυτόν.
- Οι αριστερές και δεξιές (όσον αφορά την κατεύθυνση τους)στρέφουσες, για να είναι αντιληπτή η φορά τους, αποφασίστηκε να αποτελούνται από δύο ευθύγραμμα τμήματα η κάθε μια, με το δεύτερο να αποτελεί την φορά-κατεύθυνση της εκάστοτε αριστερής ή δεξιάς στρέφουσας (Εικόνα 3.2).



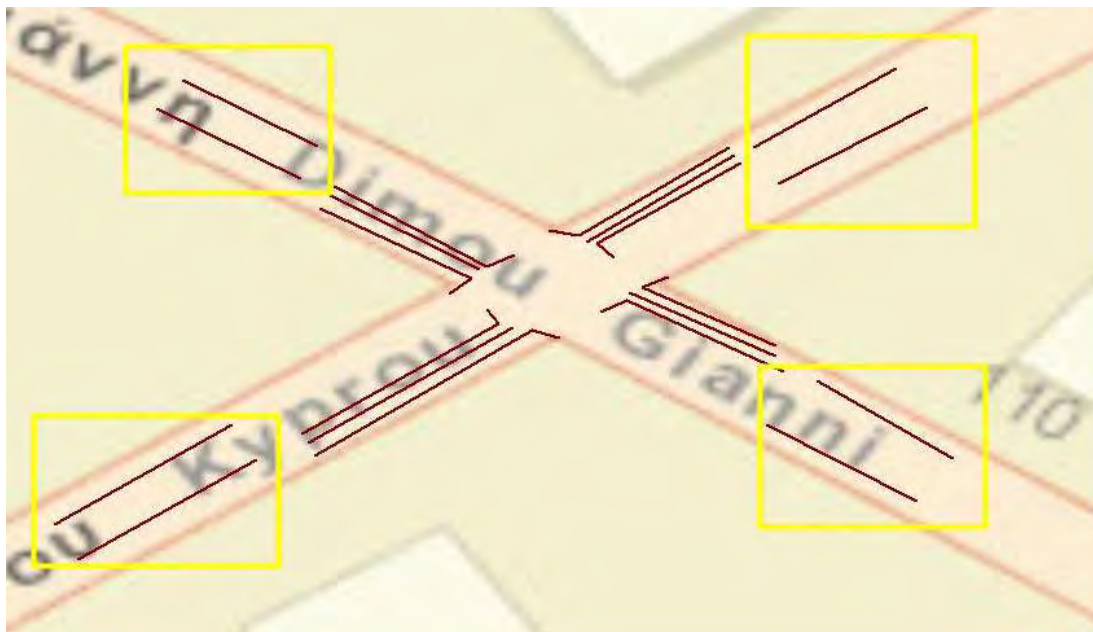
**Εικόνα 3.2** Αρχική μορφοποίηση Polylines (Στρέφουσες), Κόμβος 07 (Γ.Δήμου-Κύπρου)

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία για κάθε κόμβο ξεχωριστά, και ανάλογα για ποιο έτος υπήρχαν μετρήσεις, σχεδιάστηκαν όλες οι δυνατές στρέφουσες στα Layers "2015\_fortos" και "2016\_fortos".

Οι διαθέσιμες κυκλοφοριακές μετρήσεις αφορούσαν μετρήσεις φόρτου μόνο για τις στρέφουσες κάθε κόμβου. Από αυτές προέκυψαν οι συνολικοί φόρτοι εισόδου και εξόδου από τον κόμβο σε κάθε συμβάλλουσα οδό. Αυτό υλοποιήθηκε ως εξής:

- α) αθροίζοντας κάθε φορά τις στρέφουσες κάθε οδού ξεχωριστά προέκυψε, η συνολική φόρτιση εισόδου που αποτυπώθηκε ως γραμμή (κύρια γραμμή - mainline) και χαρακτηρίστηκε ως είσοδος-entry στον κόμβο
- β) αθροίζοντας τις στρέφουσες που καταλήγουν σε κάθε έξοδο, οι οποίες ορίστηκαν ως έξοδοι-exit, κύριες γραμμές.

Στην συνέχεια, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που σχεδιάστηκαν οι στρέφουσες, σχεδιάστηκαν και οι mainlines (είσοδοι-έξοδοι) για όλους τους κόμβους και για τα 2 Layers "2015\_fortos" και "2016\_fortos".

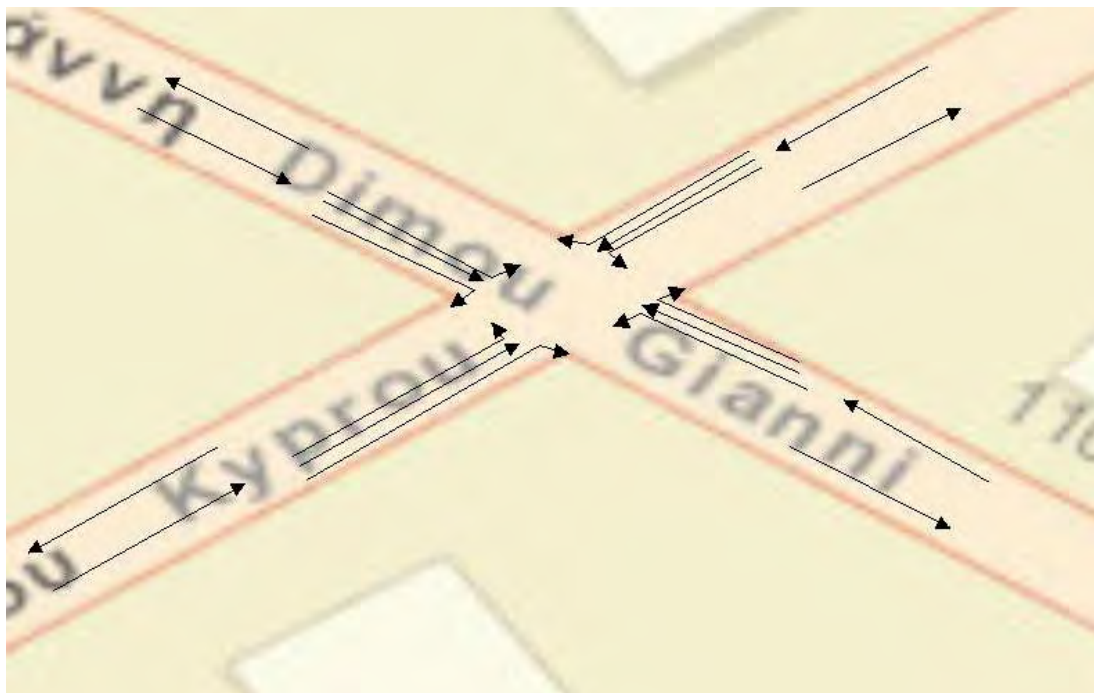


**Εικόνα 3.3** Μορφοποίηση κόμβου (Κόμβος07 Γ.Δήμου-Κύπρου) με Στρέφουσες και MainLines (είσοδοι-έξοδοι στα κίτρινα ορθογώνια)

Για λόγους ευκρίνειας και ορθότερης απεικόνισης, αποφασίστηκε οι στρέφουσες και οι mainlines να έχουν κάποια συγκεκριμένη μορφή τόσο σε χρώμα, πάχος όσο και εμφάνιση της γραμμής.

Αρχικά σαν γενική εμφάνιση όλων των γραμμών (Polylines) που σχεδιάστηκαν (στρέφουσες και mainlines) αποφασίστηκε να έχουν βέλος στην κατάληξή τους, κάτι το οποίο θα υποδείκνυε την φορά κάθε γραμμής. Οι κατευθύνσεις των στρεφουσών κατά αυτό τον τρόπο θα ήταν σαφής και οι mainlines (είσοδοι-έξοδοι) θα ξεχώριζαν μεταξύ τους. Με την επιλογή "Properties" και "Layer Properties", επιλέχθηκε η καρτέλα "Symbology" όπου στη συνέχεια επιλέγοντας το εικονίδιο "Symbol" και το "Symbol Selector" τέθηκαν τα "Arrow at End", χρώμα (color) και πάχος (width) γραμμής.





**Εικόνα 3.4** Τελική μορφοποίηση ενός πλήρους κόμβου (Κομβος07 Γ.Δήμου-Κύπρου)

Θα πρέπει να διευκρινιστεί επίσης ο τρόπος τοποθέτησης των στρεφουσών και των εισόδων-εξόδων σε κάθε κόμβο. Ανάλογα με το είδος της κάθε οδού, μονής ή διπλής κατεύθυνσης, οι στρέφουσες και οι mainlines τοποθετηθήκαν στα ανάλογα σημεία (περιοχές) ώστε να είναι απόλυτα εμφανής σε ποια λωρίδα κυκλοφορίας αναφέρονται-ανήκουν.

### 3.3.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ATTRIBUTE TABLE

Επόμενο και σημαντικό βήμα ήταν ο συσχετισμός αυτών που σχεδιαστήκαν με τις διαθέσιμες μετρήσεις. Κάτι το οποίο θα επιτυγχανόταν με την δημιουργία και επεξεργασία του "Attribute Table" σε καθένα από τα δύο Layers ξεχωριστά. Σκοπός ήταν οι σχεδιαζόμενες γραμμές να εμπεριέχουν τις πληροφορίες που καταχωρίστηκαν στην επεξεργασμένη κυκλοφοριακή Βάση Δεδομένων.

Μέσω της εντολής "Open Attribute Table" ανοίγει ένα παράθυρο το οποίο ονομάζεται "Table" και είναι ο χώρος-πίνακας που θα εισαχθούν όλες οι πληροφορίες από τις διαθέσιμες μετρήσεις. Στον πίνακα αυτό, από τη δημιουργία των shapefiles, προϋπάρχουν 3 στήλες: "FID", "Shape" και "Id".

Η στήλη "FID" προέρχεται από τα αρχικά του feature Id και αναφέρεται σε κάθε χαρακτηριστικό (feature) που σχεδιάστηκε, με μοναδικό τρόπο. Κάθε τι που δημιουργήθηκε-σχεδιάστηκε έλαβε αυτόματα από το πρόγραμμα έναν αριθμό-ταυτότητα μοναδικότητας. Πρόκειται για αυξανόμενη καταμέτρηση ξεκινώντας από το 0, το οποίο δίνεται στο πρώτο χαρακτηριστικό (feature) με βάση την σειρά σχεδίασης.

Η στήλη "Shape" είναι προφανές από το όνομά της πως αναφέρεται στο σχήμα κάθε χαρακτηριστικού (feature) για αυτό και όλα χαρακτηρίζονται-ονομάζονται "polyline" αφού εξ αρχής στην δημιουργία των Layers, επιλέχτηκε το "Feature Type" Polyline.

Τέλος η στήλη "ID" ή "ObjectID" είναι μια "system-managed" τιμή που προσδιορίζει μοναδικά μια εγγραφή (record) ή χαρακτηριστικό (feature), κάτι παρόμοιο με την "FID".

Σκοπός ήταν η δημιουργία ενός "Attribute Table" το οποίο που θα περιελάμβανε όλες τις πληροφορίες-δεδομένα των διαθέσιμων μετρήσεων. Έχοντας ανοιχτό το "Attribute Table" π.χ. το "2015\_fortos" και ταυτόχρονα χωρίς το editing να "τρέχει", πατώντας στο "Table Options" επιλέγεται η εντολή "Add Field".

Εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου-επιλογών, όπου δίνεται το επιθυμητό όνομα της νέας στήλης (Name). Δίνεται επίσης η επιλογή "Type" όπου εκεί υπάρχουν 6 διαθέσιμες επιλογές: "Short Integer", "Long Integer", "Float", "Double", "Text" και "Date" ανάλογα με το είδος του field που θα δημιουργηθεί και της πληροφορίας που θα εισαχτεί. Πατώντας "OK" κλείνει

το παράθυρο διαλόγου-επιλογών και στο "Attribute Table" έχει προστεθεί η επιθυμητή στήλη (field), με το όνομα και τα χαρακτηριστικά που επιλέχθηκαν. Για να πραγματοποιηθεί η εισαγωγή δεδομένων στην στήλη (field) που δημιουργήθηκε πρέπει να ξεκινήσει το editing το οποίο γίνεται από την toolbar "Editor" επιλέγοντας το "Editor" και έπειτα επιλέγοντας την εντολή "Start Editing". Τώρα είναι δυνατή η εισαγωγή δεδομένων-στοιχείων, ανάλογα με το "Type" που έχει επιλεχτεί σε κάθε στήλη (field), στο "Attribute Table".

Οι στήλες (fields) που αποφασίστηκαν να δημιουργηθούν για τον καλύτερο δυνατό χαρακτηρισμό του κυκλοφοριακού φόρτου ήταν οι εξής **23**: "KOMVOS", "STREET1", "STREET2", "APO", "PROS", "TYPE", "DESCRIPTIO", "DIRECTION", "TURN", "MONTH", "DAY", "TIME\_AIXMI", "TIME\_EAIXMI", "T\_AIXMI", "T\_EAIXMIS", "AIXMI\_IX", "AIXMI\_FO", "AIXMI\_LE", "AIXMI\_DI", "EAIXMIS\_IX", "EAIXMIS\_FO", "EAIXMIS\_LE", "EAIXMIS\_DI" (πίνακας 3.3 και πίνακας 3.4).

Συγκεκριμένα:

1. Η στήλη "KOMVOS" με "Type", "Text", ονομάζει τον κόμβο που αναφέρεται η εκάστοτε στρέφουσα ή κύρια γραμμή (mainline). Αποφασίστηκε για συντομία και ευκολία η ονομασία των κόμβων να γίνεται με το κεφάλαιο γράμμα Κ μπροστά ακολουθούμενο από τον αριθμό του κόμβου που έχει καθοριστεί εξαρχής (K01 έως K20).
2. Η στήλη "STREET1" με "Type", "Text", ορίζει την πρώτη εκ των δύο οδών που διασταυρώνονται στον εκάστοτε κόμβο.
3. Η στήλη "STREET2" με "Type", "Text", ορίζει την δεύτερη εκ των δύο οδών που διασταυρώνονται στον εκάστοτε κόμβο.
4. Η "APO" με "Type", "Text", ορίζει την οδό ή τον κόμβο που έχει αφετηρία η εκάστοτε στρέφουσα ή κύρια γραμμή (mainline). Στις στρέφουσες και στις εισόδους (entry) αυτή η στήλη (field) ονοματίζει την εκάστοτε οδό αφετηρίας. Στις εξόδους (exit) η στήλη αυτή ονοματίζει τον εκάστοτε κόμβο αφετηρίας.
5. Η στήλη "PROS" με "Type", "Text", ορίζει την οδό ή τον κόμβο που έχει κατεύθυνση η εκάστοτε στρέφουσα ή κύρια γραμμή (mainline). Στις στρέφουσες και στις εξόδους (exit) αυτή η στήλη ονοματίζει την εκάστοτε οδό κατεύθυνσης. Στις εισόδους (entry) η στήλη αυτή ονοματίζει τον εκάστοτε κόμβο κατεύθυνσης.
6. Η στήλη "TYPE" με "Type", "Text", ορίζει την εκάστοτε γραμμή που έχει σχεδιαστεί ως στρέφουσα (STR) ή κύρια γραμμή (MAIN). Ως στρέφουσες χαρακτηρίζονται όλες οι γραμμές εκείνες που

αναφέρονται στις ξεχωριστές κινήσεις (ευθεία-αριστερά-δεξιά) των εισερχόμενων στον κόμβο οχημάτων. Ως κύριες (mainlines) χαρακτηρίζονται αθροιστικά όλες οι στέφουσες που εισέρχονται (entry) ή εξέρχονται (exit) του κόμβου ανά οδό.

7. Η στήλη "DESCRIPTION" με "Type" "Text" ονοματίζει την τοποθέτηση των γραμμών. Οι στρέφουσες εφόσον αναφέρονται στους κόμβους χαρακτηρίζονται με το όνομα του εκάστοτε κόμβου αναφοράς. Οι είσοδοι ονομάζονται "ENTRY" και οι έξοδοι "EXIT".
8. Η στήλη "DIRECTION" με "Type" "Text" ονοματίζει την φορά των στρεφουσών και mainlines ως προς τα 4 σημεία του ορίζοντα (Βορράς-Νότος-Δύση-Ανατολή).
9. Η στήλη "TURN" με "Type" "Text" χαρακτηρίζει την στροφή της εκάστοτε γραμμής αναφοράς. Οι mainlines (είσοδοι-έξοδοι) εφόσον αφορούν ευθείες γραμμές και κατευθύνσεις, όπως και οι στρέφουσες με ευθεία κατεύθυνση, χαρακτηρίζονται ως "S" από το "Straight" ενώ οι στρέφουσες που έχουν κατεύθυνση αριστερά ή δεξιά χαρακτηρίζονται με τα γράμματα "L" και "R" αντίστοιχα από τις αγγλικές λέξεις "Left" και "Right".
10. Η στήλη "MONTH" με "Type" "Text" ορίζει τον μήνα που πραγματοποιήθηκε η εκάστοτε μέτρηση. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τους μήνες Μάιο και Ιούνιο όποτε οι μόνες τιμές που εμφανίζονται σε αυτή την στήλη είναι "MAY" και "JUN".
11. Η στήλη "DAY" με "Type" "Text" ονομάζει την ημέρα της εβδομάδος που πραγματοποιήθηκε η εκάστοτε μέτρηση. Επιλέχθηκαν για συντομία τα αρχικά των ημερών (αγγλικά) με κεφάλαια (M-TU-W-TH-F). Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν καθημερινές μέρες και όχι σαββατοκύριακο.
12. Η στήλη "TIME\_AIXMI" με "Type" "Text" ορίζει την ώρα αιχμής που πραγματοποιήθηκε η εκάστοτε μέτρηση. Οι περισσότερες μετρήσεις σε ώρα αιχμής αφορούσαν πρωινές ώρες με λίγες μόνο εξαιρέσεις.
13. Η στήλη "TIME\_EAIXMIS" με "Type" "Text" ορίζει την ώρα εκτός αιχμής που πραγματοποιήθηκε η εκάστοτε μέτρηση. Οι περισσότερες μετρήσεις σε ώρα εκτός αιχμής αφορούσαν απογευματινές ώρες με λίγες μόνο εξαιρέσεις.
14. Η στήλη "T\_AIXMI" με "Type" "Short Integer" αναφέρεται στα συνολικά M.E.A. (Total\_AIXMI) που καταμετρήθηκαν στην ώρα αιχμής.
15. Η στήλη "T\_EAIXMIS" με "Type" "Short Integer" αναφέρεται στα συνολικά M.E.A. (Total\_EktosAIXMIS) που καταμετρήθηκαν στην ώρα εκτός (μη) αιχμής.

16. Η στήλη "AIXMI\_IX" με "Type" "Short Integer" αναφέρεται στα συνολικά I.X. που καταμετρήθηκαν στην ώρα αιχμής.
17. Η στήλη "AIXMI\_FO" με "Type" "Short Integer" αναφέρεται στα συνολικά φορτηγά που καταμετρήθηκαν στην ώρα αιχμής.
18. Η στήλη "AIXMI\_LE" με "Type" "Short Integer" αναφέρεται στα συνολικά λεωφορεία που καταμετρήθηκαν στην ώρα αιχμής.
19. Η στήλη "AIXMI\_DI" με "Type" "Short Integer" αναφέρεται στα συνολικά δίκυκλα που καταμετρήθηκαν στην ώρα αιχμής.
20. Η στήλη "EAIXMIS\_IX" με "Type" "Short Integer" αναφέρεται στα συνολικά I.X. που καταμετρήθηκαν στην ώρα εκτός αιχμής.
21. Η στήλη "EAIXMIS\_FO" με "Type" "Short Integer" αναφέρεται στα συνολικά φορτηγά που καταμετρήθηκαν στην ώρα εκτός αιχμής.
22. Η στήλη "EAIXMIS\_LE" με "Type" "Short Integer" αναφέρεται στα συνολικά λεωφορεία που καταμετρήθηκαν στην ώρα εκτός αιχμής.
23. Η στήλη "EAIXMIS\_DI" με "Type" "Short Integer" αναφέρεται στα συνολικά δίκυκλα που καταμετρήθηκαν στην ώρα εκτός αιχμής.

Πίνακας 3.3 Attribute Table 2015\_fortos (1/2)

FID	Shape *	Id	KOMVOS	STREET_1	STREET_2	APO	PROS	TYPE	DESCRIPTIO	DIRECTION	TURN	MONTH	DAY	TIME_AIXMI	TIME_EAIXM
0	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	ZAXOY	ZAXOY	STR	K02	NE	S	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
1	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	ZAXOY	NOEMVRIOY	STR	K02	NE	R	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
2	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	ZAXOY	NOEMVRIOY	STR	K02	NE	L	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
3	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	ZAXOY	K02	MAIN	ENTRY	NE	S	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
4	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	NOEMVRIOY	NOEMVRIOY	STR	K02	NW	S	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
5	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	NOEMVRIOY	ZAXOY	STR	K02	NW	R	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
6	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	NOEMVRIOY	K02	MAIN	ENTRY	NW	S	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
7	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	K02	NOEMVRIOY	MAIN	EXIT	SE	S	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
8	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	ZAXOY	NOEMVRIOY	STR	K02	SW	R	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
9	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	ZAXOY	NOEMVRIOY	STR	K02	SW	L	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
10	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	ZAXOY	K02	MAIN	ENTRY	SW	S	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
11	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	K02	ZAXOY	MAIN	EXIT	NE	S	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
12	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	NOEMVRIOY	ZAXOY	STR	K02	SE	L	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
13	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	NOEMVRIOY	NOEMVRIOY	STR	K02	SE	S	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
14	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	NOEMVRIOY	K02	MAIN	ENTRY	SE	S	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
15	Polyline	0	K02	NOEMVRIOY	ZAXOY	K02	NOEMVRIOY	MAIN	EXIT	NW	S	MAY	W	09:00-10:00	18:00-19:00
16	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	METAMORFOSEOS	METAMORFOSEOS	STR	K04	NE	S	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
17	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	METAMORFOSEOS	ANALIPSEOS	STR	K04	NE	R	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
18	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	METAMORFOSEOS	ANALIPSEOS	STR	K04	NE	L	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
19	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	METAMORFOSEOS	K04	MAIN	ENTRY	NE	S	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
20	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	ANALIPSEOS	ANALIPSEOS	STR	K04	NW	S	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
21	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	STR	K04	NW	R	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
22	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	ANALIPSEOS	K04	MAIN	ENTRY	NW	S	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
23	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	K04	ANALIPSEOS	MAIN	EXIT	SE	S	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
24	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	METAMORFOSEOS	ANALIPSEOS	STR	K04	SW	R	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
25	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	METAMORFOSEOS	ANALIPSEOS	STR	K04	SW	L	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
26	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	METAMORFOSEOS	K04	MAIN	ENTRY	SW	S	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
27	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	K04	METAMORFOSEOS	MAIN	EXIT	NE	S	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
28	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	STR	K04	SE	L	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
29	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	ANALIPSEOS	ANALIPSEOS	STR	K04	SE	S	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
30	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	ANALIPSEOS	K04	MAIN	ENTRY	SE	S	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00
31	Polyline	0	K04	ANALIPSEOS	METAMORFOSEOS	K04	ANALIPSEOS	MAIN	EXIT	NW	S	MAY	TH	08:00-09:00	19:00-20:00

Πίνακας 3.3 Attribute Table 2015\_fortos (2/2)

T_AIXMI	T_EAIXMIS	AIXMI_IX	AIXMI_FO	AIXMI_LE	AIXMI_DI	EAIXMIS_IX	EAIXMIS_FO	EAIXMIS_LE	EAIXMIS_DI
143	218	121	8	0	14	171	0	15	32
51	31	32	0	12	7	20	2	0	9
64	60	34	0	0	30	46	0	0	14
258	309	187	8	12	51	237	2	15	55
292	219	209	0	15	68	146	2	18	53
28	18	22	2	0	4	16	0	0	2
320	237	231	2	15	72	162	2	18	55
419	354	327	0	39	53	280	2	15	57
145	128	121	0	0	24	109	0	0	19
29	15	25	0	0	4	13	0	0	2
174	143	146	0	0	28	122	0	0	21
316	251	264	10	0	42	200	0	15	36
145	15	121	0	0	24	13	0	0	2
339	308	270	0	27	42	247	0	15	46
484	323	391	0	27	66	260	0	15	48
501	407	364	0	15	122	301	2	18	86
74	60	59	4	3	8	53	0	0	7
58	31	49	4	0	5	27	0	0	4
32	21	28	0	0	4	20	0	0	1
164	112	136	8	3	17	100	0	0	12
486	412	369	60	11	46	364	16	8	24
73	67	56	8	0	9	56	4	0	7
559	479	425	68	11	55	420	20	8	31
571	463	440	48	11	72	393	8	11	51
100	54	72	8	3	17	43	4	0	7
118	96	84	12	0	22	87	4	0	5
218	150	156	20	3	39	130	8	0	12
204	185	159	16	3	26	162	4	0	19
57	58	44	4	0	9	53	0	0	5
395	336	307	32	11	45	279	4	11	42
452	394	351	36	11	54	332	4	11	47
618	487	469	68	14	67	427	20	8	32

Πίνακας 3.4 Attribute Table 2016\_fortos (1/2)

FID	OBJECTID	Shape *	SHAPE_Leng	KOMVOS	STREET_1	STREET_2	APO	PROS	TYPE	DESCRIPTIO	DIRECTION	TURN	MONTH	DAY	TIME_AIXMI	TIME_EAIXM
78	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	NOEMVRIOY	NOEMVRIOY	STR	K01	SE	S	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
79	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	STR	K01	SE	L	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
80	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	NOEMVRIOY	NOEMVRIOY	STR	K01	NW	S	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
81	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	STR	K01	NW	R	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
82	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	XENOFONTOS	XENOFONTOS	STR	K01	NE	S	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
83	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	XENOFONTOS	NOEMVRIOY	STR	K01	NE	R	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
84	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	XENOFONTOS	NOEMVRIOY	STR	K01	NE	L	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
85	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	NOEMVRIOY	K01	MAIN	ENTRY	NW	S	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
86	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	XENOFONTOS	K01	MAIN	ENTRY	NE	S	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
87	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	NOEMVRIOY	K01	MAIN	ENTRY	SE	S	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
88	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	K01	NOEMVRIOY	MAIN	EXIT	NW	S	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
89	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	K01	XENOFONTOS	MAIN	EXIT	NE	S	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
90	0	Polyline	0	K01	NOEMVRIOY	XENOFONTOS	K01	NOEMVRIOY	MAIN	EXIT	SE	S	JUN	F	09:00-10:00	18:00-19:00
91	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	NOEMVRIOY	NOEMVRIOY	STR	K03	NW	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
92	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	NOEMVRIOY	PAGASON	STR	K03	NW	R	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
93	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	NOEMVRIOY	PAGASON	STR	K03	NW	L	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
94	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	PAGASON	PAGASON	STR	K03	SW	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
95	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	PAGASON	NOEMVRIOY	STR	K03	SW	L	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
96	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	PAGASON	NOEMVRIOY	STR	K03	SW	R	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
97	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	NOEMVRIOY	NOEMVRIOY	STR	K03	SE	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
98	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	NOEMVRIOY	PAGASON	STR	K03	SE	L	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
99	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	NOEMVRIOY	PAGASON	STR	K03	SE	R	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
100	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	PAGASON	PAGASON	STR	K03	NE	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
101	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	PAGASON	NOEMVRIOY	STR	K03	NE	R	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
102	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	PAGASON	NOEMVRIOY	STR	K03	NE	L	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
103	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	NOEMVRIOY	K03	MAIN	ENTRY	NW	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
104	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	K03	NOEMVRIOY	MAIN	EXIT	SE	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
105	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	PAGASON	K03	MAIN	ENTRY	SW	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
106	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	K03	PAGASON	MAIN	EXIT	NE	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
107	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	NOEMVRIOY	K03	MAIN	ENTRY	SE	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
108	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	K03	NOEMVRIOY	MAIN	EXIT	NW	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00
109	0	Polyline	0	K03	NOEMVRIOY	PAGASON	PAGASON	K03	MAIN	ENTRY	NE	S	JUN	M	09:00-10:00	19:00-20:00



Πίνακας 3.4 Attribute Table 2016\_fortos (2/2)

T_AIXMI	T_EAIXMIS	AIXMI_IX	AIXMI_FO	AIXMI_LE	AIXMI_DI	EAIXMIS_IX	EAIXMIS_FO	EAIXMIS_LE	EAIXMIS_DI
709	648	567	0	24	118	540	0	16	92
67	52	60	0	0	7	49	0	0	3
638	584	523	0	18	97	496	0	14	74
40	28	36	0	0	4	27	0	0	1
257	216	222	0	0	35	207	0	0	9
179	150	160	0	0	19	139	0	0	11
38	26	35	0	0	3	25	0	0	1
678	612	559	0	18	101	523	0	14	75
474	392	417	0	0	57	371	0	0	21
776	700	627	0	24	125	589	0	16	95
676	610	558	0	18	100	521	0	14	75
364	296	318	0	0	46	283	0	0	13
888	798	727	0	24	137	679	0	16	103
340	266	178	15	20	127	171	6	24	65
13	13	10	0	0	3	12	0	0	1
87	66	61	12	0	14	55	0	0	11
158	155	132	9	0	17	131	0	0	24
174	157	139	18	0	17	133	6	0	18
63	56	48	9	0	6	48	0	0	8
155	185	107	9	6	33	125	6	10	44
57	64	44	3	0	10	50	0	0	14
82	95	60	12	0	10	75	6	0	14
133	161	84	36	0	13	138	0	0	23
83	67	55	0	8	20	55	3	0	9
31	23	20	6	0	5	20	0	0	3
440	345	249	27	20	144	238	6	24	77
412	409	301	27	14	70	313	15	10	71
395	368	319	36	0	40	312	6	0	50
203	238	138	39	0	26	200	0	0	38
294	344	211	24	6	53	250	12	10	72
434	345	246	30	20	138	239	6	24	76
247	251	159	42	8	38	213	3	0	35

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ**

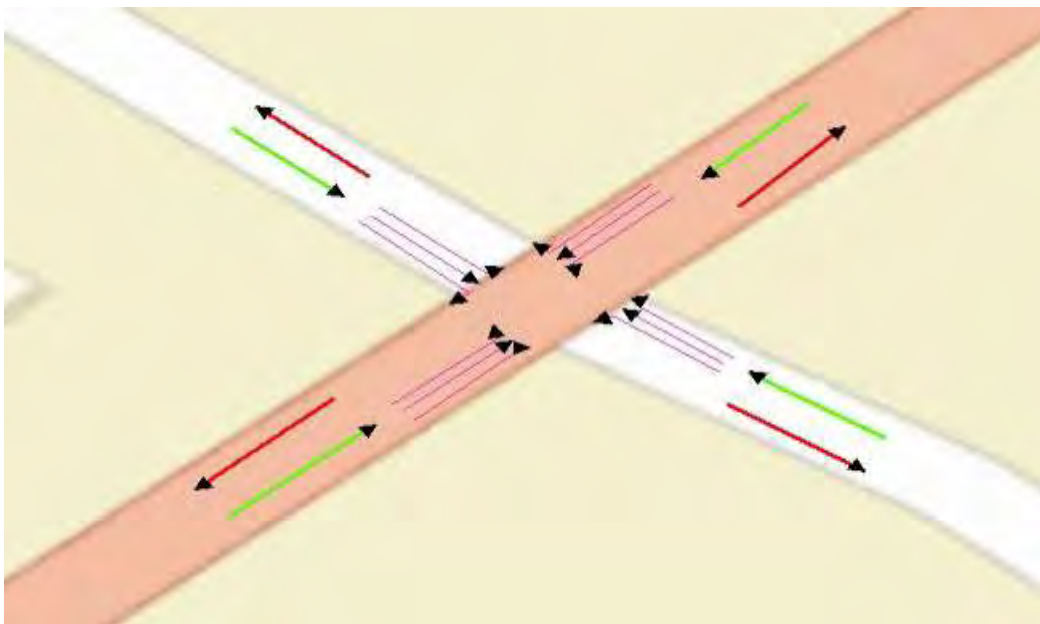
### **4.1 ΣΤΡΕΦΟΥΣΕΣ ΚΟΜΒΩΝ**

Με την ολοκλήρωση του σχεδιασμού της βάσης δεδομένων και συγκεκριμένα τον σχεδιασμό των στρεφουσών και mainlines (είσοδοι - έξοδοι) για όλους τους κόμβους και στα δύο Layers, όπως επίσης και την αντιστοίχιση όλων όσων σχεδιάστηκαν με τις μετρήσεις μέσω των Attribute Tables, αποφασίστηκε η δημιουργία-εμφάνιση χαρτών.

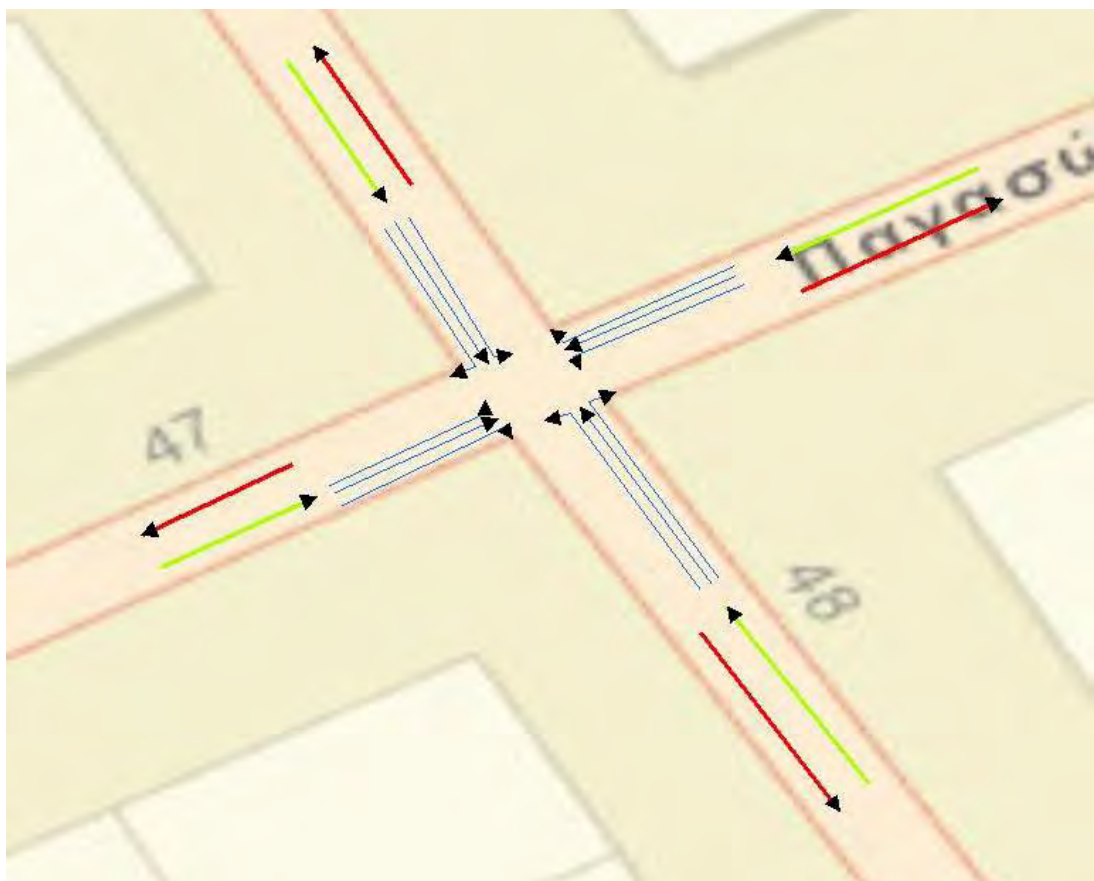
Οι συγκεκριμένοι χάρτες απεικονίζουν στοιχεία του κυκλοφοριακού φόρτου του Δήμου Βόλου λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικά κριτήρια μελέτης. Σκοπός είναι η ολοκληρωμένη παρουσίαση των εξεταζόμενων στοιχείων των μετρήσεων και η αποτύπωση αυτών με τρόπο άμεσα αντιληπτό και σαφή. Πατώντας δεξί κλικ στα Layers και επιλέγοντας "Properties" από την καρτέλα "Symbolology", είναι δυνατές όλες οι επιθυμητές απεικονίσεις λαμβάνοντας κάθε φορά διαφορετικό κριτήριο μελέτης.

- **ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1:**

Ως πρώτο κριτήριο απεικόνισης επιλέχτηκε το έτος μέτρησης ώστε να υπάρχει διαφορά μεταξύ των 2 Layers (2015\_fortos - 2016\_fortos) και να είναι άμεσα αντιληπτό ποιο έτος αφορά η κάθε στρέφουσα. Επίσης αποφασίστηκε ο διαφορετικός τρόπος απεικόνισης μεταξύ στρεφουσών και mainlines (σε χρώμα και πάχος).



**Εικόνα 4.1** Πλήρης Κόμβος του Layer 2015\_fortos (Κόμβος10 Ιωλκού-Αγ.Γεωργίου)



**Εικόνα 4.2** Πλήρης Κόμβος του Layer 2016\_fortos (Κόμβος03 2ας Νοεμβρίου-Παγασών)

Στις ανωτέρω εικόνες με ροζ βέλη απεικονίζονται οι στρέφουσες του έτους 2015 και με μπλε βέλη εκείνες του 2016. Τα πράσινα βέλη απεικονίζουν τις εισόδους στους κόμβους ενώ αντίστοιχα τα κόκκινα τις εξόδους από τους κόμβους.

- **ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2:**

Ως δεύτερο κριτήριο απεικόνισης επιλέχτηκε ο συνολικός αριθμός Μ.Ε.Α. την ώρα αιχμής (T\_AIXMI η αντίστοιχη στήλη στα Attribute Tables).



**Εικόνα 4.3** Κόμβος του Layer 2015\_fortos (Κόμβος08 Λαρίσης-Μπότσαρη) με κριτήριο την στήλη T\_AIXMI

Στην ανωτέρω απεικόνιση υπάρχει κλιμακούμενη διαβάθμιση χρωμάτων από πράσινο (0-300 Μ.Ε.Α) σε κίτρινο (301-750 Μ.Ε.Α) έως κόκκινο (751-1800 Μ.Ε.Α.) ανάλογα με των συνολικό αριθμό Μ.Ε.Α. την ώρα αιχμής.

Η επιλογή των τριών αυτών επιπέδων διαχωρισμού πραγματοποιήθηκε ύστερα από μελέτη όλων των υφιστάμενων τιμών Μ.Ε.Α. και στα δυο layers και διατηρήθηκε κοινή και στις παρακάτω απεικονίσεις.



**Εικόνα 4.4** Κόμβος του Layer 2016\_fortos(Κόμβος13 Παπαδιαμάντη-Γρ.Λαμπράκη) με κριτήριο την στήλη T\_AIXMI

Στην ανωτέρω απεικόνιση υπάρχει κλιμακούμενη διαβάθμιση χρωμάτων από πράσινο (0-300 M.E.A) σε κίτρινο (301-750 M.E.A.) έως κόκκινο (751-1800 M.E.A.) ανάλογα με των συνολικό αριθμό M.E.A. την ώρα αιχμής.

- **ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3:**

Ως τρίτο κριτήριο απεικόνισης επιλέχτηκε ο συνολικός αριθμός Μ.Ε.Α. την ώρα εκτός αιχμής (T\_EAIXMIS η αντίστοιχη στήλη στα Attribute Tables)



**Εικόνα 4.5** Κόμβος του Layer 2015\_fortos (Κόμβος08 Λαρίσης-Μπότσαρη) με κριτήριο την στήλη T\_EAIXMIS

Στην ανωτέρω απεικόνιση υπάρχει κλιμακούμενη διαβάθμιση χρωμάτων από πράσινο (0-300 Μ.Ε.Α.) σε κίτρινο (301-750 Μ.Ε.Α.) έως κόκκινο (751-1800 Μ.Ε.Α.) ανάλογα με τον συνολικό αριθμό Μ.Ε.Α. την ώρα εκτός αιχμής.



**Εικόνα 4.6** Κόμβος του Layer 2016\_fortos (Κόμβος13 Παπαδιαμάντη-Γρ.Λαμπράκη) με κριτήριο την στήλη T\_EAIXMIS

Στην ανωτέρω απεικόνιση υπάρχει κλιμακούμενη διαβάθμιση χρωμάτων από πράσινο (0-300 M.E.A.) σε κίτρινο (301-750 M.E.A.) έως κόκκινο (751-1800 M.E.A.) ανάλογα με των συνολικό αριθμό M.E.A. την ώρα εκτός αιχμής.

- **ΚΡΙΤΗΡΙΟ 4:**

Ως τέταρτο κριτήριο απεικόνισης επιλέχτηκε ο συνολικός αριθμός ΙΧ την ώρα αιχμής (ΑΙΧΜΙ\_ΙΧ η αντίστοιχη στήλη στα Attribute Tables)



**Εικόνα 4.7** Κόμβος του Layer 2015\_fortos (Κόμβος08 Λαρίσης-Μπότσαρη) με κριτήριο την στήλη ΑΙΧΜΙ\_ΙΧ

Στην ανωτέρω απεικόνιση υπάρχει κλιμακούμενη διαβάθμιση χρωμάτων από πράσινο (0-300 ΙΧ) σε κίτρινο (301-750 ΙΧ) έως κόκκινο (751-1800 ΙΧ) ανάλογα με τον συνολικό αριθμό ΙΧ την ώρα αιχμής.





**Εικόνα 4.8** Κόμβος του Layer 2016\_fortos (Κόμβος13 Παπαδιαμάντη-Γρ.Λαμπράκη) με κριτήριο την στήλη ΑΙΧΜΙ\_ΙΧ

Στην ανωτέρω απεικόνιση υπάρχει κλιμακούμενη διαβάθμιση χρωμάτων από πράσινο (0-300 ΙΧ) σε κίτρινο (301-750 ΙΧ) έως κόκκινο (751-1800 ΙΧ) ανάλογα με τον συνολικό αριθμό ΙΧ την ώρα αιχμής.

- **ΚΡΙΤΗΡΙΟ 5:**

Ως πέμπτο κριτήριο απεικόνισης επιλέχτηκε ο συνολικός αριθμός ΙΧ την ώρα εκτός αιχμής (EAIXMIS\_IX η αντίστοιχη στήλη στα Attribute Tables)



**Εικόνα 4.9** Κόμβος του Layer 2015\_fortos (Κόμβος08 Λαρίσης-Μπότσαρη) με κριτήριο την στήλη EAIXMIS\_IX

Στην ανωτέρω απεικόνιση υπάρχει κλιμακούμενη διαβάθμιση χρωμάτων από πράσινο (0-300 ΙΧ) σε κίτρινο (301-750 ΙΧ) έως κόκκινο (751-1800 ΙΧ) ανάλογα με τον συνολικό αριθμό ΙΧ την ώρα εκτός αιχμής.



**Εικόνα 4.10** Κόμβος του Layer 2016\_fortos (Κόμβος13 Παπαδιαμάντη-Γρ.Λαμπράκη) με κριτήριο την στήλη ΕΑΙΧΜΙΣ\_ΙΧ

Στην ανωτέρω απεικόνιση υπάρχει κλιμακούμενη διαβάθμιση χρωμάτων από πράσινο (0-300 ΙΧ) σε κίτρινο (301-750 ΙΧ) έως κόκκινο (751-1800 ΙΧ) ανάλογα με των συνολικό αριθμό ΙΧ την ώρα εκτός αιχμής.

## 4.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ LINK ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΚΟΜΒΩΝ

Έχοντας μια βάση δεδομένων, του κυκλοφοριακού φόρτου για 20 κόμβους του Δήμου Βόλου, κρίθηκε σκόπιμο και χρήσιμο η δημιουργία Link μεταξύ γειτονικών κόμβων που υπήρχαν μετρήσεις κατά το ίδιο έτος (2015 ή 2016). Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω περιπτώσεις.

- Πρώτη δημιουργία Link μεταξύ Κόμβου 01 (2ας Νοεμβρίου-Ξενοφώντος) και Κόμβου 16 (Δημητριάδος-Γρ.Λαμπράκη) για τους οποίους υπήρχαν μετρήσεις κατά το έτος 2016. Λαμβάνοντας υπόψη τον μέσο όρο από τις δύο μετρήσεις πρόεκυψαν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι για το ενδιάμεσο σημείο των δύο κόμβων.



**Εικόνα 4.11** Δημιουργία Link σε ενδιάμεσο σημείο των Κόμβων 01-16



**Εικόνα 4.12** Υπολογισμός κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κόμβο16 προς Κόμβο01

**Πίνακας 4.1** Τιμές κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κομβο16 προς Κομβο01

T_AXMI	T_EAIXMIS	AIXMI_IX	AIXMI_FO	AIXMI_LE	AIXMI_DI	EAIXMIS_IX	EAIXMIS_FO	EAIXMIS_LE	EAIXMIS_DI
678	612	559	0	18	101	523	0	14	75
395	389	242	62	23	68	291	26	13	59
537	501	401	31	21	85	407	13	14	67



**Εικόνα 4.13** Υπολογισμός κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κόμβο01 προς Κόμβο16

**Πίνακας 4.2** Τιμές κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κομβό01 προς Κόμβο16

T_AIXMI	T_EAIXMIS	AIXMI_IX	AIXMI_FO	AIXMI_LE	AIXMI_DI	EAIXMIS_IX	EAXIMIS_FO	EAIXMIS_L E	EAIXMIS_ DI
888	798	727	0	24	137	679	0	16	103
716	524	504	66	53	93	405	22	23	74
802	661	616	33	39	115	542	11	20	89



- Δεύτερη δημιουργία Link μεταξύ των Κόμβου 02 (2ας Νοεμβρίου-Ζάχου) και Κόμβου 14 (Αναπαύσεως-Ζάχου) για τους οποίους υπήρχαν μετρήσεις κατά το έτος 2015. Λαμβάνοντας υπόψη τον μέσο όρο από τις δύο μετρήσεις πρόεκυψαν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι για το ενδιάμεσο σημείο των δύο κόμβων.



**Εικόνα 4.14** Δημιουργία Link σε ενδιάμεσο σημείο των Κόμβων 02-14



**Εικόνα 4.15** Υπολογισμός κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κόμβο02 προς Κόμβο14

**Πίνακας 4.3** Τιμές κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κομβό02 προς Κόμβο14

T_AIXMI	T_EAIXMIS	AIXMI_IX	AIXMI_FO	AIXMI_LE	AIXMI_DI	EAIXMIS_IX	EAIXMIS_FO	EAIXMIS_LE	EAIXMIS_DI
316	251	264	10	0	42	200	0	15	36
169	229	101	5	17	46	146	6	20	57
243	240	183	8	9	44	173	3	18	47



**Εικόνα 4.16** Υπολογισμός κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κόμβο14 προς Κόμβο02

**Πίνακας 4.4** Τιμές κυκλοφοριακού φόρτου σε ενδιάμεσο σημείο της κατεύθυνσης από Κομβό14 προς Κόμβο02

T_AIXMI	T_EAIXMIS	AIXMI_IX	AIXMI_FO	AIXMI_LE	AIXMI_DI	EAIXMIS_IX	EAIXMIS_FO	EAIXMIS_LE	EAIXMIS_DI
174	143	146	0	0	28	122	0	0	21
169	99	111	6	12	40	62	4	10	23
172	121	129	3	6	34	92	2	5	22

Όπως είναι κατανοητό στο πλαίσιο της ανάπτυξης του παρόντος εργαλείου οι απεικονίσεις σε χάρτη των κυκλοφοριακών φόρτων μπορούν να γίνουν με ποικίλους τρόπους. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν κάποιοι από αυτούς.

Η συμπλήρωση των κυκλοφοριακών δεδομένων με επιπλέον έτη και κόμβους θα δώσει τη δυνατότητα για ανάπτυξη των απεικονιστικών προσεγγίσεων και την περισσότερο ολοκληρωμένη εμποπτεία των κυκλοφοριακών συνθηκών. Σε αυτή τη λογική το εργαλείο αυτό είναι έτσι δομημένο ώστε με εύκολο τρόπο να προστίθενται και να επικαιροποιούνται στοιχεία.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

Τα ΓΣΠ έχουν ευρύ πεδίο εφαρμογών σε δραστηριότητες και επιστημονικά αντικείμενα όπως η κλασική χαρτογράφηση, ο αστικός και περιφερειακός σχεδιασμός, ο τουρισμός κλπ.

Ιδιαίτερα στις μεταφορές οι τομείς εφαρμογής περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό των συγκοινωνιακών συστημάτων, την οδική ασφάλεια, τους χρόνους διαδρομής, την επιλογή δρομολογίων, τις αεροπορικές, θαλάσσιες και σιδηροδρομικές μεταφορές και φυσικά την κυκλοφοριακή λειτουργία και αποτύπωση των κυκλοφοριακών συνθηκών του οδικού δικτύου.

Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε η αποτύπωση των κυκλοφοριακών δεδομένων του Δήμου Βόλου καθώς επίσης και την δημιουργία ενός υπόβαθρου πάνω στο οποίο να είναι εφικτή η περαιτέρω εισαγωγή δεδομένων από νέες μελλοντικές μετρήσεις.

Ο κυκλοφοριακός φόρτος που συλλέχθηκε και επεξεργάστηκε αφορούσε 20 κόμβους της αστικής περιοχής του Βόλου και τα δεδομένα κυκλοφορίας αφορούσαν τα έτη 2015 και 2016. Οι αποτυπώσεις έγιναν και σε επίπεδο κόμβου αλλά και σε επίπεδο άξονα.

Η καταγραφή, επεξεργασία και αναπαράσταση του κυκλοφοριακού φόρτου του Δήμου Βόλου με την βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών:

- δίνει τη δυνατότητα που προσφέρουν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στην ενσωμάτωση μετρήσεων και δεδομένων από διαφορετικές πηγές πληροφόρησης
- αποτελεί ένα εργαλείο στο οποίο με ευκολία κάποιος χρήστης μπορεί να ενσωματώνει νέα δεδομένα
- δίνει την δυνατότητα για ποικίλη απεικονιστική παρουσίαση και χαρτογράφηση της υφιστάμενης κυκλοφοριακής κατάσταση της περιοχής μελέτης

Η δυνατότητα ακριβούς καταγραφής και επεξεργασίας πλήθους στοιχείων που αφορούν τη γεωγραφική περιοχή που καλύπτει ένας Δήμος, καθιστούν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών απαραίτητα τόσο για τους ερευνητές όσο και για την ίδια την Τοπική Αυτοδιοίκηση. Μπορούν δηλαδή να χρησιμοποιηθούν, τόσο για την άσκηση συγκεκριμένης πολιτικής, με

σκοπό την εύρεση των ιδανικότερων λύσεων και την ανάπτυξη νέων πρακτικών, όσο και για την λήψη αποφάσεων που αφορούν εντοπισμένα προβλήματα.

Στη λογική αυτή, με βάση όσα στην παρούσα εργασία υλοποιήθηκαν και αναλυτικά παρουσιάστηκαν:

- μπορούν να ενσωματωθούν περαιτέρω αλλαγές στο οδικό δίκτυο τους (όπως πεζοδρόμηση, φωτεινή σηματοδότηση, ποδηλατόδρομος κ.ά.)
- να απεικονιστούν εκτός των ροών οχημάτων, οι ροές πεζών, MMM κλπ
- να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη κυκλοφοριακή απεικόνιση με ενσωμάτωση πληροφοριών όπως πχ. με αναλυτικό διαχωρισμό ωρών, κατηγοριών οχημάτων, ύπαρξη ή μη φωτεινού σηματοδότη και γενικά επιπλέον στοιχείων και χαρακτηριστικών της κυκλοφοριακής λειτουργίας
- να παρακολουθηθούν σε διάρκεια τόσο τα μεγέθη κυκλοφορίας όσο και μεγέθη ασφάλειας, ατυχημάτων και επικίνδυνων σημείων ή αξόνων

Προς αυτήν την κατεύθυνση περισσότερα πρωτογενή δεδομένα, μετρήσεις σε διαφορετικά σημεία καθώς και συλλογή πληροφοριών από λοιπές πηγές, κρίνεται αναγκαία ώστε να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη βάση διαρκούς παρακολούθησης, μέτρησης και αποτίμησης της λειτουργία της περιοχής μελέτης.



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΗ

1. Abousaeidi M., Fauzi R., Muhamad R. (2015) "Geographic Information System (GIS) modeling approach to determine the fastest delivery routes". *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(5), 555-564.
2. Allison B.J., Dueker K.J. (2001) "Implementing the enterprise GIS in transportation database design". *Journal of Urban and Regional Information Systems Association*, 13, 17-28.
3. Alterkawi M. (2001) "Application of GIS in transportation planning: the case of Riyadh, the Kingdom of Saudi Arabia". *Journal of Global Business and Economic Review*, 1, 38-46.
4. Analitis A., Katsouyanni K., Dimakopoulou K., Samoli E., Nikoloulopoulos A.K., Petasakis Y., Touloumi G., Schwartz J., Anderson H.R., Cambra K., Forastiere F., Zmirou D., Vonk J.M., Clancy L., Kriz B., Bobvos J., Pekkanen J. (2006) "Short-term effects of ambient particles on cardiovascular and respiratory mortality". *Epidemiology*, 17(2), 230-233.
5. Avinor (2016) "Implementation of AMDB at Avinor. From GAP Analysis to Pilot Project". *Proceedings of the 2016 Esri European Transportation GIS Summit. May 19–20.*
6. Bahaire, T., Elliott-White M. (1999) "The Application of Geographical Information Systems (GIS) in Sustainable Tourism Planning: A Review". *Journal of Sustainable Tourism*, 7(2), 159-174.
7. Black W.R. (2003) *Transportation: A Geographical Analysis*, The Guilford Press.
8. Chen S., Tan J., Claramunt C., Ray C. (2011) "Multi-scale and multi-modal GIS-T data model". *Journal of Transport Geography*, 19(1), 147-161.
9. Chrisman N. R. (2003) *Exploring Geographical Information Systems*, 2nd Edition, Wiley.
10. Claramunt C., Devogele T., Fournier S., Noyon V., Petit M., Ray C. (2007) "Maritime GIS: from monitoring to simulation systems". *Information Fusion and Geographic Information Systems*, 34-44.
11. Coppock, J.T., Rhind D.W. (1991) "The history of GIS". *Geographical information systems: Principles and applications 1.1*, 21-43.
12. Cova T.J. (1999) "GIS in emergency management". *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Applications and Management*, 845-858.

13. Cruciani A., Natale A., Sancho A. (2016) "AGRICOLUS and IoT making precision farming easier". *Proceedings of the 2016 Esri User Conference. California, San Diego, June 27–30.*
14. Currie G. (2010) "Quantifying spatial gaps in public transport supply based on social needs". *Journal of Transport Geography*, 18(1), 31-41.
15. Dennis J. (2016) "Creating GIS Partnerships Supporting Transportation Planning". *Proceedings of the 2016 Esri User Conference. California, San Diego, June 27–30.*
16. Dimova S. (2010) "The Role of Geoinformation in Disaster Management". *Kartografija i Geoinformacije*, 9(14), 46-57.
17. Dueker K.J., Butler J.A. (2000) "A geographic information system framework for transportation data sharing". *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 8(1-6), 13-36.
18. Farsari Y., Prastacos P. (2002) "GIS Contribution for the Evaluation and Planning of Tourism: a sustainable tourism perspective". *Foundation for Research and Technology Hellas, Institute of Applied and Computational Mathematics, Regional Analysis Division, Heraklion, Crete.*
19. Foresman T. W. (1998) *The History of Geographic Information Systems: Perspectives from the Pioneers*, Prentice Hall.
20. Goodchild M.F. (2000) "GIS and Transportation: Status and Challenges". *GeoInformatica*, 4(2), 127-139.
21. Hess D.B. (2009) "Access to Public Transit and Its Influence on Ridership for Older Adults in Two U.S. Cities". *Journal of Transport and Land Use*, 2(1).
22. Huang B., Pan X. (2007) "GIS coupled with traffic simulation and optimization for incident response". *Computers, Environment and Urban Systems*, 31(2), 116–132.
23. Jason A., Thunen D., Eldridge D. (2016) "3D Elevation Program - Covering the Nation in 3D Elevation Data". *Proceedings of the 2016 Esri User Conference. California, San Diego, June 27–30.*
24. Jones C. (2014). *Geographical Information Systems and Computer Cartography*, Essex: Addison Wesley: Longman.
25. Kisreti A. (2016) "Online Data Management of 3D and 2D Vector and Pointcloud Data of Budapest's Road Network". *Proceedings of the 2016 Esri European Transportation GIS Summit. May 19–20.*
26. Knuutila E., Kolehmainen A. (2016) "Helsinki Airport Wayfinding Strategy & How to Get There". *Proceedings of the 2016 Esri European Transportation GIS Summit. May 19–20.*

27. Kools E. (2016) "Example of GIS and Traffic Data Used in Traffic Hackathon". *Proceedings of the 2016 Esri User Conference*. California, San Diego, June 27–30.
28. Kossari P., Kunze A. (2016) "Creating 3D Interior Maps for Campus Planning". *Proceedings of the 2016 Esri User Conference*. California, San Diego, June 27–30.
29. Leduc G. (2008) "Road traffic data: Collection methods and applications". *Working Papers on Energy, Transport and Climate Change*.
30. Lisle R.J., Brabham P., Barnes, J.W. (2011). *Basic Geological Mapping*, Wiley-Blackwell.
31. Lumpkin J.R. (2003) "History and significance of information systems and public health". *Public Health Informatics and Information Systems*, 16-38.
32. Miller H.J. (1999) "Potential Contributions of Spatial Analysis to Geographic Information Systems for Transportation (GIS-T)". *geographic analysis*, 31(4), 373-399.
33. Miller M. (2016) "Railway Asset Operational Performance Visualization in ArcGIS". *Proceedings of the 2016 Esri European Transportation GIS Summit*. May 19–20.
34. Moutinho E. (2016) "Intermodal Transportation SIIG Portal Module". *Proceedings of the 2016 Esri European Transportation GIS Summit*. May 19–20.
35. Murray A.T. (2001) "Strategic analysis of public transport coverage". *Socio-Economic Planning Sciences*, 35(3), 175-188.
36. Obermeyer N. J. (1999) "Measuring the benefits and costs of GIS". *Geographical Information Systems*, 601-610.
37. Ottens H.F.L. (1990) "The Application of Geographical Information Systems in Urban and Regional Planning". *Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning*, 17, 15-22.
38. Ou Z., Zhu J. (2008) "AIS database powered by GIS technology for maritime safety and security". *Journal of Navigation*, 61(4), 655-665.
39. Pepper J. (2016) "How Ports Benefit from the use of GIS OceanWise". *Proceedings of the 2016 Esri European Transportation GIS Summit*. May 19–20.
40. Petit M., Ray C., Claramunt C. (2006) "A contextual approach for the development of GIS: Application to maritime navigation". *Web and Wireless Geographical Information Systems*, 158-169.

41. Piwowar J.M., Ledrew E.F., Dudycha D.J.(1990) "Integration of Spatial Data in Vector and Raster Formats in a GIS Environment", *Int. Journal of Geographical Information Systems*, 4(4), 429-444.
42. Pogodzinski J.M. (2016) "Transit Productivity of Park-and-Ride: Assessing with ArcGIS Tools". *Proceedings of the 2016 Esri User Conference*. California, San Diego, June 27–30.
43. Prasannakumar V., Vijith H., Charutha R., & Geetha N. (2011) "Spatio-Temporal Clustering of Road Accidents: GIS Based Analysis and Assessment". *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 21, 317-325.
44. Resch B., Sagi G., Tornros T., Bachmaier A., Eggers J., Herkel S., Gundra H. (2014) "GIS-Based Planning and Modeling for Renewable Energy: Challenges and Future Research Avenues", *Int. Journal of Geo-Information*, 3(2), 662-692.
45. Rhind D. (1993) "Maps, Information and Geography: A New Relationship?". *Geography*, 78(2), 150-159.
46. Rodrigue J.P., Comtois C., Slack B. (2013). *The Geography of Transport Systems*.
47. Shultz J. (2015) "ArcGIS Field Data Collection for Health and Human Services". *Proceedings of the 2015 Esri Health and Human Services GIS Conference*. Georgia, Atlanta, September 14-16.
48. Sigua R., Aguilar G. (2003) "Maritime incident analysis using GIS". *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, 778-793.
49. Teodorovic D., Janic M. (2016). *Transportation Engineering Theory, Practice and Modeling*.
50. Thill J.C. (2000a). *Geographic Information Systems in Transportation Research*.
51. Thill J.C. (2000b) "Geographic information systems for transportation in perspective". *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 8(1-6), 3-12.
52. Tomblin C.D. (1990). *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
53. Van der Knaap W.G.M. (1992) "The Vector to Raster Conversion: (mis)use in GIS", *Int. Journal of Geographical Information Systems*, 6(2), 159-171.
54. Vetter A., Gartner G. (2016) "Automatic Building Generalisation for the 1:50'000 Swiss National Map". *Proceedings of the 2016 Esri User Conference*. California, San Diego, June 27–30.

55. Wang C., Corbett J. (2005) "Geographical characterization of ship traffic and emissions". *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1909.
56. Wang Q., Mkiugu M., Kinoshita I. (2014) "A GIS-Based Approach in Support of spatial Planning for Renewable Energy: A Case Study of Fukushima, Japan". *Sustainability*, 6(4), 2087-2117.
57. Warnecke L., Nanni R., Nedovic-Budic Z., Stiteler W. (2002). *Remote Sensing and Geographic Information Technology in the Nations's 50 State Forestry Organizations*. Syracuse, New York: GeoManagement Associates Inc.
58. Wilkie D., Sewall J., Lin M.C. (2012) "Transforming GIS data into functional road models for large-scale traffic simulation". *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(6), 890-901.
59. Wing M., Bettinger P. (2004). *Geographic Information Systems: Applications in Natural Resources*. New York: Mc Graw Hill.
60. Withnell V. (2016) "Manchester Airport Group GIS in Asset Management for Airport Transformation Programme". *Proceedings of the 2016 Esri European Transportation GIS Summit*. May 19–20.
61. Wright N., Yoon J. (2007). *Application of GIS Technologies in Port Facilities and Operations Management*, ASCE.
62. Yasnoff W., Miller P. (2014) "Decision Support and Expert Systems in Public Health". *Public Health Informatics and Information Systems*, 449-467.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ

1. Βαϊόπουλος Δ.Α., Βασιλόπουλος Α.Π. & Ευελπίδου Ν.Η. (2008). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών από τη θεωρία στην πράξη, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα*.
2. Ευελπίδου Ν., Αντωνίου Β. (2015). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, www.kallipos.gr*.
3. Ζερβάκου Α., Ανδρουλακάκης Ν., Κουτσόπουλος Κ. (2004). *Εκπαιδευτικό υλικό για την εφαρμογή των ΓΣΠ στη γεωλογία, 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας ΓΣΠ, Αθήνα*.
4. Κουτσόπουλος Κ. (2002). *Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών και ανάλυση χώρου, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα*.
5. Μανιάτης Γ. (1996). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γης – Κτηματολογίου, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη*.
6. Οικονόμου Γ, Γεωργόπουλος Ν. (2004). *Πληροφοριακά Συστήματα για τη Διοίκηση Επιχειρήσεων, Εκδόσεις Ευγ. Μπένου*.

7. Σιδηρόπουλος Γ. (2003). *Εισαγωγή στην Γραφική Σημειολογία και τη Θεματική Χαρτογραφία*, Βόλος.
8. Στεφανάκης Ε. (2003). *Βάσεις Γεωγραφικών Δεδομένων και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
9. Χαλκιάς Χ. (2006). *Όροι και έννοιες Επιστήμης Γεωγραφικών Πληροφοριών*, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.