

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ"
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ OPENSTREETMAP·
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΙΩΑΝΝΗ Κ. ΤΡΙΓΩΝΗ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2014

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ"
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ OPENSTREETMAP·
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΙΩΑΝΝΗ Κ. ΤΡΙΓΩΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΧΡΙΣΤΟΣ ΧΑΛΚΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2014

Περιεχόμενα

Κατάλογοι	3
Α. Κατάλογος Εικόνων	3
Β. Κατάλογος Πινάκων	7
Γ. Κατάλογος Γραφημάτων	8
Δ. Κατάλογος Χαρτών	8
Πρόλογος	9
Περίληψη	10
Abstract	11
1 Εισαγωγή	12
2 Γεωγραφικά Δεδομένα	14
2.1 Ανοιχτά Γεωγραφικά Δεδομένα	14
2.2 Γεωγραφικά Δεδομένα στο Διαδίκτυο	14
2.2.1 Geo Web	15
2.2.2 Geo Web 2.0	15
2.2.3 Volunteered Geographic Information (VGI)	16
2.2.4 Neogeography	16
2.3 Map Making Web Sites	17
2.3.1 Google Maps	17
2.3.2 Platial	17
2.3.3 Geocommons	18
2.3.4 Map Builder	18
2.3.5 GMapEZ	19
2.3.6 QuickMaps	19
2.3.7 MapBox	20
2.3.8 OpenStreetMaps (OSM)	21

3	Ποιότητα Χωρικών Δεδομένων	23
3.1	Ποιότητα Δεδομένων OSM	28
4	Δεδομένα OSM για τον Ελλαδικό χώρο.....	35
4.1	Cloudmade	35
4.2	Geofabrik.....	43
5	Μεθοδολογία.....	54
5.1	Περιοχή Μελέτης	54
5.2	Δεδομένα Κτηματολογίου Α.Ε	55
5.3	Δεδομένα OSM	56
5.4	Σύνθεση Επιπέδων.....	58
5.5	Σημεία Ελέγχου	63
5.6	Ανάλυση	64
5.6.1	Πληρότητα	65
5.6.1.1	Μήκος	65
5.6.1.2	Όνομα.....	72
5.6.2	Θεματική Ακρίβεια.....	74
5.6.2.1	Κατηγοριοποίηση.....	75
5.6.2.2	Όνομα.....	78
5.6.2.3	Κατεύθυνση Κίνησης	79
5.6.3	Χωρική Ακρίβεια	82
6	Συμπεράσματα.....	86
	Βιβλιογραφία	90
	Παραρτήματα	92
	Potlatch Manual.....	92
	Παράρτημα Χαρτών	96

Κατάλογοι

A. Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 , Δημιουργία χάρτη διαδρομής μεταξύ δύο σημείων πάνω στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο του υποβάθρου (Google Maps), μέσω της εφαρμογής της ιστοσελίδας maps.google.com. Η διαδρομή εκτός άλλων τηρεί και την κατεύθυνση κίνησης των δρόμων, δηλαδή δεν περιλαμβάνει κίνηση σε μονόδρομους αντίθετης κατεύθυνσης [Πηγή: Ιδία επεξεργασία, maps.google.com (19.02.2013)].....	17
Εικόνα 2 , Απεικόνιση επιφάνειας εργασίας της ιστοσελίδας geocommons.com με τρία διαφορετικά υπόβαθρα. (α) Microsoft Hybrid, (β) Google Hybrid, (γ) OSM [Πηγή: Ιδία επεξεργασία, geocommons.com/maps, (23.03.2013)].....	18
Εικόνα 3 , Δημιουργία χάρτη μέσω της ιστοσελίδας mapbuilder.net. Σε αυτή την περίπτωση, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει τις συντεταγμένες των σημείων που θέλει να απεικονίσει (σε WGS'84) χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο τους χάρτες της Google (Google Maps). Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα ορισμού του κεντρικού σημείου του υποβάθρου (center long/lat), αλλά και του επιπέδου μεγέθυνσης (zoom level) [Πηγή: mapbuilder.net (18.03.2013)].....	19
Εικόνα 4 , Δημιουργία χάρτη με προσθήκη σημείων μέσω της σελίδας quikmaps.com. Ως υπόβαθρο χρησιμοποιούνται οι χάρτες της Google [Πηγή: quikmaps.com (27.03.2013)]	20
Εικόνα 5 , Δημιουργία χάρτη σε γραφικό περιβάλλον, μέσω της εφαρμογής της ιστοσελίδας MarBox. Απόσπασμα της πόλη των Τρικάλων, στο οποίο είναι εμφανής η έλλειψη ανομασίας των περισσότερων οδικών αξόνων του αστικού ιστού [tiles.marbox.com (27.03.2013)]	21
Εικόνα 6 , Στιγμιότυπο του περιβάλλοντος της ιστοσελίδας των OpenStreetMaps (OSM), επικεντρωμένο στην πόλη των Τρικάλων. Παρατηρεί κανείς εύκολα την πληρότητα του ανατολικού τμήματος εν συγκρίσει με το δυτικό, τόσο σε ονομασίες οδών, όσο και στην καταγραφή της επιτρεπόμενης κατεύθυνσης κίνησης επί των οδικών αξόνων [Πηγή: openstreetmap.org (05.04.2013)].....	22
Εικόνα 7 , Ζώνη επιρροής γύρω από ένα γραμμικό στοιχείο για την πραγματοποίηση του ελέγχου της χωρικής ακρίβειας δεδομένων [Πηγή: Goodchild M.F, and Hunter G.J, (1997) A simple positional accuracy measure for linear features. International Journal of Geographical Information Science, vol 11 no 3, p. 299 - 306]	29
Εικόνα 8 , Απεικόνιση της επίθεσης των δεδομένων OSM στα δεδομένα Meridian στην περιοχή South Norwood του Λονδίνου. Με κόκκινο κύκλο υποδεικνύονται τα τμήματα στα οποία παρατηρείται παντελής έλλειψη δεδομένων OSM [Πηγή: Haklay M. (2008) How good is OpenStreetMap information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey	

datasets for London and the rest of England, Under review in Environment & Planning B: Planning and Design, p.18)	30
Εικόνα 9 , Δεδομένα οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: WGS'84, Δεδομένα: 13.12.2011) [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: downloads.cloudmade.com (17.04.2013)].....	36
Εικόνα 10 , Δεδομένα οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: WGS'84) [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (02.01.2014)]	44
Εικόνα 11 , Διαφοροποίηση των δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας από το 2011 έως το 2014. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν το ποσοστό διαφοροποίησης (%). (ΓΣΑ: WGS'84) [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: downloads.cloudmade.com (17.04.2013) & download.geofabrik.de (02.01.2014)]	48
Εικόνα 12 , Περιοχή μελέτης. Ζώνη του σχεδίου πόλεως του Δ. Τρικκαίων προσαυξημένη κατά 20 m περιμετρικά (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Ιδία επεξεργασία, πηγή δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ, μέσω της δικτυακής πύλης gis.ktimanet.gr (17.04.2014)]	55
Εικόνα 13 , Περιοχή μελέτης. Οικοδομικά τετράγωνα του σχεδίου πόλεως του Δ. Τρικκαίων όπως προέκυψαν από την ψηφιοποίηση των Ορθοφωτοχαρτών (Ο/Φ) της Κτηματολογίου ΑΕ (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Ιδία επεξεργασία, πηγή αρχικών δεδομένων: Κτηματολόγιο ΑΕ]	56
Εικόνα 14 , Δεδομένα οδικού δικτύου OSM για την πόλη των Τρικάλων. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)].....	57
Εικόνα 15 , Δεδομένα οδικού δικτύου OSM για την πόλη των Τρικάλων με υπόβαθρο τον Ορθοφωτοχάρτη της Κτηματολογίου Α.Ε. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: WGS'84) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Υπόβαθρο: Κτηματολόγιο ΑΕ, μέσω της δικτυακής πύλης gis.ktimanet.gr (17.04.2014)]	59
Εικόνα 16 , Δεδομένα οδικού δικτύου OSM για την πόλη των Τρικάλων με υπόβαθρο την Δορυφορική Απεικόνιση της εφαρμογής GoogleEarth. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: WGS'84) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Υπόβαθρο: GoogleEarth, Google Inc. (19.04.2014)].....	60

Εικόνα 17 , Υπόβαθρο οδικού δικτύου, όπως δημιουργήθηκε με βάση τα Οικοδομικά Τετράγωνα των Ορθοφωτοχαρτών της Κτηματολόγιο Α.Ε (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]	61
Εικόνα 18 , Επίθεση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για την πόλη των Τρικάλων στο υπόβαθρο του οδικού δικτύου του κτηματολογίου. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]	62
Εικόνα 19 , Η ταύτιση στο ανατολικό τμήμα της πόλης των Τρικάλων (περιοχή Πατουλιάς) των δεδομένων οδικού δικτύου OSM με το υπόβαθρο του οδικού δικτύου του κτηματολογίου. (ΓΣΑ: WGS'84) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]	63
Εικόνα 20 , Τα 20 τυχαία σημεία δειγματοληψίας και οι ζώνες επιρροής τους (ακτίνας 150 m). . (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]	64
Εικόνα 21 , Αποτελέσματα πληρότητας δεδομένων OSM για τις 20 ζώνες ελέγχου. Με κόκκινο χρώμα εμφανίζονται οι ζώνες στις οποίες τα δεδομένα OSM υπολείπονται των δεδομένων του Κτηματολογίου κατά 15% και πλέον, ενώ με πράσινο χρώμα οι ζώνες στις οποίες τα δεδομένα OSM είναι περισσότερα. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]	66
Εικόνα 22 , Buffer zone 16. Επίθεση δεδομένων OSM στα δεδομένα του υποβάθρου ελέγχου. Με κίτρινο χρώμα επισημαίνονται οι περιοχές στις οποίες υπάρχει έλλειψη δεδομένων OSM. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]	67
Εικόνα 23 , Buffer zone 18. Επίθεση δεδομένων OSM στα δεδομένα του υποβάθρου ελέγχου. Με κίτρινο χρώμα επισημαίνονται οι περιοχές στις οποίες υπάρχει έλλειψη δεδομένων OSM. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]	68
Εικόνα 24 , Buffer zone 7. Επίθεση δεδομένων OSM στα δεδομένα του υποβάθρου ελέγχου. Με κίτρινο χρώμα επισημαίνονται οι περιοχές στις οποίες υπάρχει επιπλέον πληροφορία δεδομένων OSM σε σύγκριση με το υπόβαθρο. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]	69

- Εικόνα 25**, Επίθεση δεδομένων OSM στον ορθοφωτοχάρτη του Κτηματολογίου για την buffer zone 7. Με κίτρινο χρώμα επισημαίνονται οι περιοχές στις οποίες υπάρχει επιπλέον πληροφορία δεδομένων OSM σε σύγκριση με το υπόβαθρο. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ] 70
- Εικόνα 26**, Επίθεση δεδομένων OSM στα δεδομένα του υποβάθρου ελέγχου. Πρόκειται για περιοχές του κέντρου της πόλης των Τρικάλων (buffer zones 00, 10, 14 & 17) και ο όγκος των δεδομένων OSM είναι ικανοποιητικός. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ] 71
- Εικόνα 27**, Ποσοστό πληρότητας ονομάτων των στοιχείων του οδικού δικτύου OSM για τις 20 buffer zones. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι ζώνες στις οποίες υπάρχει παντελής έλλειψη ονομασίας. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)] 73
- Εικόνα 28**, Δεδομένα OSM στην περιοχή του κέντρου της πόλης των Τρικάλων (ανάμεσα στις ζώνες 0 και 10). Το ποσοστό πληρότητας των ονομάτων στη συγκεκριμένη περιοχή ξεπερνά το 60%. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)] 74
- Εικόνα 29**, Η πόλη των Τρικάλων όπως εμφανίζεται στους χάρτες Yahoo!Maps. Με μωβ χρώμα εμφανίζεται το τμήμα του αυτοκινητοδρόμου, και με κίτρινο οι κύριες αστικές αρτηρίες. Οι υπόλοιποι οδικοί άξονες έχουν λευκό χρώμα [Πηγή: maps.yahoo.com (11.06.2014)] 76
- Εικόνα 30**, Η πόλη των Τρικάλων όπως εμφανίζεται στους χάρτες GoogleMaps. Σε αυτή την περίπτωση εμφανίζονται με κίτρινο χρώμα τόσο τα τμήματα του αυτοκινητοδρόμου, όσο και οι κύριες αστικές αρτηρίες. Οι υπόλοιποι οδικοί άξονες έχουν λευκό χρώμα [Πηγή: www.google.gr/maps (11.06.2014)] 77
- Εικόνα 31**, Επίθεση δεδομένων OSM στους χάρτες Google (Google Maps) προκειμένου να ελεγχθεί η πληρότητα των μονόδρομων. Με πράσινο χρώμα εμφανίζονται τα δεδομένα OSM τα οποία έχουν καταχωρημένη τιμή στη στήλη ελέγχου των μονόδρομων (oneway=1), ενώ με κόκκινο τα δεδομένα για τα οποία ισχύει oneway=0. [(ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)] Δεδομένα υποβάθρου: www.google.gr/maps (03.07.2014)] 81
- Εικόνα 32**, Ποσοστό χωρικής ακρίβειας των στοιχείων του οδικού δικτύου OSM για τις 20 buffer zones. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι ζώνες στις οποίες η χωρική ακρίβεια κυμαίνεται κάτω από 75% (με ελάχιστη τιμή 57,30%), ενώ με έντονο πράσινο οι περιοχές με χωρική ακρίβεια 100%

(πλήρης ταύτιση). (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)]	83
Εικόνα 33 , Μετατόπιση των στοιχείων του οδικού δικτύου OSM για τις 20 buffer zones. Με μπλε χρώμα απεικονίζονται τα δεδομένα OSM χωρίς μετατόπιση ενώ με κόκκινο χρώμα εμφανίζονται μετατοπισμένα κατά 25,18 μέτρα ανατολικά και 0,80 μέτρα βόρεια. Και στις 4 αυτές περιοχές η χωρική ακρίβεια αγγίζει το 100% (πλήρης ταύτιση). (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)].....	85

B. Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 , Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας σε km, κατηγοριοποιημένα ανά Περιφερειακή Ενότητα στις 13.12.2011.	37
Πίνακας 2 , Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_1 (μήκος οδικού δικτύου (km) / έκταση περ. ενότητας (km ²), στις 13.12.2011.	38
Πίνακας 3 , Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_2 (μήκος οδικού δικτύου (km) / πυκνότητα πληθυσμού (κατ/km ²)/1000, στις 13.12.2011.	40
Πίνακας 4 , Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_3 (μήκος οδικού δικτύου (km) / πληθυσμός περιφερειακής ενότητας(κατ.), στις 13.12.2011.	42
Πίνακας 5 , Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας σε km, κατηγοριοποιημένα ανά Περιφερειακή Ενότητα στις 02.01.2014.	45
Πίνακας 6 , Διαφορές δεδομένων οδικού δικτύου OSM από το 2011 (cloudmade) έως το 2013 (geofabrik) για το σύνολο της ελληνική επικράτειας σε km, κατηγοριοποιημένα ανά Περιφερειακή Ενότητα.	46
Πίνακας 7 , Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_1 (μήκος οδικού δικτύου (km) / έκταση περ. ενότητας (km ²), στις 02.01.2014.	49
Πίνακας 8 , Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_2 (μήκος οδικού δικτύου (km) / πυκνότητα πληθυσμού (κατ/km ²)/1000, στις 02.01.2014.	50

Πίνακας 9 , Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη d_3 (μήκος οδικού δικτύου (km) / πληθυσμός περιφερειακής ενότητας(κατ.), στις 02.01.2014.	52
Πίνακας 10 , Ανάλυση κατηγοριών οδικού δικτύου OSM για την πόλη των Τρικάλων.	57
Πίνακας 11 , Αποτελέσματα πληρότητας δεδομένων OSM για τις 20 ζώνες ελέγχου. Υπολογισμός του μήκους των δεδομένων OSM και του μήκους των στοιχείων του υποβάθρου.....	65
Πίνακας 12 , Αποτελέσματα πληρότητας ονομάτων δεδομένων OSM για τις 20 ζώνες ελέγχου. Υπολογισμός των στοιχείων που έχουν καταχωρημένη τιμή στο πεδίο της ονομασίας σε σχέση με το σύνολο των στοιχείων που εντοπίζονται σε κάθε ζώνη.....	72
Πίνακας 13 , Ανάλυση κατηγοριών οδικού δικτύου OSM για τις 20 buffer zones της περιοχής μελέτης.	74
Πίνακας 14 , Αποτελέσματα ορθότητας ονομασίας των δεδομένων OSM για τις 20 buffer zones της περιοχής μελέτης.....	78
Πίνακας 15 , Αποτελέσματα ορθότητας φοράς κίνησης των οδικών αξόνων των δεδομένων OSM για τις 20 buffer zones της περιοχής μελέτης	80
Πίνακας 16 , Αποτελέσματα ελέγχου χωρικής ακρίβειας των δεδομένων OSM για τις 20 buffer zones της περιοχής μελέτης.....	84

Γ. Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 1 , Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου OSM στην πόλη των Τρικάλων	58
--	----

Δ. Κατάλογος Χαρτών

Ένθετοι Χάρτες:

Χάρτης 1: Πληρότητα δεδομένων οδικού δικτύου OSM με δεδομένα υποβάθρου σε 20 τυχαίες ζώνες ελέγχου για την πόλη των Τρικάλων

Χάρτης 2: Χωρική Ακρίβεια δεδομένων οδικού δικτύου OSM με δεδομένα υποβάθρου σε 20 τυχαίες ζώνες ελέγχου για την πόλη των Τρικάλων

Πρόλογος

Σε μια ραγδαία εξελισσόμενη κοινωνία της πληροφορίας, όπως η σημερινή, τα γεωγραφικά δεδομένα αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για τη δημιουργία πλήθους εφαρμογών. Λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης, η οποία επιτρέπει την ενσωμάτωση απεριόριστου όγκου πληροφορίας σε μια βάση γεωγραφικών δεδομένων, οι περισσότερες βάσεις χαρακτηρίζονται από μια έντονη δυναμικότητα. Η δυναμικότητα αυτή, είναι και μία από τις αιτίες του αυξημένου κόστους των διαθέσιμων βάσεων. Το εγχείρημα των OpenStreetMap, προσπαθεί να δημιουργήσει ένα παγκόσμιο δίκτυο ελεύθερων γεωγραφικών δεδομένων, τα οποία δημιουργούνται εθελοντικά από τους ίδιους τους χρήστες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς περιορισμούς.

Για να ενισχυθεί αυτή η πρωτοβουλία, είναι απαραίτητη εκτός από τη συνεχή αύξηση του όγκου των διαθέσιμων δεδομένων OSM και της συνεχούς επικαιροποίησης των υπαρχόντων και η διασφάλιση της ποιότητάς τους. Η διασφάλιση της ποιότητας των ελεύθερων γεωγραφικών δεδομένων συμβάλλει στην αξιοποίησή τους από συνεχώς περισσότερους χρήστες. Έτσι, αξιωματικά αυξάνονται και οι εν δυνάμει χρήστες που τα δημιουργούν και έτσι σε βάθος χρόνου αυξάνεται και ο όγκος των δεδομένων.

Σε κάθε περίπτωση, ο ποιοτικός έλεγχος ενός τόσο μεγάλου όγκου δεδομένων βασίζεται σε δειγματοληπτικές μεθόδους και δεν είναι εφικτή η καθολική εξέταση του συνόλου των δεδομένων. Παρόλα αυτά, οι δειγματοληπτικοί αυτοί έλεγχοι μπορούν να δώσουν πολύ καλή εικόνα της ποιότητας για συγκεκριμένες περιοχές, για συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, ώστε οι χρήστες να μπορούν να εκτιμήσουν την καταλληλότητα χρήσης των δεδομένων OSM.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Χρίστο Χαλκιά, που μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, όπως επίσης και για το χρόνο που μου αφιέρωσε καθοδηγώντας με καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

I.K. Τριγώνης

Περίληψη

Στόχος της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της ποιότητας των δεδομένων OSM για τον ελλαδικό χώρο. Παρόμοιες έρευνες έχουν γίνει για πλήθος χωρών του εξωτερικού, ενώ για την Ελλάδα ξεχωρίζει μόλις μία προηγούμενη μελέτη.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια εισαγωγή στα ανοιχτά γεωγραφικά δεδομένα και σε έννοιες όπως Geo Web, Volunteered Geographic Information (VGI), Neogeography. Στη συνέχεια, αναφέρονται κάποιες συγκεκριμένες διαδικτυακές εφαρμογές οι οποίες επιτρέπουν στον χρήστη να δημιουργήσει τους δικούς του χάρτες, όπως οι χάρτες OSM.

Στο επόμενο κεφάλαιο, γίνεται ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την ποιότητα των γεωγραφικών δεδομένων και αναφέρονται προηγούμενες μελέτες με αντικείμενο την αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων OSM. Αναλύονται έτσι οι παράμετροι στους οποίους εστιάζεται ο έλεγχος της ποιότητας των δεδομένων από προηγούμενους μελετητές. Οι έρευνες αυτές έχουν ως περιοχή μελέτης κυρίως το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Γερμανία. Για τον ελλαδικό χώρο έχει πραγματοποιηθεί μόνο μία μελέτη για την περιοχή της Αθήνας (Κουνάδη, 2009).

Ακολουθεί η ανάλυση των δεδομένων OSM για τον ελλαδικό χώρο. Παρουσιάζονται τα διαθέσιμα δεδομένα για το σύνολο της ελληνικής επικράτειας ανά περιφερειακή ενότητα για δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους (2011 και 2014) και επιχειρείται η συσχέτιση του διαθέσιμου όγκου δεδομένων OSM με την έκταση, τον πληθυσμό και την πυκνότητα πληθυσμού κάθε περιφερειακής ενότητας.

Τέλος, πραγματοποιείται αξιολόγηση των δεδομένων OSM για την πόλη των Τρικάλων Θεσσαλίας. Η ανάλυση της ποιότητας βασίζεται στον όγκο των διαθέσιμων δεδομένων, όπου ελέγχεται η πληρότητα των δεδομένων OSM σε μήκος και το ποσοστό δεδομένων που έχει καταχωρημένο όνομα, στη θεματική τους ακρίβεια, όπου αξιολογείται η κατάταξη των οδικών αξόνων των δεδομένων OSM η ορθότητα των ονομάτων τους και η κατεύθυνση κίνησής τους και στη χωρική τους ακρίβεια, όπου υπολογίζεται το ποσοστό ταύτισής τους με ένα πρότυπο επίπεδο αναφοράς και εξάγονται τα τελικά συμπεράσματα.

Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας: Αξιολόγηση της Ποιότητας των Δεδομένων OpenStreetMap· η Περίπτωση του Ελλαδικού Χώρου

Λέξεις κλειδιά: *OpenStreetMap, OSM, γεωγραφικά δεδομένα στο διαδίκτυο, ελεύθερα γεωγραφικά δεδομένα, ποιότητα γεωγραφικών δεδομένων*

Abstract

This dissertation aims to assessing the quality of OpenStreetMap data in Greece. An assessment of the data quality has already been carried out for several European countries, but there is only one available study for Greece.

In first chapter, terms such as Geo Web, Volunteered Geographic Information (VGI), Neogeography are introduced. Also, a list of map making websites similar to OSM are presented.

In next chapter, takes place the literature review relevant with geographic data and a reference to previous studies for the evaluation of the OSM data quality. The studies that have already been carried out, took place mainly in the UK and Germany. Only one previous study focused in Greece and specifically Athens (Kounadi,2009).

Furthermore, takes place the temporal (2011-2014) assessment of the data quality for the whole Greece, into division of Administrative Regions. Through this attempt, the available OSM data of each region are correlated with their area, their population and their population density.

Finally, is carried out the study of the OSM data quality for a specific study area; the medium-sized city of Trikala, located in central Greece. The assessment of the OSM data quality included the data and name completeness, the thematic accuracy of the OSM dataset (correct road type and name, oneways) and the positional accuracy of the dataset compared with a reference dataset.

MSc Dissertation Title: Assessing the Quality of OpenStreetMap Data; the Case of Greece

Key Words: *OpenStreetMap, OSM, geographical web data, open geographical data, quality of geographical data*

1 Εισαγωγή

Το εγχείρημα των OpenStreetMaps (OSM) ξεκίνησε το 2004. Ο σκοπός της δημιουργίας τους γίνεται εύκολα αντιληπτός από την περιγραφή που υπάρχει στον ιστότοπό τους:

"Καλωσορίσατε στο OpenStreetMap, το εγχείρημα το οποίο έχει σκοπό τη δημιουργία και την ελεύθερη διακίνηση γεωγραφικών δεδομένων για ολόκληρο τον κόσμο. Το ξεκινήσαμε επειδή οι περισσότεροι χάρτες τους οποίους θεωρείτε δωρεάν έχουν στην πραγματικότητα νομικούς ή τεχνικούς περιορισμούς χρήσης, αποτρέποντας ανθρώπους να τους χρησιμοποιήσουν σε οτιδήποτε δημιουργικό, παραγωγικό και καινοτόμο."

Στο πνεύμα αυτής της διακήρυξης συντάσσονται τόσο τα εκατομμύρια χρηστών οι οποίοι τα τελευταία χρόνια αφιερώνουν χρόνο από την καθημερινότητά τους για να συμβάλλουν στη δημιουργία και τη συνεχή ενημέρωση των δεδομένων OSM, όσο και όλοι αυτοί που τα εμπιστεύονται και τα χρησιμοποιούν. Όσο όμως αυξάνεται ο αριθμός των μελών αυτής της κοινότητας και το εγχείρημα των OSM αρχίζει να καθιερώνεται στη συνείδηση των χρηστών γεωγραφικών δεδομένων αρχίζουν να προκύπτουν εύλογες απορίες σχετικά με την ποιότητά τους.

Καθώς τα δεδομένα OSM αποτελούν προϊόν προσφοράς εθελοντών και διανέμονται δωρεάν, η απαίτηση για ακρίβεια εφάμιλλη ενός επαγγελματικού προϊόντος δεν αποτέλεσε προτεραιότητα από την αρχή. Όμως, ένα πλήθος παραγόντων όπως οι αλλαγές στο υπόβαθρο των δορυφορικών απεικονίσεων πάνω στο οποίο γίνεται η ψηφιοποίηση των δεδομένων, η χρήση του γενικευμένου παγκόσμιου Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς WGS '84 (World Geodetic System 1984), η εισαγωγή αρχείων GPX από δέκτες GPS περιορισμένης και μη διευκρινισμένης ακρίβειας και άλλοι, κατέστησαν επιτακτική την ανάγκη για αξιολόγηση και έλεγχο της ποιότητας των δεδομένων OSM, προκειμένου να διασφαλιστεί η καταλληλότητα χρήσης τους (fitness for use).

Ένα πλήθος ερευνητών ασχολείται με τη διερεύνηση της ποιότητας των δεδομένων OSM τα τελευταία χρόνια. Κύριο μέλημα όλων αποτελεί η εξέταση του βαθμού στον οποίο τα δεδομένα OSM μπορούν να αντικαταστήσουν ακριβά και δυσπρόσιτα γεωγραφικά δεδομένα. Εξετάζοντας την πληρότητά τους (μέγεθος), την χωρική τους ακρίβεια (θέση) και τη θεματική τους ακρίβεια (ιδιότητες), γίνεται προσπάθεια αξιολόγησης της ποιότητας των δεδομένων OSM για διάφορες περιοχές. Δυστυχώς, από περιοχή σε περιοχή παρουσιάζονται μεγάλες διαφοροποιήσεις στη ποιότητα των δεδομένων αυτών. Συνεπώς, στόχο των ερευνητών αποτελεί εκτός από την καθιέρωση ορισμένων προτύπων ελέγχου και η δημιουργία αυτοματοποιημένων διαδικασιών ελέγχου ώστε να μπορεί να γίνεται πιο εύκολα έλεγχος της ποιότητας των δεδομένων OSM σε ακόμα περισσότερες περιοχές.

Στα επόμενα κεφάλαια, θα καθοριστεί πιο συγκεκριμένα η ποιότητα των γεωγραφικών δεδομένων, θα παρουσιαστούν αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών σχετικά με την ποιότητα των OSM. Θα γίνει επίσης μια ανάλυση των δεδομένων OSM τα οποία είναι διαθέσιμα για την Ελλάδα σήμερα (2014) και θα εξεταστεί η ποιότητα των δεδομένων OSM για την πόλη των Τρικάλων Θεσσαλίας.

2 Γεωγραφικά Δεδομένα

2.1 Ανοιχτά Γεωγραφικά Δεδομένα

Στην αρχή της δεκαετίας του '90, η κατοχή γεωγραφικών πληροφοριών θεωρούνταν ισχυρό προνόμιο και η απεριόριστη πρόσβαση σε ανοιχτά γεωγραφικά δεδομένα φάνταζε ουτοπική για τον μέσο χρήστη. Η αντίληψη ότι ο καθένας θα μπορούσε να χρησιμοποιεί χωρίς περιορισμούς δεδομένα τα οποία έχουν συλλεχθεί από άλλους και κυρίως από κρατικούς οργανισμούς καθιερώθηκε στη συνείδηση του κοινού μετά τη ραγδαία ανάπτυξη της ταχύτητας του διαδικτύου τα τελευταία χρόνια. Πλέον, κάθε είδος δεδομένων που παράγεται από τη δημόσια διοίκηση οφείλει να είναι ανοιχτό στο ευρύ κοινό. Η λογική αυτή προβάλλεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στην ιστοσελίδα του Ινστιτούτου Πληροφοριακών Συστημάτων (ΙΠΣΥ) geodata.gov.gr, όπου αναφέρεται χαρακτηριστικά πως *“τα δεδομένα της δημόσιας διοίκησης έχουν παραχθεί ή/και προμηθευτεί με χρήματα των Ελλήνων πολιτών. Άρα ανήκουν στους Έλληνες πολίτες και πρέπει να είναι προσβάσιμα από όλους μας χωρίς θεσμικούς και τεχνικούς φραγμούς.”*

Στον τομέα των γεωγραφικών δεδομένων, ο όγκος των ανοιχτών πληροφοριών παραμένει αρκετά περιορισμένος. Οι γεωγραφικές πληροφορίες παραμένουν σε μεγάλο βαθμό πολύτιμο υλικό, κάτι το οποίο μεταφράζεται σε κάποιο οικονομικό τίμημα το οποίο ο κάθε χρήστης πρέπει να καταβάλλει προκειμένου να αποκτήσει πρόσβαση σε καλής ποιότητας γεωγραφικά δεδομένα. Όπως επισημαίνει ο Haklay (2008), η κατάσταση αυτή παρατηρείται στη συντριπτική πλειοψηφία των Ευρωπαϊκών χωρών. Ακόμα όμως και στις Η.Π.Α, που μέσω του προγράμματος TIGER/Line του US Census Bureau ολόκληρο το οδικό δίκτυο της χώρας είναι διαθέσιμο στο ευρύ κοινό, οι πληροφορίες που παρέχονται είναι συγκεκριμένες και περιορίζονται στο επίπεδο του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος οδικού δικτύου, χωρίς να περιέχουν οποιαδήποτε άλλη πληροφορία. Επιπρόσθετα, καθώς ο πάροχος των δεδομένων δεν δεσμεύεται μέσω κάποιου συμβολαίου συντήρησης, η ανανέωση των δεδομένων συχνά γίνεται με μεγάλη καθυστέρηση, καθιστώντας τα έτσι ως ένα βαθμό αναξιόπιστα δεδομένα.

2.2 Γεωγραφικά Δεδομένα στο Διαδίκτυο

Παράλληλα, η αύξηση των τεχνικών δυνατοτήτων του διαδικτύου, οδήγησε και στη δημιουργία όλο και πιο σύνθετων διαδικτυακών εργαλείων και εφαρμογών. Σε όλο αυτό το συνονθύλευμα νέων τεχνολογιών δίνεται ιδιαίτερο βάρος στη γεωγραφική διάσταση των δεδομένων όλων των κατηγοριών. Γεωεπιστημάνσεις (geotagging) εικόνων και βίντεο, δημοσιεύσεις της θέσης του κάθε χρήστη σχεδόν σε όλα τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, αναζητήσεις προορισμών σε ιστοσελίδες που

παρέχουν χάρτες πλοήγησης και τόσες πολλές άλλες γεω-προσδιορισμένες ενέργειες χαρακτηρίζουν την καθημερινή πλοήγηση του μέσου χρήστη στο διαδίκτυο.

Σύμφωνα με τους Haklay, Singelton και Parker (2008), ο αριθμός των επισκεπτών ιστοσελίδων που διαχειρίζονται ανοιχτά γεωγραφικά δεδομένα επιβεβαιώνει τη συνεχώς αυξανόμενη τάση για χρήση γεωγραφικής πληροφορίας. Στα μέσα του 2005 η κυρίαρχη ιστοσελίδα γεωχωρικών δεδομένων στο Ηνωμένο Βασίλειο (MultiMap) προσελκούσε 7,3 εκ. επισκέπτες, την ίδια ώρα που η αμερικανική MapQuest κατέγραφε 47 εκ. επισκέπτες. Μέχρι το τέλος του 2007 η ιστοσελίδα των χαρτών της Google (Google Maps) μετρούσε 71,5 εκ. χρήστες και η εφαρμογή Google Earth -της ίδιας εταιρείας- 22,7 εκ. χρήστες (Wall Street Journal, 2007). Επιπλέον, μέχρι τα μέσα του 2007 υπήρχαν περισσότερα από 50.000 νέες ιστοσελίδες οι οποίες βασίζονται στους χάρτες της Google (Tran 2007), κάτι που στο παρελθόν φάνταζε ανέφικτο κυρίως λόγω της έλλειψης των απαραίτητων τεχνικών υποδομών του διαδικτύου.

2.2.1 Geo Web

Αποτέλεσμα όλης αυτής της αυξανόμενης χρήσης της γεωγραφικής διάστασης της πληροφορίας είναι η δημιουργία όλο και πιο σύνθετων μορφών απεικόνισης και διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων, κυρίως μέσω του διαδικτύου. Η λογική αυτή οδήγησε στη δημιουργία του όρου Geo Web. Ο όρος Geo Web κάνει την εμφάνισή του όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια και πλέον χρησιμοποιείται για να περιγράψει γεωγραφικά δεδομένα και εφαρμογές που σχετίζονται με το διαδίκτυο. Αυτό είναι κάτι το οποίο άνοιξε νέους και καινοτόμους δρόμους στη χρήση της γεωγραφίας, τόσο σε παραδοσιακές επαγγελματικές εφαρμογές GIS, όσο και σε νέους τομείς οι οποίοι βασίζονται στο διαδίκτυο (π.χ mashups, neogeography, volunteered GI κ.α).

2.2.2 Geo Web 2.0

Οι εφαρμογές Geo Web είναι άμεσα συνυφασμένες με το ραγδαίως εξελισσόμενο διαδίκτυο. Ο Tim O'Reilly το 2005 μέσω της δημοσίευσής του ενίσχυσε την συνεχώς εξελισσόμενη φύση του διαδικτύου με την εισαγωγή του όρου "Web 2.0". Η βασική του εισήγηση ήταν πως το διαδίκτυο μέσω της συνεχούς εξέλιξής του χαρακτηρίζεται πλέον από μια ιδιαίτερη αμφίδρομη διαδραστικότητα με τον κάθε χρήστη, κάτι το οποίο το έχει κάνει πιο χρήσιμο από ποτέ. Όπως συμπλήρωσε και ο Goodchild το 2007, το διαδίκτυο εξελίχθηκε από ένα δίκτυο αλληλεπίδρασης πολλών χρηστών με έναν ιστότοπο, σε ένα δίκτυο αλληλεπίδρασης πολλών χρηστών με πολλούς άλλους χρήστες και πολλούς ιστοτόπους. Συμπέρασμα και των δύο ήταν πως αυτό που κάνει την όλη εξέλιξη χρήσιμη είναι η δυνατότητα σύνθεσης πολύπλοκων διαδικτυακών εφαρμογών μέσω απλών εφαρμογών οι οποίες δημιουργήθηκαν και λειτουργούν αυτόνομα η μία με την άλλη,

καθιστώντας εφικτή την εργασία με απεριόριστη ποσότητα υπολογιστικής ισχύς και εργαλείων τόσο σε επίπεδο μεμονωμένων χρηστών όσο και σε επίπεδο επιχειρήσεων.

Το Geo Web 2.0 είναι η γεωγραφική ενσάρκωση των ιδεών του O'Reilly για το διαδίκτυο γενικά. Είναι μια νέα γενιά δημοσίευσης, διερεύνησης και χρήσης γεωγραφικών πληροφοριών.

2.2.3 Volunteered Geographic Information (VGI)

Μέσω της λογικής του Geo Web 2.0 και στο πλαίσιο της λογικής των ανοιχτών γεωγραφικών δεδομένων προέκυψε η έννοια των εθελοντικών γεωγραφικών δεδομένων “Volunteered Geographic Information” (VGI). Το εγχείρημα της εθελοντικής χαρτογράφησης αντιμετωπίστηκε αρχικά με ιδιαίτερο σκεπτικισμό, καθώς δεν μπορούσε κανείς να εγγυηθεί την ακρίβεια των δεδομένων που παρέχονταν δωρεάν. Το γεγονός πως μια κοινότητα χρηστών θα μπορούσε να κατασκευάσει συλλογικά ένα ολοκληρωμένο χαρτογραφικό προϊόν το οποίο θα μπορούσε ανταγωνιστεί προϊόντα επίσημων κρατικών φορέων ή πολυεθνικών εταιρειών, αποτέλεσε βασική απορία της επιστημονικής κοινότητας.

2.2.4 Neogeography

Ο όρος ΝεοΓεωγραφία (Neogeography) εισήχθη από την Di-Ann Eisner, μία εκ των ιδρυτών του platial.com. Χρησιμοποίησε αυτό τον όρο για να περιγράψει τη “νέα” γεωγραφία της σύνθεσης γεωγραφικών πληροφοριών οι οποίες προέρχονται από δύο ή περισσότερες πηγές, όπως για παράδειγμα πληροφορίες από τις δικτυακές κάμερες του Τμήματος Συγκοινωνιών της Καλιφόρνια (Caltrans), χρησιμοποιώντας ως χαρτογραφικό υπόβαθρο τους χάρτες της Yahoo. Στη συνέχεια ο όρος ΝεοΓεωγραφία υιοθετήθηκε από όσους επιχειρούσαν να αναπτύξουν σύγχρονες, βασισμένες στο διαδίκτυο εφαρμογές συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών. Ο Turner το 2006 επιχειρεί μια χρήσιμη προσέγγιση της ΝεοΓεωγραφίας και καθορίζει εννοιολογικά τον όρο με αναφορά στα παραδοσιακά Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS). Σύμφωνα με τον Turner:

“ο όρος “Neogeography” ερμηνεύεται ως η “νέα γεωγραφία” και αποτελείται από ένα σύνολο τεχνικών και εργαλείων τα οποία κινούνται εκτός των πλαισίων των παραδοσιακών Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. Ενώ παραδοσιακά ένας επαγγελματίας χαρτογράφος χρησιμοποιεί το ArcGIS, κάνει λόγο για τη διαφορά της Μερκατορικής προβολής με τη προβολή Mollweide και ασχολείται με την επίλυση εδαφικών διαφορών, ένας ΝεοΓεωγράφος (Neogeographer) χρησιμοποιεί χαρτογραφικές μεθόδους API όπως οι χάρτες της Google (Google Maps), κάνει λόγο για τις διαφορές ανάμεσα στις γλώσσες GPX και KML και γεωεπισημαίνει (geotag) φωτογραφίες από τις καλοκαιρινές του διακοπές προκειμένου να δημιουργήσει έναν χάρτη! Συμπερασματικά, η ΝεοΓεωγραφία αναφέρεται στη δημιουργία χαρτών από χρήστες χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό

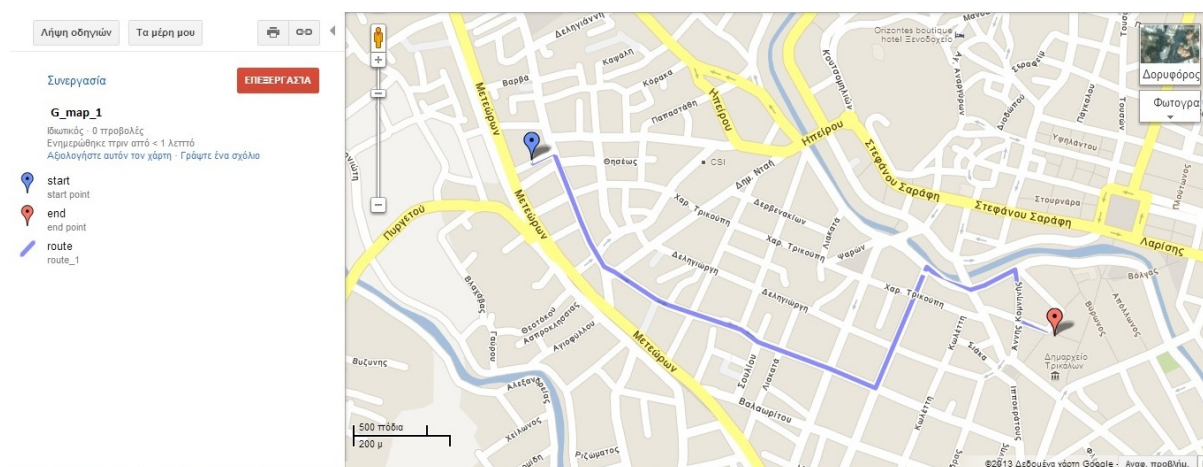
διαθέσιμων εργαλείων, ενώ καθένας τους εφαρμόζει τους δικούς του όρους για την κατασκευή των χαρτών του.”

2.3 Map Making Web Sites

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων, δημιουργήθηκε ένα πλήθος ιστοτόπων οι οποίοι επιτρέπουν στο χρήστη τους να προβεί στη δημιουργία χαρτογραφικών προϊόντων μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών. Έτσι, ο κάθε χρήστης μπορεί να επέμβει σε έναν αρχικό χάρτη που είναι διαθέσιμος στην ιστοσελίδα ενός παρόχου, ή ακόμα και να δημιουργήσει με βάση τις δικές του προτιμήσεις ένα νέο χάρτη ο οποίος θα αναρτηθεί στη δική του προσωπική ιστοσελίδα.

2.3.1 Google Maps

Μία από τις πιο διαδεδομένες υπηρεσίες δημιουργίας χαρτών μέσω της διαδικτύου είναι οι χάρτες της Google (**maps.google.com**). Η υπηρεσία αυτή της Google αποτελεί μια ιδιαίτερα απλοποιημένη διαδικασία, καθώς ο χρήστης καλείται να επιλέξει τα σημεία ενδιαφέροντός του πάνω σε χάρτες της Google (Google Maps) με απλό κλικ. Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας πολυγώνων, αλλά και γραμμές πάνω στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο του υποβάθρου. Ένα τέτοιο παράδειγμα εμφανίζεται στην Εικόνα 1 που ακολουθεί.



Εικόνα 1, Δημιουργία χάρτη διαδρομής μεταξύ δύο σημείων πάνω στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο του υποβάθρου (Google Maps), μέσω της εφαρμογής της ιστοσελίδας maps.google.com. Η διαδρομή εκτός άλλων τηρεί και την κατεύθυνση κίνησης των δρόμων, δηλαδή δεν περιλαμβάνει κίνηση σε μονόδρομους αντίθετης κατεύθυνσης [Πηγή: ίδια επεξεργασία, maps.google.com (19.02.2013)]

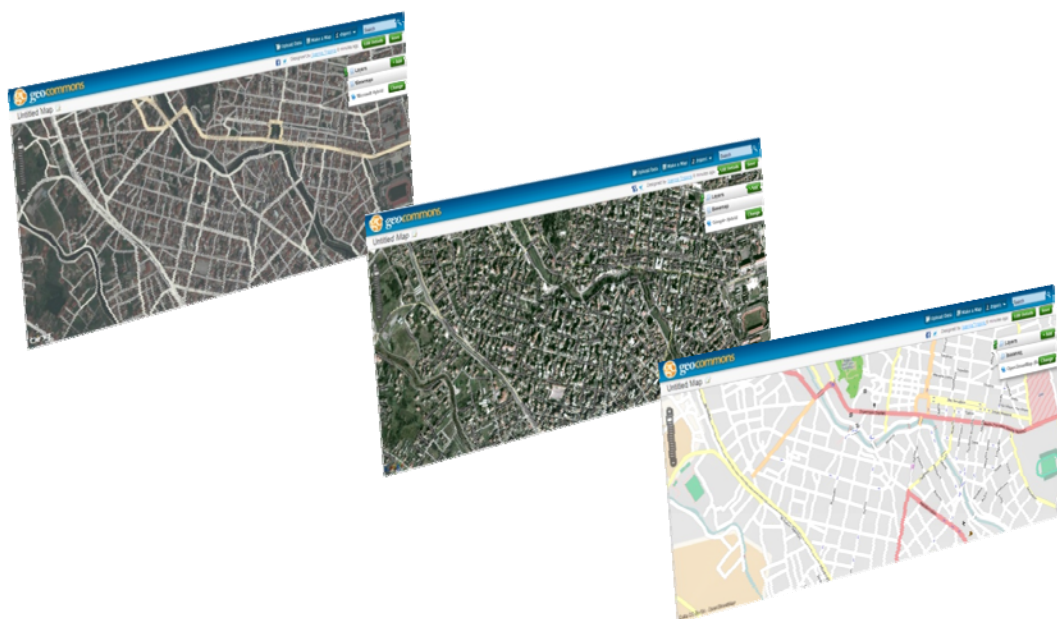
2.3.2 Platial

Μία από τις πρώτες ιστοσελίδες οι οποίες παρείχαν στο χρήστη αυτή τη δυνατότητα ήταν η **Platial** (Platial.net, 2004), της οποίας ο βασικός στόχος ήταν η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου χαρτογραφικού υποβάθρου επί του οποίου ο κάθε χρήστης μπορεί να επισημαίνει τις τοποθεσίες που τον ενδιαφέρουν και να τις μοιράζεται με τους υπόλοιπους χρήστες της υπηρεσίας. Με τη

χρήση του Platia's MapKit, ήταν δυνατή η δημοσίευση του χάρτη που έχει δημιουργηθεί σε μια ιστοσελίδα επιλογής του χρήστη. Το 2007 η ιστοσελίδα έφτασε να περιέχει πληροφορίες για 100 εκατομμύρια προορισμούς. Η συγκεκριμένη ιστοσελίδα σταμάτησε τη λειτουργία της το 2010.

2.3.3 Geocommons

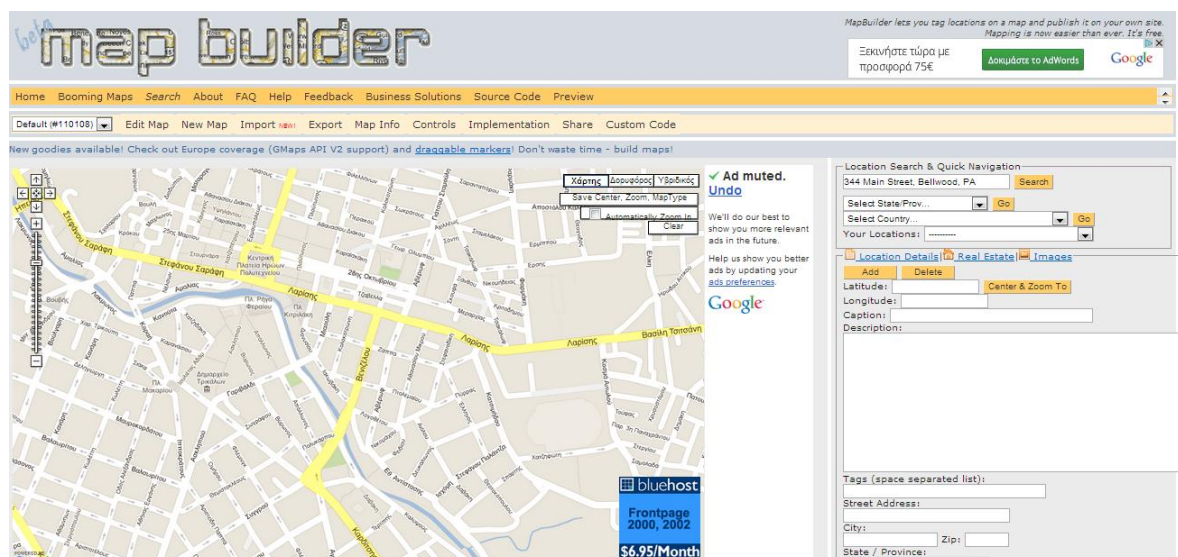
Παράλληλα με την platia, ένα πλήθος ιστοσελίδων επιχειρούν να παρέχουν την ίδια ακριβώς υπηρεσία: τη γρήγορη και ελεύθερη δημιουργία χαρτογραφικών προϊόντων. Τέτοια παραδείγματα είναι η ιστοσελίδα της geocommons (geocommons.com) η οποία αποτελεί προϊόν της ESRI και μέσω της οποίας ο κάθε χρήστης μπορεί να δημιουργήσει το δικό του χάρτη με σημεία και διαδρομές που θα ανεβάσει σε διάφορες μορφές όπως CSV, shapefiles, KML, RSS, ATOM, GeoRSS, WMS κ.α. Επίσης, παρέχεται στο χρήστη η δυνατότητα εκτέλεσης χωρικών υπολογισμών σε λειτουργία “σύννεφου” (on the cloud). Τέλος, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε ένα πλήθος υποβάθρων τα οποία είναι διαθέσιμα (π.χ Microsoft roads/hybrid/aerial, Google road/hybrid/aerial, MapQuest, OpenStreetMap road κ.α., Εικόνα 2).



Εικόνα 2, Απεικόνιση επιφάνειας εργασίας της ιστοσελίδας geocommons.com με τρία διαφορετικά υπόβαθρα. (α) Microsoft Hybrid, (β) Google Hybrid, (γ) OSM [Πηγή: Ιδία επεξεργασία, geocommons.com/maps, (23.03.2013)]

2.3.4 Map Builder

Παρόμοιες υπηρεσίες παρέχει ένα πλήθος άλλων ιστοσελίδων, όπως η MapBuilder (mapbuilder.net), η οποία επιτρέπει τη δημιουργία χαρτών και πάλι χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο τους χάρτες της Google (Εικόνα 3).



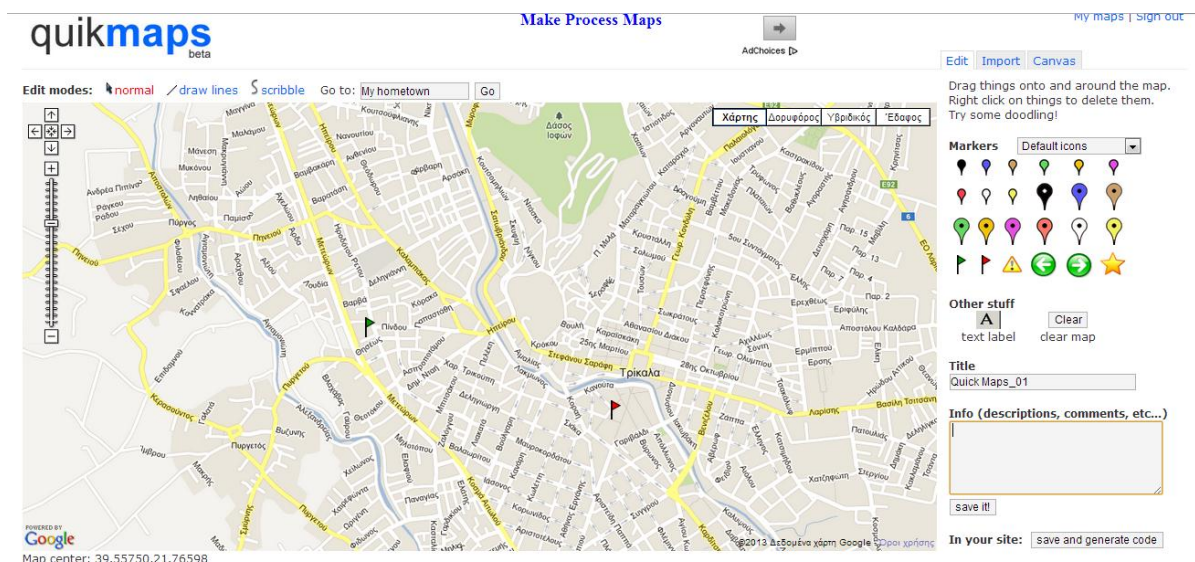
Εικόνα 3, Δημιουργία χάρτη μέσω της ιστοσελίδας mapbuilder.net. Σε αυτή την περίπτωση, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει τις συντεταγμένες των σημείων που θέλει να απεικονίσει (σε WGS'84) χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο τους χάρτες της Goggle (Google Maps). Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα ορισμού του κεντρικού σημείου του υποβάθρου (center long/lat), αλλά και του επιπέδου μεγέθυνσης (zoom level) [Πηγή: mapbuilder.net (18.03.2013)]

2.3.5 GMapEZ

Επίσης, η GMapEZ (gmapiez.n01se.net) η οποία παρέχει τον κώδικα υπό τη μορφή .html για τη δημιουργία προσωπικών χαρτών σε ιστοσελίδες επιλογής του χρήστη (απαραίτητη προϋπόθεση είναι η απόκτηση Google Maps API Key, καθώς χρησιμοποιούνται και εδώ ως υπόβαθρο οι χάρτες της Google).

2.3.6 QuickMaps

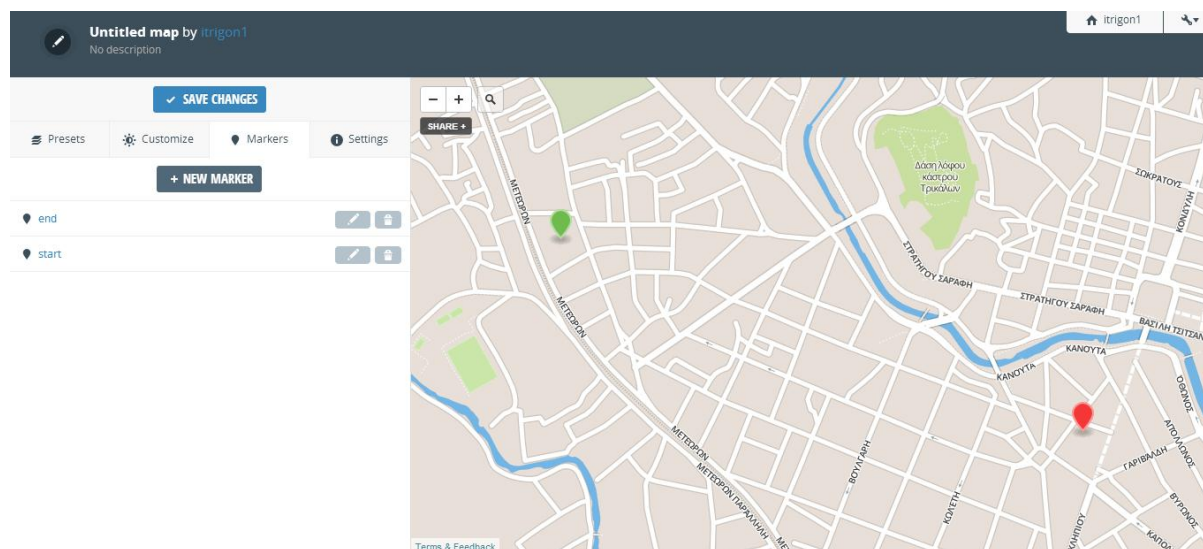
Ακόμα μία τέτοια ιστοσελίδα είναι και η QuikMaps (quikmaps.com), η οποία επιτρέπει τη δημιουργία χάρτη γραφικά, τόσο με την εισαγωγή σημείων, όσο και με την εισαγωγή σχημάτων. Επιπλέον, παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής έτοιμων αρχείων συντεταγμένων (GPS, KML) και παρέχει τη δυνατότητα εξόδου του όλου χάρτη σε μορφή κώδικα html για εισαγωγή σε κάποιο άλλο ιστότοπο (Εικόνα 4).



Εικόνα 4, Δημιουργία χάρτη με προσθήκη σημείων μέσω της σελίδας quikmaps.com. Ως υπόβαθρο χρησιμοποιούνται οι χάρτες της Google [Πηγή: quikmaps.com (27.03.2013)]

2.3.7 MapBox

Μία ακόμη διαδεδομένη ιστοσελίδα σχεδίασης προσωπικών χαρτών είναι η MapBox (mapbox.com), η οποία παρέχει ένα πλήθος συμβόλων για εισαγωγή, καθιστώντας δυνατή τη δημιουργία πιο σύνθετων χαρτών. Η δημιουργία χάρτη μεγέθους έως 50 MB είναι δωρεάν, ενώ ο χρήστης μπορεί εάν το επιθυμεί να ανεβάσει το μέγεθος του χάρτη του μέχρι και τα 5 GB, πληρώνοντας το ανάλογο αντίτιμο. Τελικό προϊόν μπορεί να είναι η εξαγωγή του χάρτη που έχει δημιουργηθεί είτε σε μορφή κώδικα html, είτε σε javascript, να εξαχθεί σε μορφή για χρήση σε λειτουργικό iOS, ή τέλος ως στατική εικόνα. Τέλος, παρέχεται η δυνατότητα παρακολούθησης ορισμένων στατιστικών στοιχείων αναφορικά με το χάρτη που έχει δημιουργηθεί, όπως για παράδειγμα ο αριθμός των χρηστών που τον επισκέφθηκαν. Το υπόβαθρο που χρησιμοποιείται είναι σχεδιασμένο από την MapBox (MapBox Streets) στο οποίο έχουν ενσωματωθεί και δεδομένα του προγράμματος OpenStreet Maps (OSM). Για το λόγο αυτό, σε αρκετές περιοχές του Ελλαδικού χώρου το υπόβαθρο θα μπορούσε να θεωρηθεί ελλιπές (Εικόνα 5).



Εικόνα 5, Δημιουργία χάρτη σε γραφικό περιβάλλον, μέσω της εφαρμογής της ιστοσελίδας MapBox. Απόσπασμα της πόλη των Τρικάλων, στο οποίο είναι εμφανής η έλλειψη ονομασίας των περισσότερων οδικών αξόνων του αστικού ιστού [tiles.mapbox.com (27.03.2013)]

2.3.8 OpenStreetMaps (OSM)

Σε αυτό το συνεχώς αυξανόμενο πλήθος ιστοσελίδων, οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει τους δικούς του χάρτες χωρικών δεδομένων ή ακόμα και να προσθέσει τα δεδομένα που ο ίδιος έχει συλλέξει, έρχεται να προστεθεί και η ιστοσελίδα των OpenStreetMaps (OSM).

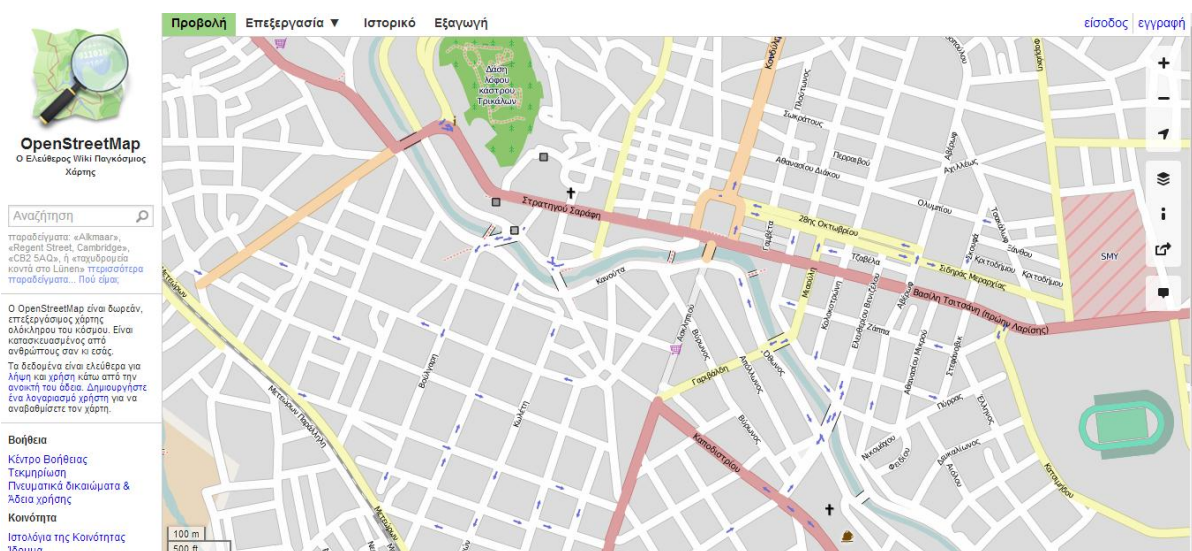
Το όλο εγχείρημα των OpenStreetMaps (OSM), προσανατολίζεται στη δημιουργία μιας γεωγραφικής βάσης δεδομένων η οποία θα περιέχει οδικούς χάρτες οι οποίοι έχουν δημιουργηθεί από χρήστες της υπηρεσίας. Στόχος του προγράμματος είναι η δημιουργία μιας σειράς ολοκληρωμένων χαρτών, οι οποίοι θα διατίθενται δωρεάν και θα είναι επεξεργάσιμοι ανά πάσα στιγμή από τους εγγεγραμμένους χρήστες της υπηρεσίας, προσδίδοντας έτσι στο τελικό προϊόν μια ιδιαίτερη ευελιξία.

Στην πράξη, οι OSM είναι ένας δικτυακός τόπος για χαρτογραφική απεικόνιση οντοτήτων οι οποίες είναι πραγματικές και επίκαιρες. Περιλαμβάνει εκατομμύρια κτιρίων και εγκαταστάσεων, δρόμους, σημεία ενδιαφέροντος και γενικά οποιαδήποτε λεπτομέρεια σχετικά με όλα τα παραπάνω. Το περιεχόμενο των σημείων ενδιαφέροντος που περιέχει βασίζεται αποκλειστικά στις προτιμήσεις και τις ανάγκες του χρήστη που τα δημιούργησε. Για τη δημιουργία δεδομένων, ο κάθε χρήστης μπορεί να κάνει τις επεμβάσεις που επιθυμεί, αρκεί να μην έχει χρησιμοποιήσει δεδομένα τα οποία προστατεύονται από οποιαδήποτε κατοχύρωση πνευματικών δικαιωμάτων (Εικόνα 6).

Στον αντίποδα, η άδεια χρήσης των προϊόντων του OSM είναι η Open Data Commons Open Database License (ODbL), η οποία αναφέρει ότι ο κάθε χρήστης μπορεί να αξιοποιεί όπως επιθυμεί

τα δεδομένα του OSM, αρκεί να αναγράφει την προέλευση των δεδομένων (OSM) και όσους συνεισέφεραν στη δημιουργία των συγκεκριμένων δεδομένων ("©OpenStreetMap contributors"). Τα δεδομένα τα οποία έχουν δημοσιευθεί πριν τη 12η Σεπτεμβρίου του 2012 όπως και το φωτογραφικό υπόβαθρο της πλατφόρμας διέπεται από την άδεια χρήσης Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 (CC-BY-SA).

Τα δεδομένα του εγχειρήματος των OSM σε ορισμένες περιπτώσεις προέρχονται και από επίσημους φορείς οι οποίοι διατηρούν χαρτογραφικά αρχεία, κάτι που ενισχύει την αξιοπιστία των δεδομένων για τις συγκεκριμένες περιοχές. Τέτοια παραδείγματα είναι η Αυστραλία, η Αυστρία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Δανία, οι Η.Π.Α, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ισπανία, ο Καναδάς, η Νέα Ζηλανδία, η Νότιος Αφρική, η Ολλανδία, η Χιλή και πολλές άλλες.



Εικόνα 6, Στιγμιότυπο του περιβάλλοντος της ιστοσελίδας των OpenStreetMaps (OSM), επικεντρωμένο στην πόλη των Τρικάλων. Παρατηρεί κανείς εύκολα την πληρότητα του ανατολικού τμήματος εν συγκρίσει με το δυτικό, τόσο σε ονομασίες οδών, όσο και στην καταγραφή της επιτρεπόμενης κατεύθυνσης κίνησης επί των οδικών αξόνων [Πηγή: openstreetmap.org (05.04.2013)]

3 Ποιότητα Χωρικών Δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες διεύρυνσης της χρήσης των ελεύθερων γεωγραφικών δεδομένων είναι η ποιότητά τους. Η ανάγκη δημιουργίας δεικτών ποιότητας για τις βάσεις γεωγραφικών δεδομένων παρατηρήθηκε εδώ και πολλά χρόνια και σύμφωνα με τον Van Oort (2006) έχουν καταγραφεί προσπάθειες αξιολόγησης πριν το 1970 (Haasbroek 1968, Balchut et al. 1979, Maling 1989 and Polman and Salzmann 1996). Σύμφωνα με τον ίδιο, οι ανησυχίες σχετικά με την ποιότητα των χωρικών δεδομένων εντάθηκαν κατά τη δεκαετία του '80, κυρίως λόγω της εμφάνισης των ψηφιακών Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) τα οποία επέτρεπαν στο μέσο χρήστη να συνδυάζει και να επεξεργάζεται χωρικά δεδομένα κάθε μορφής και της χρήσης των δορυφόρων οι οποίοι παρείχαν τεράστιο όγκο δεδομένων προς επεξεργασία.

Σύμφωνα με τον Fisher (1999), η δημιουργία χωρικών δεδομένων μπορεί να περιέχει ένα πλήθος αβεβαιοτήτων, οι οποίες επηρεάζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Αρχικά, μπορεί να επηρεαστεί η ακρίβεια του τελικού προϊόντος λόγω της ύπαρξης σφαλμάτων, είτε στη χωρική διάσταση ενός αντικειμένου (διαστάσεις, μετρήσεις, τοποθέτηση στο χώρο κ.α), είτε στα δεδομένα που καταγράφονται στον πίνακα ιδιοτήτων του (Attribute Table). Ακόμα, τα χωρικά δεδομένα χαρακτηρίζονται από μιας μορφής ασάφεια. Η ασάφεια αυτή, δεν μπορεί να ποσοτικοποιηθεί όπως η προηγούμενη κατηγορία σφαλμάτων, και αποτελεί μια μάλλον φιλοσοφική έννοια. Επίσης, η ασάφεια είναι αυτή η οποία αποτρέπει σε πολλές περιπτώσεις την αυτοματοποίηση διαδικασιών στα προγράμματα GIS. Η ασάφεια των χωρικών δεδομένων πολλές φορές δεν είναι δυνατόν να εντοπιστεί, ειδικότερα όταν η σύνθεση μιας βάσης γεωγραφικών δεδομένων βασίζεται σε Boolean μορφή (τιμές 0 και 1). Για την αντιμετώπιση τέτοιων περιπτώσεων, δημιουργήθηκε από τον Zadeh το 1965 η θεωρία Fuzzy set, η οποία εισάγει την ποσοτικοποίηση μεγεθών (πραγματικές τιμές αριθμών από 0 μέχρι 1). Τέλος, είναι συνήθης η εμφάνιση σφαλμάτων λόγω διαφορετικής αντίληψης. Αυτό σημαίνει πως ο κάθε ερευνητής δημιουργεί κάτι το οποίο ανταποκρίνεται στις δικές του –ενδεχομένως– μοναδικές ανάγκες. Η διαφορετική αντίληψη φαινομένων βασίζεται τόσο στην ύπαρξη διαφορετικών θεωριών υποστήριξής τους, όσο και στην ύπαρξη πρωτόγνωρων φαινομένων για τα οποία δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι κανόνες.

Πλέον η ανάγκη αυτή έχει γίνει επιτακτική, καθώς ο αριθμός των χρηστών οι οποίοι δημιουργούν και τροποποιούν ελεύθερα χωρικά δεδομένα έχει αυξηθεί σημαντικά. Το πλήθος των διαθέσιμων ελεύθερων χωρικών δεδομένων αυξάνεται καθημερινά με ραγδαίους ρυθμούς και ο μέσος χρήστης καλείται να επιλέξει τις πηγές των δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει χωρίς να μπορεί να τα συγκρίνει εκ των προτέρων. Επιπρόσθετα, οι διαδικασίες ψηφιοποίησης γεωγραφικών δεδομένων

έχουν απλουστευτεί σε πολύ μεγάλο βαθμό, κάτι που επιτρέπει σε μη εξειδικευμένους χρήστες να δημιουργούν δεδομένα, χωρίς να έχουν το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο. Επιπλέον, παρόλη την ανάπτυξη των εργαλείων και των εφαρμογών GIS, δεν έχει γίνει ουσιαστική πρόοδος στη δημιουργία αυτοματοποιημένων μεθόδων εκτίμησης της ποιότητας των χωρικών δεδομένων.

Σε κάθε περίπτωση, η ποιότητα των χωρικών δεδομένων είναι άμεσα συνυφασμένη με τους στόχους του κάθε χρήστη – μελετητή. Αυτό ερμηνεύει σε ένα μεγάλο βαθμό και την εξάπλωση δεδομένων αμφίβολης ποιότητας σε μέσους χρήστες. Ο μέσος χρήστης που δεν απαιτεί μεγάλη ακρίβεια για να πετύχει τους στόχους του μπορεί να ικανοποιηθεί με δεδομένα περιορισμένης ακρίβειας τα οποία μπορεί να βρει πιο εύκολα, απαιτούν περιορισμένο αποθηκευτικό χώρο και μπορούν να επεξεργαστούν μέσω απλών προγραμμάτων και εφαρμογών GIS.

Η ραγδαία αυτή εξάπλωση των υπηρεσιών και των εφαρμογών που βασίζονταν στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών οδήγησε το 2002 στην κατοχύρωση προτύπων για τα ηλεκτρονικά γεωγραφικά δεδομένα (ISO 19113:2002). Σύμφωνα με το συγκεκριμένο πρότυπο κατοχυρώνονται οι βασικές αρχές για την περιγραφή της ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων και καθορίζονται τα παραρτήματα αναφοράς αυτών των περιγραφικών χαρακτηριστικών. Ως ποιότητα, ορίζεται το σύνολο των χαρακτηριστικών ενός προϊόντος τα οποία συνεισφέρουν στην ικανότητά του να ικανοποιεί καθορισμένες και συνεπαγόμενες ανάγκες. Πρόκειται για την πρώτη καθολική απόπειρα οργάνωσης πληροφοριών σχετικά με την ποιότητα γεωγραφικών δεδομένων. Το πρότυπο ISO 19113:2002 βρίσκει εφαρμογή στους δημιουργούς χωρικών δεδομένων, οι οποίοι καλούνται να περιγράψουν μέσω μιας σειράς παραδοχών το πόσο ακριβή είναι τα δεδομένα τους σε σχέση με τον πραγματικό κόσμο και στους χρήστες αυτών των δεδομένων, οι οποίοι καλούνται με βάση τις περιγραφές των δημιουργών να αποφασίσουν κατά πόσο τα συγκεκριμένα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα συγκεκριμένο σκοπό. Σημειώνεται, πως με το συγκεκριμένο πρότυπο δεν επιχειρείται ο καθορισμός ενός κατώτατου αποδεκτού επιπέδου ποιότητας γεωγραφικών δεδομένων.

Χωρίς όμως έναν πιο λεπτομερή καθορισμό των περιγραφικών χαρακτηριστικών που αποτελούν την έννοια της ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων ο ορισμός της ποιότητας παραμένει ασαφής. Έτσι, το 2003 καθιερώθηκε το πρότυπο ISO 19114:2014, με το οποίο καθορίζεται το πλαίσιο των διαδικασιών για τον καθορισμό και την αξιολόγηση της ποιότητας των ψηφιακών χωρικών δεδομένων σύμφωνα με τις αρχές που περιγράφονταν στο πρότυπο ISO 19113:2013. Επίσης, καθορίζει ένα πλαίσιο αξιολόγησης και αναφοράς των αποτελεσμάτων της ποιότητας των δεδομένων, είτε σαν μέρος των μεταδεδομένων, είτε σαν ξεχωριστή αναφορά της ποιότητας των δεδομένων. Το συγκεκριμένο πρότυπο βρίσκει εφαρμογή στους δημιουργούς χωρικών δεδομένων,

όταν παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το πόσο καλά το προϊόν τους συμμορφώνεται με τις ποιοτικές προδιαγραφές που έχουν τεθεί, ώστε και οι χρήστες να μπορούν να αποφασίσουν αν μπορούν να το χρησιμοποιήσουν για συγκεκριμένους σκοπούς. Και τα δύο πρότυπα που περιγράφηκαν αν και δημιουργήθηκαν για να χαρακτηρίζουν ψηφιακά χωρικά δεδομένα, μπορεί η χρήση τους να επεκταθεί και σε αναλογικά γεωγραφικά δεδομένα.

Τα δύο αυτά πρότυπα αναθεωρήθηκαν το 2013 και αντικαταστάθηκαν από το ISO 19157:2013, το οποίο επανακαθορίζει τις αρχές περιγραφής της ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων. Πιο αναλυτικά, ορίζει τις επιμέρους κατηγορίες για την περιγραφή της ποιότητας των δεδομένων, καθορίζει το περιεχόμενο και τη δομή κάθε κατηγορίας όλων των μετρήσεων για την ποιότητα των δεδομένων, περιγράφει γενικές διαδικασίες αξιολόγησης της ποιότητας των δεδομένων και καθιερώνει τις βασικές αρχές των αναφορών σχετικά με την ποιότητα των γεωγραφικών δεδομένων.

Παράλληλα, με τη εξάπλωση της χρήσης των ψηφιακών χωρικών δεδομένων, η ανάγκη για δημιουργία προτύπων ικανών να εξασφαλίζουν την περιγραφή της ποιότητας των δεδομένων αυτών έγινε ακόμα πιο επιτακτική. Έτσι, καθιερώθηκαν μια σειρά από πρότυπα όπως το ISO 19115:2003 το οποίο αναφέρεται στη μορφή αλλά και στην περιεχόμενη πληροφορία των μεταδεδομένων, το ISO/TS 19103:2005, το οποίο αναφέρεται στην εννοιολογική schema language των χωρικών δεδομένων, το ISO 19135:2005, το οποίο αναφέρεται στις διαδικασίες για την καταχώριση αντικειμένων και πολλά άλλα πρότυπα τα οποία προσπάθησαν να καθιερώσουν βασικούς κανόνες δήλωσης της ποιότητας των χωρικών δεδομένων.

Στην ανάλυση των παραπάνω προτύπων βασίζεται η μελέτη των Kresse και Fadaie (2004) οι οποίοι καθόρισαν την ποιότητα των γεωγραφικών δεδομένων συναρτήσει της πληρότητάς τους, της λογικής τους συνέχειας, της απόλυτης και της σχετικής τους ακρίβειας, της θεματικής τους ακρίβειας, καθώς και του σκοπού δημιουργίας τους, του σκοπού χρήσης τους και του τρόπου παραγωγής τους (lineage).

Σύμφωνα με τον Van Oort (2006), το πιο σημαντικό κίνητρο στην περιγραφή της ποιότητας χωρικών δεδομένων είναι η τροφοδότηση του χρήστη των δεδομένων με όλη την απαραίτητη πληροφορία ώστε να μπορεί να αποφασίσει για την καταλληλότητα της χρήσης των δεδομένων για το σκοπό που τον ενδιαφέρει. Επιπλέον, επιχειρεί μια λεπτομερέστερη ανάλυση των ιδιοτήτων της ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων. Σύμφωνα με τον ίδιο, η ποιότητα μπορεί να αναλυθεί στις εξής κατηγορίες:

Ιστορικό δημιουργίας (Lineage). Πρόκειται για την ιστορία των δεδομένων. Περιγραφή των αρχικών δεδομένων από τα οποία προέκυψε το τελικό προϊόν, τον τρόπο με τον οποίο προέκυψε και συμπεριλαμβάνει όλες τις διαδικασίες και τους μετασχηματισμούς.

Χωρική Ακρίβεια (Positional Accuracy). Πρόκειται για την ακρίβεια των συντεταγμένων. Συνήθως γίνεται διάκριση μεταξύ σχετικής και απόλυτης ακρίβειας, καθώς και μεταξύ οριζοντιογραφικής και υψομετρικής. Σχετική είναι η ακρίβεια μεταξύ των δεδομένων του ίδιου προϊόντος, ενώ απόλυτη η ακρίβεια των δεδομένων του προϊόντος με ένα άλλο επίπεδο ελέγχου. Σε γενικές γραμμές, η απόλυτη ακρίβεια επηρεάζει τη σύνθεση δεδομένων από διαφορετικές πηγές και δεν αποτελεί σημαντικό παράγοντα όταν μεταχειρίζεται κανείς δεδομένα μόνο από την ίδια πηγή.

Ακρίβεια Ιδιοτήτων (Attribute Accuracy). Πρόκειται για την ακρίβεια οποιασδήποτε ιδιότητας του τελικού γεωγραφικού προϊόντος η οποία δεν έχει σχέση με την χωρική του ακρίβεια. Παραδείγματα τέτοιας ακρίβειας είναι το όνομα ενός δρόμου ή ο χαρακτηρισμός κάλυψης γης.

Λογική Συνοχή (Logical Consistency). Η λογική συνοχή των γεωγραφικών δεδομένων, περιγράφεται στο SDTS (Spatial Data Transfer Standard) των Η.Π.Α ως "η πιστότητα των σχέσεων που κωδικοποιούνται στη δομή των δεδομένων". Πρόκειται δηλαδή για το βαθμό προσκόλλησης της δομής των δεδομένων, της απόδοσής τους και των σχέσεών τους σε λογικούς κανόνες.

Πληρότητα (Completeness). Η πληρότητα, είναι ένα μέγεθος το οποίο μετρά την απουσία δεδομένων, αλλά και την ύπαρξη επιπρόσθετων δεδομένων συγκριτικά με ένα επίπεδο αναφοράς. Επίσης, η πληρότητα βασίζεται στην ύπαρξη σαφών όρων δημιουργίας του τελικού προϊόντος. Για να γίνει πιο εύκολα αντιληπτή η έννοια της πληρότητας των γεωγραφικών δεδομένων, ο Van Oort αναφέρει το παράδειγμα της δημιουργίας ενός χαρτογραφικού προϊόντος το οποίο θα περιέχει όλες τις υπηρεσίες υγείας μιας χώρας, οι οποίες δύνανται να φιλοξενήσουν πάνω από 100 ασθενείς. Σε περίπτωση που στο τελικό προϊόν δεν εμφανίζεται μία εγκατάσταση με δυναμικότητα 110 ασθενών, πρόκειται για παράλειψη. Σε περίπτωση που εμφανίζεται μια εγκατάσταση με δυναμικότητα 90 ασθενών, πρόκειται για λανθασμένη καταχώρηση, η οποία και πάλι επηρεάζει την πληρότητα του τελικού προϊόντος αρνητικά.

Αναφορικά με την πληρότητα των γεωγραφικών δεδομένων έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και η άποψη των Brassel et al. (1995), οι οποίοι εισάγουν το διαχωρισμό ανάμεσα στην πληρότητα των δεδομένων (Data Completeness) και στην πληρότητα του μοντέλου (Model Completeness). Η πληρότητα του μοντέλου είναι ο βαθμός στον οποίο τα δεδομένα ενός γεωγραφικού προϊόντος ανταποκρίνονται στην απαραίτητη πληροφορία για την οποία δημιουργήθηκαν. Αυτό όμως είναι

κάτι ιδιαίτερα δύσκολο για τον δημιουργό γεωγραφικών δεδομένων, εκτός κι αν γνωρίζει ακριβώς το λόγο δημιουργίας τους.

Σημασιολογική Ακρίβεια (Semantic Accuracy). Μετά την υιοθέτηση των προτύπων ISO, η σημασιολογική ακρίβεια έχει ελαχιστοποιηθεί και πλέον δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα στον καθορισμό της ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων.

Χρήση, Σκοπός, Περιορισμοί (Usage, Purpose, Constrains). Και οι τρεις αυτές κατηγορίες βοηθούν τον πιθανό χρήστη ενός γεωγραφικού προϊόντος να επιλέξει εάν η περιεχόμενη πληροφορία καλύπτει τις ανάγκες του. Τα πρότυπα ISO/TC211 κάνουν ένα διαχωρισμό ανάμεσα στον σκοπό δημιουργίας των δεδομένων και τη χρήση τους, καθώς ο αρχικός σκοπός δημιουργίας δεδομένων δεν μπορεί να ταυτίζεται με το στόχο κάθε χρήστη που ενδεχομένως να τα χρησιμοποιήσει. Οι περιορισμοί μπορούν να αφορούν τόσο το κόστος απόκτησης του τελικού προϊόντος, όσο και την άδεια χρήσης που ενδεχομένως να διέπει τη χρήση του.

Χρονική Ποιότητα (Temporal Quality). Η χρονική ακρίβεια, ή καλύτερα σύμφωνα με τον Van Oort η χρονική ποιότητα επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων όπως η χρονική ακρίβεια των μετρήσεων που περιέχουν ως μεταβλητή τον χρόνο, η χρονική εγκυρότητα (με τιμές ξεπερασμένα (out of date), έγκυρα (valid) και έγκυρα σε μελλοντικό χρόνο (not yet valid), τη χρονική συνοχή (σωστή σειρά γεγονότων), την τελευταία ενημέρωση, το ρυθμό αλλαγής των δυναμικών δεδομένων και τη χρονική παραγραφή, μέχρι τότε δηλαδή τα δεδομένα μπορούν να θεωρούνται αξιόπιστα.

Παραλλαγή στην Ποιότητα (Variation in Quality). Η παραλλαγή στην ποιότητα αναφέρεται στην ομοιογένεια της ποιότητας δεδομένων από το ίδιο δείγμα.

Μεταποιότητα (Meta-Quality). Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό παρέχει πληροφορίες για την ποιότητα της ποιοτικής περιγραφής των δεδομένων! Για παράδειγμα, εάν η χωρική ακρίβεια έχει προκύψει από μικρό δείγμα των δεδομένων, τότε προφανώς η εκτίμηση αυτή είναι χαμηλής ποιότητας.

Ανάλυση (Resolution). Σύμφωνα με τον Veregin (1999), συνίσταται προσοχή στη σύγχυση που προκύπτει κατά την ερμηνεία των όρων ανάλυση και κλίμακα. Συχνά μια απόφαση ή μια ανάλυση απαιτεί δεδομένα συγκεκριμένης ανάλυσης και έτσι η πληροφορία της ανάλυσης είναι σημαντική σαν πρώτο βήμα πριν από οποιονδήποτε εκτίμηση της ποιότητας.

Παρόλα αυτά όμως, η ανάγκη για δημιουργία δεικτών ποιότητας χωρικών δεδομένων θα πρέπει να βασίζεται σε γενικές παραδοχές και γενικούς κανόνες. Από όλα τα παραπάνω, γίνεται εύκολα αντιληπτό πως υπάρχει ένα πλήθος παραγόντων που δύνανται να επηρεάσουν την ακρίβεια των

χωρικών δεδομένων, συμβάλλοντας έτσι στην αβεβαιότητα του τελικού προϊόντος. Οποιοσδήποτε χρησιμοποιεί παρόμοια δεδομένα, θα πρέπει να αναλογίζεται την πιθανή ύπαρξη σφαλμάτων και να αντιμετωπίζει το τελικό προϊόν με την αβεβαιότητα που το χαρακτηρίζει, ώστε να μη χάνει τη χρησιμότητά του.

3.1 Ποιότητα Δεδομένων OSM

Η λογική του OpenStreetMap είναι αντίστοιχη με αυτή της Wikipedia: όλη η πληροφορία συγκεντρώνεται από τους χρήστες της υπηρεσίας και είναι διαθέσιμη σε όλους τους χρήστες της υπηρεσίας. Στην περίπτωση του OSM η πληροφορία είναι χωρικά δεδομένα. Για την ακρίβεια ανοιχτά γεωγραφικά δεδομένα.

Το εύλογο ερώτημα που γεννάται σχετίζεται με την ποιότητα των δεδομένων OSM. Σύμφωνα με τον Nielsen (2006) η λογική των προϊόντων UGC (User Generated Content) στα οποία η τελική πληροφορία δημιουργείται από τους ίδιους τους χρήστες της υπηρεσίας ακολουθεί τον κανόνα 90-9-1. Ο κανόνας αυτός αναφέρεται στην κατηγοριοποίηση των χρηστών της υπηρεσίας: το 90% των χρηστών απλά χρησιμοποιεί τα δεδομένα, το 9% των χρηστών συνεισφέρει στη δημιουργία δεδομένων περιστασιακά και μόλις το 1% ασχολείται ενεργά και έχει συνεισφέρει στη δημιουργία του μεγαλύτερου τμήματος της διαθέσιμης πληροφορίας.

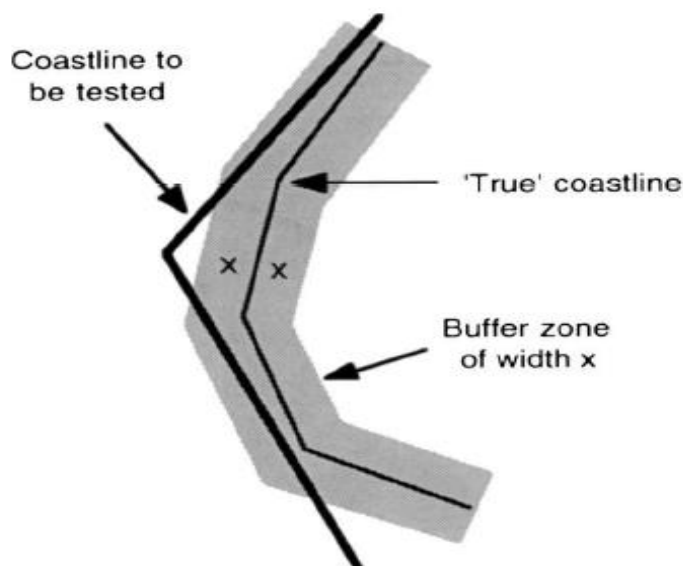
28

Κατά πόσο είναι λοιπόν εφικτό τα δεδομένα OSM, τα οποία δημιουργούνται από χρήστες, να χρησιμοποιηθούν για εφαρμογές υψηλής ακρίβειας ή επαγγελματικές εφαρμογές. Για να απαντηθεί αυτό θα πρέπει αρχικά να καθοριστεί η έννοια της ποιότητας των δεδομένων OSM.

Μια σειρά ερευνητών ασχολήθηκαν στο παρελθόν με τη διερεύνηση της ποιότητας των δεδομένων OSM, όπως ο Haklay (2008), οι Zielstra και Zipf (2009,2010,2011,2012), ο Ather (2009), ο Strunck (2010), ο Κουκολέτσος (2011) και άλλοι, είτε με δημοσιεύσεις είτε ως αντικείμενο της διδακτορικής τους διατριβής. Οι περισσότερες μελέτες έχουν γίνει για συγκεκριμένες περιοχές όπως το Ηνωμένο Βασίλειο (Haklay, Ather, Zipf, Auer, Κουκολέτσος) και η Γερμανία (Zielstra, Zipf, Strunck). Για την Ελλάδα, ξεχωρίζει η μεταπτυχιακή διατριβή της Ουρανίας Κουνάδη (2009), η οποία αναλύει την ποιότητα δεδομένων OSM για την Αθήνα.

Ο Haklay (2008), ασχολήθηκε με τον έλεγχο της ποιότητας των δεδομένων OSM στην περιοχή του Ηνωμένου Βασιλείου, ξεκινώντας από την χωρική τους ακρίβεια και την πληρότητά τους, καθώς σύμφωνα με τον ίδιο είναι τα χαρακτηριστικά τα οποία ενδιαφέρουν τους περισσότερους χρήστες. Η σύγκριση έγινε χρησιμοποιώντας ως επίπεδο αναφοράς το διανυσματικό επίπεδο OS Meridian 2, το οποίο παρέχει κάλυψη του εθνικού δικτύου του Ηνωμένου Βασιλείου (αυτοκινητόδρομοι, κύριοι και δευτερεύοντες αστικοί οδικοί άξονες). Τα δεδομένα Meridian ενώ έχουν μια θεωρητική

ακρίβεια του 1 μέτρου, στην πράξη για λόγους απλοποίησης των διανυσματικών δεδομένων η χωρική τους ακρίβεια μπορεί να φτάσει και τα 20 μέτρα (ειδικά στους αυτοκινητοδρόμους). Για το λόγο αυτό, ο Haklay χρησιμοποίησε τη μέθοδο της χωρικής ακρίβειας ψηφιοποιημένων γραμμικών στοιχείων των Goodchild και Hunter (1997), η οποία δημιουργεί μια ζώνη επιρροής (buffer zone) γύρω από το γραμμικό στοιχείο και στη συνέχεια συγκρίνονται τα δεδομένα OSM με βάση αυτό το υπόβαθρο των ζωνών επιρροής (Εικόνα 7).

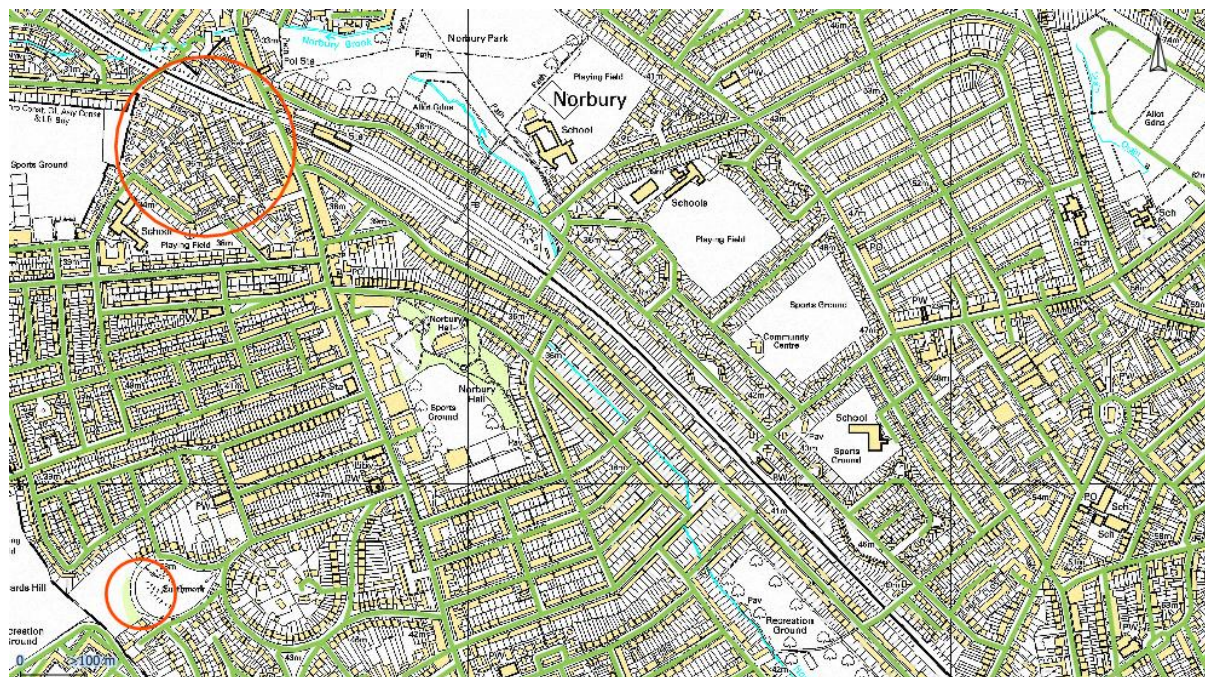


Εικόνα 7, Ζώνη επιρροής γύρω από ένα γραμμικό στοιχείο για την πραγματοποίηση του ελέγχου της χωρικής ακρίβειας δεδομένων [Πηγή: Goodchild M.F. and Hunter G.J., (1997) A simple positional accuracy measure for linear features. *International Journal of Geographical Information Science*, vol 11 no 3, p. 299 - 306]

Ο Haklay ασχολήθηκε με την αξιολόγηση της χωρικής ακρίβεια και της πληρότητας χωριστά για αυτοκινητοδρόμους και λοιπό οδικό δίκτυο. Ο έλεγχος της χωρικής ακρίβειας έγινε οπτικά. Η χωρική ακρίβεια των αυτοκινητοδρόμων των δεδομένων OSM με τα δεδομένα του Meridian για το Ηνωμένο Βασίλειο κυμαίνεται από 60 έως 89%, με μέση τιμή κοντά στο 80%, ενώ στις αστικές περιοχές παρατηρείται συστηματική μετατόπιση των δεδομένων OSM. Για τις περιοχές του Λονδίνου η μετατόπιση κυμαίνεται από 3,17 έως 8,33 μέτρα (μέσοι όροι τιμών μετατόπισης) ανά περιοχή.

Ο έλεγχος της πληρότητας έγινε με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού (MapInfo, Manifold GIS), χωρίζοντας το Ηνωμένο Βασίλειο σε τμήματα του 1km². Ο Haklay, προχώρησε σε δύο αναλύσεις. Η πρώτη αφορούσε το σύνολο των δεδομένων OSM (όλες τις κατηγορίες οδικών δικτύων), ενώ η δεύτερη μόνο τις κατηγορίες που συμπεριλαμβάνονται στα δεδομένα Meridian (motorway, major road, residential). Τα αποτελέσματα της πρώτης διεργασίας ήταν για το σύνολο του Ηνωμένου Βασιλείου: 13,2% άδεια κελιά (καμία τιμή OSM και Meridian), 61,4% τα δεδομένα Meridian πληρέστερα από τα δεδομένα OSM και 25,4% τα δεδομένα OSM πληρέστερα από τα δεδομένα

Meridian. Ενώ τα αποτελέσματα στη δεύτερη περίπτωση ήταν: 14,3% άδεια κελιά (καμία τιμή OSM και Meridian), 64,7% τα δεδομένα Meridian πληρέστερα από τα δεδομένα OSM και 21,0% τα δεδομένα OSM πληρέστερα από τα δεδομένα Meridian. Στο θέμα της πληρότητας, προχώρησε και σε μια επιπλέον εμβάθυνση στις αστικές περιοχές. Στην περίπτωση των αστικών περιοχών παρατηρήθηκε το φαινόμενο παντελούς έλλειψης δεδομένων σε ορισμένα τμήματα, ιδιαίτερα στα τμήματα στα οποία το οδικό δίκτυο δεν ακολουθούσε τη γεωμετρία του υπόλοιπου σχεδίου πόλεως (Εικόνα 8).



Εικόνα 8, Απεικόνιση της επίθεσης των δεδομένων OSM στα δεδομένα Meridian στην περιοχή South Norwood του Λονδίνου. Με κόκκινο κύκλο υποδεικνύονται τα τμήματα στα οποία παρατηρείται παντελής έλλειψη δεδομένων OSM [Πηγή: Haklay M. (2008) How good is OpenStreetMap information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets for London and the rest of England, Under review in Environment & Planning B: Planning and Design, p.18]

Επίσης, ασχολήθηκε με τον αριθμό των χρηστών που έχουν συμβάλει στη δημιουργία των δεδομένων OSM ανά περιοχή, προσπαθώντας να εντοπίσει τη σχέση εξάρτησης των χρηστών ανά περιοχή με τον όγκο, αλλά και την ποιότητα των δεδομένων OSM. Από τους 1100 χρήστες που συνεισέφεραν στη δημιουργία των δεδομένων OSM για την περιοχή μελέτης, 26 ψηφιοποίησαν το 50% των δεδομένων και 92 το 80%. Πιο αναλυτικά, το 51,3% κάθε km^2 ψηφιοποιήθηκε από ένα μόνο χρήστη, ενώ το 89,5 κάθε km^2 ψηφιοποιήθηκε από έως τρεις χρήστες. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η χωρική διασπορά των συμμετεχόντων στην ψηφιοποίηση γύρω από τα αστικά κέντρα. Εντός των ορίων κάθε αστικού κέντρου παρατηρείται συνεισφορά πολλών χρηστών, ενώ όσο μετακινείται κανείς προς την ύπαιθρο οι χρήστες οι οποίοι έχουν συνεισφέρει περιορίζονται στο ελάχιστο.

Συνέχισε τον έλεγχο της ακρίβειας των δεδομένων OSM πραγματοποιώντας μια πιο ποιοτική ανάλυση, καθώς επιχείρησε τη συσχέτιση του όγκου των δεδομένων OSM με το Δείκτη Στέρησης του Ηνωμένου Βασιλείου για το 2007 (UK Index of Deprivation 2007, ID 2007). Ο λόγος που επιχείρησε κάτι τέτοιο είναι η προσπάθεια εκτίμησης των περιοχών που προσελκύουν περισσότερο το ενδιαφέρον των χρηστών. Τα αποτελέσματα του Haklay αναφέρουν πως για τιμές του δείκτη ID 2007 1-10 (υποβαθμισμένες περιοχές) η πληρότητα κυμαίνεται στο 46,09%, ενώ η πληρότητα σε ονομασία 22,52% παρόλο που αποτελούν τμήματα του αστικού ιστού, ενώ σε περιοχές με τιμές του δείκτη 91-100 (προνομιούχες περιοχές) η πληρότητα αγγίζει το 76,59% και η πληρότητα σε ονόματα οδών το 30,21%.

Τέλος, οδηγείται σε συμπεράσματα, όπως η ταχύτητα δημιουργίας των δεδομένων OSM, καθώς σε σύντομο χρονικό διάστημα χαρτογραφήθηκε το 1/3 του Ηνωμένου Βασιλείου από περίπου 150 βασικούς χρήστες και η καλή ακρίβεια (6 μέτρων) και πληρότητα (90%) των αυτοκινητοδρόμων. Έπειτα, καταλήγει σε εκτιμήσεις σχετικά με τις κατάλληλες χρήσεις για τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα OSM για το Ηνωμένο Βασίλειο. Χαρακτηριστικά αναφέρει, πως στο 20% της επικράτειας τα δεδομένα OSM μπορούν να αντικαταστήσουν επάξια τα δεδομένα Meridian. Παρόλα αυτά όμως, καταλήγει στο συμπέρασμα πως υπάρχουν ακόμα σοβαρές ελλείψεις οι οποίες δύνανται να δημιουργήσουν προβλήματα στους πιθανούς χρήστες και πρέπει να διανυθεί αρκετός δρόμος προκειμένου να μπορέσουν τα δεδομένα OSM να αποτελέσουν μια αξιόπιστη ελεύθερη βάση δεδομένων οδικού δικτύου για την περιοχή του Ηνωμένου Βασιλείου.

Το 2009, ο Ather, ασχολήθηκε με την λεπτομερέστερη ανάλυση των δεδομένων OSM για την περιοχή του Ηνωμένου Βασιλείου στην μεταπτυχιακή του διπλωματική εργασία. Χρησιμοποίησε ένα πιο λεπτομερές επίπεδο αναφοράς για τη σύγκριση των δεδομένων το Ordnance Survey's MasterMap και συγκεκριμένα το διανυσματικό επίπεδο του δικτύου μεταφορών (Integrated Transport Network, ITN). Το συγκεκριμένο επίπεδο περιέχει τις κατηγορίες, τα ονόματα, τη φορά κίνησης και τη σήμανση στις διασταυρώσεις του οδικού δικτύου. Η χωρική του ακρίβεια φτάνει το 1 μέτρο. Σύμφωνα με τον Ather, αποτελεί την πιο πιστή απόδοση του οδικού δικτύου στο Ηνωμένο Βασίλειο με ρυθμό ανανέωσης 6 μηνών.

Ο Ather, επιχείρησε τη δημιουργία δεδομένων OSM σε μια περιοχή στην οποία δεν υπήρχε μεγάλος όγκος δεδομένων, χρησιμοποιώντας τόσο αρχεία GPX προερχόμενα από μετρήσεις στο πεδίο που πραγματοποίησε ο ίδιος με τη χρήση συσκευής GPS χειρός, όσο και ψηφιοποιώντας στο υπόβαθρο των OSM (δορυφορικές απεικονίσεις Yahoo!Maps). Η όλη διαδικασία είχε ως αποτέλεσμα τον εντοπισμό πιθανών αιτιών σφαλμάτων που μπορεί να αντιμετωπίσει ο κάθε χρήστης. Το ουσιαστικό πρόβλημα είναι η ακρίβεια του δέκτη της συσκευής GPS χειρός, η οποία είναι

περιορισμένη. Ένα ακόμη πρόβλημα είναι η τοποθέτηση κατά πλάτος κάθε οδικού άξονα. Για παράδειγμα, σε ένα δρόμο αμφίδρομης κίνησης πλάτους 12 μέτρων κάποιος χρήστης μπορεί να πήρε σημεία με μια συσκευή GPS κινούμενος στη δεξιά λωρίδα, ενώ κάποιος άλλος στην αριστερή. Με ένα οριζοντιογραφικό σφάλμα 2-5 μέτρα που αποτελεί ικανοποιητική ακρίβεια για τέτοια συσκευή, αμέσως δημιουργείται πιθανή απόκλιση έως και 15 μέτρων.

Για την ανάλυση της ποιότητας των δεδομένων OSM, ο Ather χρησιμοποίησε δεδομένα από τον δικτυακό τόπο CloudMade και ως περιοχή μελέτης όρισε 4 περιοχές έκτασης 25 km² στην περιοχή του Λονδίνου (East, North/Central, South, West) Για τον έλεγχο της χωρικής ακρίβειας χρησιμοποίησε και αυτός τη μέθοδο των Goodchild και Hunter (1997) με ζώνη επιρροής (buffer zone) 16 μέτρα για τους αυτοκινητόδρομους (motorways), 11,2 μέτρα για τους κύριους οδικούς άξονες (A-roads) και 7,5 μέτρα για τους δευτερεύοντες (B-roads). Προφανώς και για την ανάλυση της ποιότητας των δεδομένων OSM χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι τρεις κυριότεροι τύποι οδικού δικτύου.

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του MapInfo και του προγράμματος του Naureen Zulfiqar σε MathBasic. Το πρόγραμμα αυτό, δημιουργεί ζώνες επιρροής (buffer zones) ανάλογα με την κατηγορία του δρόμου, εντοπίζει το μήκος που συμπίπτουν και διαβάζει τα ονόματα των δρόμων εντοπίζοντας τις διαφορές τους. Τα αποτελέσματα της χωρικής ακρίβειας και για τις τέσσερις ζώνες των 25 km² ξεπέρασαν το 80%, φτάνοντας ακόμα και το 85% (North/Central και South περιοχές). Εντυπωσιακή είναι επίσης και η πληρότητα των ονομάτων των δεδομένων OSM η οποία ξεπερνά το 70%. Επιπλέον, ο Ather εξήγαγε και κάποια στατιστικά στοιχεία για τους δημιουργούς των δεδομένων. Με εξαίρεση το North/Central τμήμα στο οποίο αντιστοιχούν σε κάθε χρήστη 5,65 km οδικού δικτύου OSM, στα υπόλοιπα τμήματα η αναλογία κυμαίνεται από 8,3 έως 9,8 km.

Παρόμοια μελέτη πραγματοποίησαν και οι Zielstra και Zipf (2010) για την περιοχή της Γερμανίας και συγκεκριμένα 5 μεγαλουπόλεις (Berlin, Hamburg, Munich, Cologne, Frankfurt) και 5 πόλεις μεσαίου μεγέθους (Duren, Itzehoe, Landshut, Marburg, Zwickau). Ως επίπεδο ελέγχου χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα TeleAtlas με θεωρητική ακρίβεια 1 μέτρου. Για τον έλεγχο της χωρικής ακρίβειας χρησιμοποιήθηκε και πάλι η μέθοδος των Goodchild και Hunter (1997) με ζώνη επιρροής (buffer zone) 10 μέτρων και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στις μεγαλουπόλεις το ποσοστό ταύτισης των δεδομένων OSM με τα δεδομένα TeleAtlas ξεπερνά το 80%, ενώ για τις πόλεις μεσαίου μεγέθους κυμαίνεται στο 65%.

Ο έλεγχος της πληρότητας έδειξε πως τα δεδομένα OSM τείνουν να φτάνουν σε όγκο τα δεδομένα TeleAtlas, αλλά όταν η ανάλυση γίνεται πιο λεπτομερής και συμπεριλαμβάνονται μόνο τα δεδομένα OSM που αφορούν το οδικό δίκτυο κίνησης οχημάτων τα δεδομένα OSM υπολείπονται κατά 40% των δεδομένων TeleAtlas.

Και εδώ, τα συμπεράσματα είναι παρόμοια με του Haklay (2008). Επισημαίνεται ο ραγδαίος ρυθμός ανάπτυξης των δεδομένων OSM και συμπεραίνεται η ικανοποιητική πληρότητα και ακρίβεια για ορισμένα τμήματα του αστικού ιστού. Σε κάθε περίπτωση απαιτείται επιπλέον διερεύνηση της ποιότητας των δεδομένων OSM στη Γερμανία, αλλά σε γενικές γραμμές μπορούν να αποτελέσουν σχετικά αξιόλογο δωρεάν υλικό για εφαρμογές στις οποίες δεν απαιτείται ακρίβεια.

Η Ουρανία Κουνάδη (2009) με τη μεταπτυχιακή διπλωματική της εργασία εστίασε στην περιοχή της Αθήνας. Ο έλεγχος της ποιότητας των δεδομένων OSM στη συγκεκριμένη εργασία ακολούθησε τις προηγούμενες μελέτες, αλλά το επίπεδο λεπτομέρειας έφτασε μέχρι τους δευτερεύοντες αστικούς οδικούς άξονες (c-roads). Η διάκριση αυτή έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα δεδομένα του ελλαδικού χώρου, καθώς επικρατεί συχνά σύγχυση στην αντιστοίχιση των κατηγοριών των οδικών αξόνων που χρησιμοποιείται στο Ηνωμένο Βασίλειο (όπου και ξεκίνησε το εγχείρημα των OSM) με τις κατηγορίες που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα.

Η Κουνάδη, χρησιμοποίησε ως επίπεδο ελέγχου το ψηφιοποιημένο υπόβαθρο των χαρτών της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ). Σαν περιοχή μελέτης όρισε μια έκταση 25 km², χωρισμένη σε επιμέρους ζώνες του 1km².

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε και σε αυτή την περίπτωση με τη χρήση του MapInfo και του προγράμματος του Naureen Zulfiqar (2008) σε MathBasic. Συγκεκριμένα, στο θέμα της πληρότητας των δεδομένων OSM η έρευνα της Κουνάδη έδειξε μεγάλο βαθμό συμπλήρωσης των δεδομένων OSM για την περιοχή της Αθήνας. Τα δεδομένα OSM βρέθηκαν λιγότερα κατά 12% (περίπου 82 km) από τα δεδομένα του υποβάθρου της ΓΥΣ.

Στο θέμα της πληρότητας των ονομάτων υπήρχε σαφής έλλειψη δεδομένων σε σχέση με παρόμοιες έρευνες σε περιοχές του Ηνωμένου Βασιλείου και της Γερμανίας, με το ποσοστό των ονοματισμένων δρόμων να φτάνει μόλις το 26%. Παρόλα αυτά όμως, όλες οι κύριες αρτηρίες έχουν ονομαστεί και η έλλειψη παρατηρείται κυρίως σε δευτερεύοντες δρόμους. Επίσης, σε ένα τμήμα της περιοχής μελέτης το οποίο εντοπίζεται στο κέντρο του Δήμου Αθηναίων παρατηρήθηκε ποσοστό πληρότητας ονομάτων 93%. Η ακρίβεια των ονομάτων ήταν πολύ υψηλή, με το 87% των ονοματισμένων δρόμων να έχουν καταχωρημένα σωστά στοιχεία.

Αντίθετα, η θεματική ακρίβεια της κατηγορίας των δεδομένων OSM κινήθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα με τα δεδομένα που έχουν σωστή κατηγοριοποίηση να ανέρχονται στο 33% των συνολικών.

Η χωρική ακρίβεια των δεδομένων OSM ήταν πολύ υψηλή για την περιοχή μελέτης, με ποσοστό επικάλυψης 89,54% σε συνολικό μήκος 209,3 km. Στους δρόμους κατηγορίας A και B το ποσοστό επικάλυψης έφτασε το 91%.

Το 2011 δημοσιεύθηκε το άρθρο των Κουκολέτσου, Haklay και Ellul, το οποίο πραγματεύεται τη την αυτοματοποίηση των μεθόδων υπολογισμού της πληρότητας αλλά και της χωρικής ακρίβειας των δεδομένων OSM. Ως περιοχή μελέτης ορίστηκε μια έκταση 1780 km² στην ευρύτερη περιοχή του Liverpool και ως υπόβαθρο ελέγχου χρησιμοποιήθηκε το επίπεδο οδικού δικτύου των OS MasterMap.

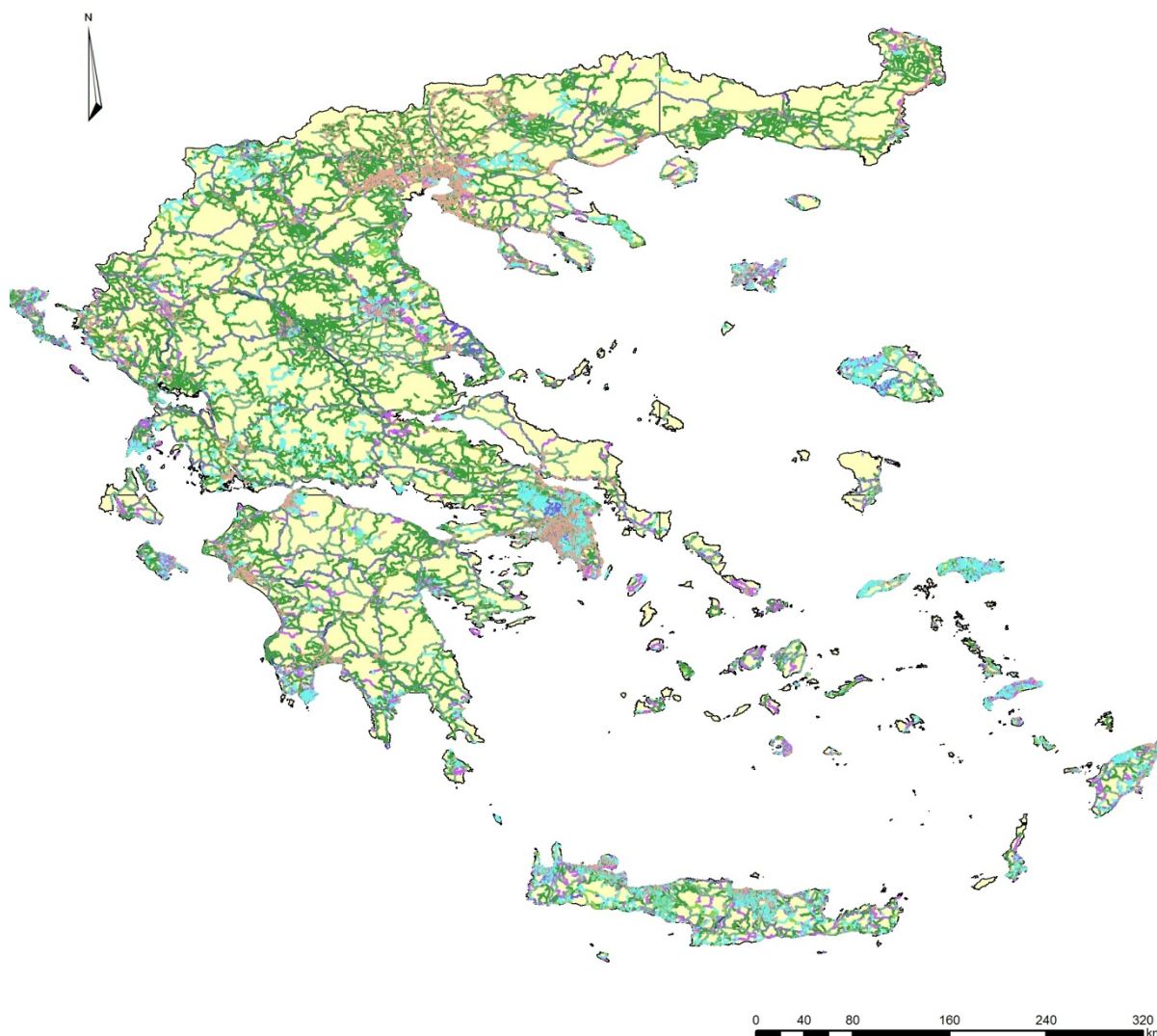
Η έρευνά τους, διαφοροποιήθηκε ως προς τις προηγούμενες ως προς τη buffer zone των δεδομένων του υποβάθρου. Σε αυτή την περίπτωση, διερευνήθηκε η δυνατότητα εντοπισμού της κατάλληλης buffer zone που θα πρέπει να δημιουργηθεί γύρω από τα δεδομένα υποβάθρου προκειμένου να επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο ποσοστό χωρικής ακρίβειας. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά πλάτη ζωνών προκειμένου να εξεταστεί η διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων της χωρικής ακρίβειας. Για την περιοχή μελέτης, έγιναν 7 διαδοχικές αναλύσεις της χωρικής ακρίβειας των δεδομένων OSM προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή χωρική ακρίβεια του 95% (με απόκλιση 0,1%). Το πλάτος των buffer zones και τα αποτελέσματα της χωρικής ακρίβειας για διαφορετικά πλάτη ζωνών ήταν τα εξής: 8 m (90,9%), 16 m (95,7%), 12 m (93,1%), 14 m (94,1%), 15 m (94,8%), 15,5 m (95,3%) και 15,25 m (95,1%), με τους αριθμούς στις παρενθέσεις να υποδεικνύουν τη χωρική ακρίβεια των δεδομένων OSM.

4 Δεδομένα OSM για τον Ελλαδικό χώρο

Τα δεδομένα των χαρτών OSM προέρχονται όπως αναφέρθηκε από πλήθος χρηστών οι οποίοι χαρτογραφούν είτε ψηφιοποιώντας ένα υπόβαθρο, είτε εισάγοντας σημεία από μετρήσεις GPS. Για τον Ελλαδικό χώρο, ο όγκος των διαθέσιμων δεδομένων είναι σημαντικά μικρότερος συγκριτικά με τα δεδομένα για τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες. Επιπλέον, ένα αρκετά μεγάλο τμήμα των διαθέσιμων δεδομένων παρουσιάζει ελλιπές πληροφορίες, με αποτέλεσμα να καθίσταται απαγορευτική η χρήση του σε συγκεκριμένες εφαρμογές. Προκειμένου να γίνει παρουσίαση της υπάρχουσας κατάστασης των διαθέσιμων δεδομένων OSM για τον Ελλαδικό χώρο, θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη στατιστική επεξεργασία τους σε περιβάλλον GIS. Δυστυχώς, το να αποκτήσει κανείς πρόσβαση σε δεδομένα οδικού δικτύου OSM σε τέτοια κλίμακα δεν είναι εφικτό μέσω των πλήρως ενημερωμένων χαρτών του openstreetmap.org, καθώς ο όγκος των δεδομένων που μπορεί κάθε χρήστης να κατεβάσει περιορίζεται προκειμένου να προστατευτεί από υπερφόρτωση ο server τους.

4.1 Cloudmade

Πλήρη δεδομένα OSM για τον ευρωπαϊκό χώρο είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα της cloudmade (downloads.cloudmade.com), αλλά η ανανέωσή τους είναι αρκετά αργή. Για τον Ελλαδικό χώρο, τα δεδομένα OSM που είναι διαθέσιμα στον δικτυακό τόπο της cloudmade χρονολογούνται στις 13 Δεκεμβρίου 2011. Με βάση τα δεδομένα αυτά, η κατάσταση του οδικού δικτύου για ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 9, Δεδομένα οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: WGS'84, Δεδομένα: 13.12.2011) [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: downloads.cloudmade.com (17.04.2013)]

Όπως φαίνεται και στην παραπάνω Εικόνα 9, το οδικό δίκτυο της Ελλάδας το οποίο είναι διαθέσιμο μέσω των OSM παρουσιάζει έντονες διαφοροποιήσεις, ανάλογα με την περιοχή ενδιαφέροντος. Έτσι για παράδειγμα στις μεγάλες πόλεις όπως η Αθήνα η πληρότητα του οδικού δικτύου κρίνεται μακροσκοπικά ικανοποιητική, ενώ σε περιοχές της ελληνικής υπαίθρου το οδικό δίκτυο περιορίζεται στα τμήματα του αστικού ιστού και στο εθνικό δίκτυο.

Προκειμένου να μπορεί να γίνει μια εκτίμηση του πλήθους των δεδομένων του οδικού δικτύου που είναι διαθέσιμα ανά νομό, το διανυσματικό επίπεδο του οδικού δικτύου εισάγεται σε ένα νέο χάρτη, με υπόβαθρο τις περιφερειακές ενότητες της Ελλάδας. Στη συνέχεια αναλύεται το μήκος των διανυσματικών στοιχείων του οδικού δικτύου ανά περιφερειακή ενότητα. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1, Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας σε km, κατηγοριοποιημένα ανά Περιφερειακή Ενότητα στις 13.12.2011.

Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2011)	%	Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2011)	%
Άγιο Όρος	413.818	0.35	Κιλκίς	1995.056	1.70
Αιτωλοακαρνανίας	3801.888	3.24	Κοζάνης	2043.476	1.74
Αργολίδας	1445.010	1.23	Κορινθίας	1460.695	1.24
Αρκαδίας	1805.426	1.54	Κυκλάδων	1771.867	1.51
Άρτας	772.795	0.66	Λακωνίας	1833.559	1.56
Αττικής	16915.946	14.41	Λάρισας	4597.911	3.92
Αχαΐας	2388.470	2.03	Λασιθίου	1749.297	1.49
Βοιωτίας	2400.746	2.04	Λέσβου	2511.086	2.14
Γρεβενών	1013.701	0.86	Λευκάδας	666.392	0.57
Δράμας	1289.492	1.10	Μαγνησίας	2150.398	1.83
Δωδεκανήσου	3023.518	2.58	Μεσσηνίας	2779.578	2.37
Έβρου	2330.274	1.98	Ξάνθης	764.940	0.65
Ευβοίας	1747.764	1.49	Πέλλας	2272.329	1.94
Ευρυτανίας	978.478	0.83	Πιερίας	1675.035	1.43
Ζακύνθου	778.929	0.66	Πρέβεζας	1264.139	1.08
Ηλείας	2529.267	2.15	Ρεθύμνης	2009.943	1.71
Ημαθίας	1970.727	1.68	Ροδόπης	1131.296	0.96
Ηρακλείου	3781.068	3.22	Σάμου	1735.009	1.48
Θεσπρωτίας	1486.880	1.27	Σερρών	2562.850	2.18
Θεσσαλονίκης	7327.130	6.24	Τρικάλων	2199.038	1.87
Ιωαννίνων	3102.468	2.64	Φθιώτιδας	2495.960	2.13
Καβάλας	1092.348	0.93	Φλώρινας	1671.607	1.42
Καρδίτσας	1644.580	1.40	Φωκίδας	1306.121	1.11
Καστοριάς	938.369	0.80	Χαλκιδικής	2186.608	1.86
Κέρκυρας	1236.456	1.05	Χανίων	3541.611	3.02
Κεφαλληνίας	570.410	0.49	Χίου	252.931	0.22
ΣΥΝΟΛΟ				117414.688	100.00

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: [downloads.cloudmade.com](https://cloudmade.com) (17.04.2013)]

Από τον παραπάνω Πίνακα 1, υπολογίζεται το συνολικό μήκος του ψηφιοποιημένου οδικού δικτύου της Ελλάδας το οποίο ήταν διαθέσιμο μέσω της ιστοσελίδας των OSM στις 13 Δεκεμβρίου 2011 και το οποίο ανερχόταν στα 117414,688 km. Ακόμα, μπορεί κανείς να παρατηρήσει τον όγκο δεδομένων που είναι διαθέσιμα ανά περιφερειακή ενότητα. Από τη σύγκριση των ποσοστών γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η περιφερειακή ενότητα Αττικής (16915,946 km, 14,41%), η περιφερειακή ενότητα Θεσσαλονίκης (7327,130 km, 6,24%) και η περιφερειακή ενότητα Λάρισας (4597,911 km, 3,92%) αποτελούν σχεδόν το 1/4 των συνολικών δεδομένων (28840,987 km, 24,56%). Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται εύκολα, αν αναλογιστεί κανείς ότι τα δεδομένα OSM δημιουργούνται από εθελοντές – χρήστες. Η λογική συνέπεια υποδεικνύει πως όσο μεγαλύτερος είναι ο πληθυσμός μιας περιφερειακής ενότητας, τόσο περισσότεροι θα είναι και οι εθελοντές που θα προσφέρουν στη δημιουργία δεδομένων OSM, επομένως τόσο μεγαλύτερος θα είναι ο όγκος των διαθέσιμων δεδομένων. Για να μπορεί όμως να γίνει μια πιο ποιοτική ανάλυση του όγκου των διαθέσιμων δεδομένων θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το μέγεθος της κάθε περιφερειακής ενότητας. Για να γίνει αυτή η σύγκριση, δημιουργείται ένας νέος δείκτης:

$$\delta_1 = \frac{\text{μήκος οδικού δικτύου (km)}}{\text{έκταση περ. ενότητας (km}^2\text{)}}$$

Σκοπός του συγκεκριμένου δείκτη είναι να αξιολογήσει το μήκος του διαθέσιμου οδικού δικτύου κάθε περιφερειακής ενότητας συναρτήσει της έκτασής της. Το αποτέλεσμα αυτής της διεργασίας για τα δεδομένα του 2011 παρουσιάζεται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί.

Πίνακας 2, Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_1 (μήκος οδικού δικτύου (km) / έκταση περ. ενότητας (km²), στις 13.12.2011.

Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2011)	Έκταση σε km ²	δ_1	Περιφερεια κή Ενότητα	Μήκος σε km (2011)	Έκταση σε km ²	δ_1
Άγιο Όρος	413.818	335.674	1.233	Κιλκίς	1995.056	2524.353	0.790
Αιτωλοακαρνανίας	3801.888	5429.156	0.700	Κοζάνης	2043.476	3517.004	0.581
Αργολίδας	1445.010	2153.967	0.671	Κορινθίας	1460.695	2294.745	0.637
Αρκαδίας	1805.426	4418.352	0.409	Κυκλάδων	1771.867	2566.280	0.690
Άρτας	772.795	1607.028	0.481	Λακωνίας	1833.559	3639.133	0.504
Αττικής	16915.946	3817.901	4.431	Λάρισας	4597.911	5385.537	0.854
Αχαΐας	2388.470	3272.683	0.730	Λασιθίου	1749.297	1825.577	0.958
Βοιωτίας	2400.746	2950.970	0.814	Λέσβου	2511.086	2156.786	1.164
Γρεβενών	1013.701	2296.416	0.441	Λευκάδας	666.392	355.947	1.872
Δράμας	1289.492	3468.762	0.372	Μαγνησίας	2150.398	2632.001	0.817
Δωδεκανήσου	3023.518	2696.222	1.121	Μεσσηνίας	2779.578	2979.779	0.933

Έβρου	2330.274	4247.855	0.549	Ξάνθης	764.940	1795.661	0.426
Ευβοίας	1747.764	4157.615	0.420	Πέλλας	2272.329	2505.799	0.907
Ευρυτανίας	978.478	1870.585	0.523	Πιερίας	1675.035	1523.448	1.100
Ζακύνθου	778.929	405.324	1.922	Πρέβεζας	1264.139	1036.100	1.220
Ηλείας	2529.267	2622.401	0.964	Ρεθύμνης	2009.943	1494.715	1.345
Ημαθίας	1970.727	1703.453	1.157	Ροδόπης	1131.296	2550.191	0.444
Ηρακλείου	3781.068	2640.668	1.432	Σάμου	1735.009	777.505	2.232
Θεσπρωτίας	1486.880	1515.944	0.981	Σερρών	2562.850	3971.765	0.645
Θεσσαλονίκης	7327.130	3679.827	1.991	Τρικάλων	2199.038	3386.077	0.649
Ιωαννίνων	3102.468	4998.950	0.621	Φθιώτιδας	2495.960	4439.824	0.562
Καβάλας	1092.348	2118.818	0.516	Φλώρινας	1671.607	1926.830	0.868
Καρδίτσας	1644.580	2637.959	0.623	Φωκίδας	1306.121	2122.775	0.615
Καστοριάς	938.369	1724.280	0.544	Χαλκιδικής	2186.608	2919.860	0.749
Κέρκυρας	1236.456	637.858	1.938	Χανίων	3541.611	2373.502	1.492
Κεφαλληνίας	570.410	881.671	0.647	Χίου	252.931	905.289	0.279
ΣΥΝΟΛΟ					117414.688		

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: downloads.cloudmade.com (17.04.2013)]

Οι τιμές του δείκτη δ_1 , ο οποίος όπως αναφέρθηκε βοηθά στη συσχέτιση του όγκου των διαθέσιμων δεδομένων OSM ανά περιφερειακή ενότητα με την έκτασή της, υποδεικνύουν ως ένα βαθμό τη σχετική πληρότητα των διαθέσιμων δεδομένων και βοηθούν στο να γίνει σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών περιοχών. Η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη δ_1 με διαφορά παρατηρείται στην Αττική ($\delta_1 = 4,431$). Το γεγονός αυτό δεν προκαλεί ιδιαίτερη έκπληξη, καθώς πρόκειται για μια περιοχή πυκνού αστικού ιστού, στην οποία παρατηρείται ο μεγαλύτερος όγκος δεδομένων OSM (Πίνακας 1) και παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμού (35,4 % του συνολικού πληθυσμού, ΕΣΥΕ 2011), άρα και τους περισσότερους χρήστες OSM. Σε αντίθεση με την Αττική, στη Θεσσαλονίκη η οποία έχει παρόμοια έκταση και στα γεωγραφικά όρια της οποίας παρατηρείται το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό όγκου δεδομένων OSM για τον ελλαδικό χώρο, η τιμή του δείκτη δ_1 έχει αρκετά πιο χαμηλή τιμή ($\delta_1 = 1,991$). Παρόμοιες τιμές του δείκτη παρατηρούνται επίσης στις περιφερειακές ενότητες Σάμου ($\delta_1 = 2,232$), Κέρκυρας ($\delta_1 = 1,938$), Ζακύνθου ($\delta_1 = 1,922$), και Λευκάδας ($\delta_1 = 1,872$). Οι περιοχές που παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές του δείκτη δ_1 – με εξαίρεση την Αττική και τη Θεσσαλονίκη – είναι νησιά. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί σε δύο κύριους λόγους. Ο πρώτος λόγος είναι τα πεπερασμένα και σαφή γεωγραφικά όρια ενός νησιού συγκριτικά με τα όρια μιας ηπειρωτικής περιοχής. Ο δεύτερος λόγος είναι το διεθνές ενδιαφέρον που μπορεί να προσελκύσει ένας τουριστικός προορισμός όπως τα ελληνικά νησιά, αυξάνοντας έτσι τους εν δυνάμει χρήστες και δημιουργούς των δεδομένων OSM. Με εξαίρεση τη Χίο ($\delta_1 = 0,279$), την Κεφαλονιά ($\delta_1 = 0,647$) και τις Κυκλάδες ($\delta_1 = 0,690$), στα υπόλοιπα νησιά παρατηρούνται

τιμές πάνω από τη μέση τιμή του δείκτη ($\bar{\delta}_1=0,953$). Ο συντελεστής συσχέτισης των δεδομένων OSM ανά περιφερειακή ενότητα και της έκτασης κάθε περιφερειακής ενότητας για τα δεδομένα του 2011 είναι 0,426. Δηλαδή, η συσχέτιση των δύο αυτών μεγεθών είναι θετική, αλλά δεν παρατηρείται μεγάλη εξάρτηση της έκτασης κάθε περιφερειακής ενότητας με το μήκος των διαθέσιμων δεδομένων OSM.

Ο όγκος των διαθέσιμων δεδομένων OSM για μια συγκεκριμένη περιοχή δεν εξαρτάται όμως μόνο από την έκτασή της. Καθώς η δημιουργία των συγκεκριμένων δεδομένων επαφίεται στους ίδιους τους χρήστες, είναι λογικό ο όγκος των διαθέσιμων δεδομένων να είναι άμεσα συνυφασμένος και με τον πληθυσμό κάθε περιοχής. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε ένας επιπλέον δείκτης:

$$\delta_2 = \frac{\text{μήκος οδικού δικτύου (km)}}{\text{πληθυσμός/έκταση περ. ενότητας (κατ./km}^2\text{)}}$$

Ο δείκτης δ_2 , συνυπολογίζει την έκταση κάθε περιφερειακής ενότητας και τον πληθυσμό της (σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ, 2011).

Τα αποτελέσματα για τα δεδομένα OSM του 2011 εμφανίζονται στον Πίνακα 3 που ακολουθεί.

Πίνακας 3, Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_2 (μήκος οδικού δικτύου (km) / πυκνότητα πληθυσμού (κατ./km²)/1000, στις 13.12.2011.

40

Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2011)	Πυκνότητα	δ_2	Περιφέρεια κή Ενότητα	Μήκος σε km (2011)	Πυκνότη τα	δ_2
Άγιο Όρος	413.818	5.40	76.702	Κιλκίς	1995.056	31.86	62.625
Αιτωλοακαρνανίας	3801.888	38.83	97.917	Κοζάνης	2043.476	42.71	47.850
Αργολίδας	1445.010	45.05	32.073	Κορινθίας	1460.695	63.22	23.104
Αρκαδίας	1805.426	19.62	92.023	Κυκλάδων	1771.867	45.99	38.526
Άρτας	772.795	42.24	18.296	Λακωνίας	1833.559	24.49	74.857
Αττικής	16915.946	1002.76	16.869	Λάρισας	4597.911	52.79	87.091
Αχαΐας	2388.470	94.63	25.240	Λασιθίου	1749.297	41.29	42.364
Βοιωτίας	2400.746	39.96	60.079	Λέσβου	2511.086	48.08	52.227
Γρεβενών	1013.701	13.83	73.303	Λευκάδας	666.392	66.56	10.011
Δράμας	1289.492	28.33	45.509	Μαγνησίας	2150.398	77.43	27.771
Δωδεκανήσου	3023.518	70.84	42.684	Μεσσηνίας	2779.578	53.68	51.781
Έβρου	2330.274	34.83	66.907	Ξάνθης	764.940	61.94	12.350
Ευβοίας	1747.764	50.71	34.469	Πέλλας	2272.329	55.74	40.765
Ευρυτανίας	978.478	10.74	91.147	Πιερίας	1675.035	83.17	20.141
Ζακύνθου	778.929	100.56	7.746	Πρέβεζας	1264.139	55.49	22.782

Ηλείας	2529.267	60.75	41.637	Ρεθύμνης	2009.943	57.27	35.093
Ημαθίας	1970.727	82.54	23.875	Ροδόπης	1131.296	43.93	25.750
Ηρακλείου	3781.068	115.69	32.684	Σάμου	1735.009	55.12	31.475
Θεσπρωτίας	1486.880	28.75	51.713	Σερρών	2562.850	44.42	57.694
Θεσσαλονίκης	7327.130	301.79	24.279	Τρικάλων	2199.038	38.71	56.804
Ιωαννίνων	3102.468	33.59	92.370	Φθιώτιδας	2495.960	35.64	70.034
Καβάλας	1092.348	65.45	16.689	Φλώρινας	1671.607	26.68	62.646
Καρδίτσας	1644.580	43.04	38.208	Φωκίδας	1306.121	19.00	68.726
Καστοριάς	938.369	29.18	32.153	Χαλκιδικής	2186.608	36.27	60.284
Κέρκυρας	1236.456	163.63	7.557	Χανίων	3541.611	65.97	53.683
Κεφαλληνίας	570.410	44.27	12.885	Χίου	252.931	58.18	4.347
ΣΥΝΟΛΟ					117414.688		

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: ΕΣΥΕ απογραφή πληθυσμού 2011, downloads.cloudmade.com (17.04.2013)]

Οι υψηλότερες τιμές του δείκτη δ_2 παρατηρούνται στις περιφερειακές ενότητες Αιτωλοακαρνανίας (97,92), Ιωαννίνων (92,37), Αρκαδίας (92,02), Ευρυτανίας (91,15) και Λάρισας (87,06). Η εικόνα των διαθέσιμων δεδομένων OSM συγκριτικά με πυκνότητα πληθυσμού ανά περιφερειακή ενότητα, δηλαδή οι τιμές του δείκτη δ_2 είναι εντελώς διαφορετική από αυτές του δείκτη της προηγούμενης παραγράφου (δείκτης δ_1). Ο δείκτης δ_2 για την περιφερειακή ενότητα Αττικής είναι ιδιαίτερα χαμηλός, μόλις 16,87 (45η θέση), όπως και για την περιφερειακή ενότητα Θεσσαλονίκης 24,28 (39η θέση). Η ερμηνεία αυτής της συμπεριφοράς των δύο δεικτών είναι σχετικά απλή, αν λάβει κανείς υπόψη την πολύ μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα των δύο περιφερειακών ενότητων (1003 και 302 κάτοικοι/ km² για Αττική και Θεσσαλονίκη αντίστοιχα). Ο συντελεστής συσχέτισης των δεδομένων OSM ανά περιφερειακή ενότητα και της πυκνότητας πληθυσμού κάθε περιφερειακής ενότητας για τα δεδομένα του 2011 είναι 0,914. Η συσχέτιση των δύο αυτών μεγεθών είναι θετική, και η τιμή του δείκτη συσχέτισης καταδεικνύει ένα πολύ μεγάλο βαθμό εξάρτησης της πυκνότητας πληθυσμού κάθε περιφερειακής ενότητας με το μήκος των διαθέσιμων δεδομένων OSM.

Τέλος, υπολογίζεται ένας επιπλέον δείκτης, ο οποίος αποπλέκει εντελώς την έκταση κάθε περιφερειακής ενότητας από τα διαθέσιμα δεδομένα OSM και επιχειρεί να τα συσχετίσει μόνο με τον πληθυσμό της.

$$\delta_3 = \frac{\text{μήκος οδικού δικτύου (km)}}{\text{πληθυσμός περ. ενότητας (κατ.)}}$$

Ο δείκτης δ_3 συσχετίζει το μήκος των διαθέσιμων δεδομένων OSM με τον πληθυσμό κάθε περιφερειακής ενότητας (σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ, 2011).

Τα αποτελέσματα για τα δεδομένα OSM του 2011 εμφανίζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4, Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνικής επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_3 (μήκος οδικού δικτύου (km) / πληθυσμός περιφερειακής ενότητας(κατ.), στις 13.12.2011.

Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2011)	Πληθυσμός (κατ.)	δ_3	Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2011)	Πληθυσμός (κατ.)	δ_3
Άγιο Όρος	413.818	1811	0.22850	Κυκλίας	1995.056	80419	0.02481
Αιτωλοακαρνανίας	3801.888	210802	0.01804	Κοζάνης	2043.476	150196	0.01361
Αργολίδας	1445.010	97044	0.01489	Κορινθίας	1460.695	145082	0.01007
Αρκαδίας	1805.426	86685	0.02083	Κυκλάδων	1771.867	118027	0.01501
Άρτας	772.795	67877	0.01139	Λακωνίας	1833.559	89138	0.02057
Αττικής	16915.946	3828434	0.00442	Λάρισας	4597.911	284325	0.01617
Αχαΐας	2388.470	309694	0.00771	Λασιθίου	1749.297	75381	0.02321
Βοιωτίας	2400.746	117920	0.02036	Λέσβου	2511.086	103698	0.02422
Γρεβενών	1013.701	31757	0.03192	Λευκάδας	666.392	23693	0.02813
Δράμας	1289.492	98287	0.01312	Μαγνησίας	2150.398	203808	0.01055
Δωδεκανήσου	3023.518	190988	0.01583	Μεσσηνίας	2779.578	159954	0.01738
Έβρου	2330.274	147947	0.01575	Ξάνθης	764.940	111222	0.00688
Ευβοίας	1747.764	210815	0.00829	Πέλλας	2272.329	139680	0.01627
Ευρυτανίας	978.478	20081	0.04873	Περίας	1675.035	126698	0.01322 ⁺²
Ζακύνθου	778.929	40759	0.01911	Πρέβεζας	1264.139	57491	0.02199
Ηλείας	2529.267	159300	0.01588	Ρεθύμνης	2009.943	85609	0.02348
Ημαθίας	1970.727	140611	0.01402	Ροδόπης	1131.296	112039	0.01010
Ηρακλείου	3781.068	305490	0.01238	Σάμου	1735.009	42859	0.04048
Θεσπρωτίας	1486.880	43587	0.03411	Σερρών	2562.850	176430	0.01453
Θεσσαλονίκης	7327.130	1110551	0.00660	Τρικάλων	2199.038	131085	0.01678
Ιωαννίνων	3102.468	167901	0.01848	Φθιώτιδας	2495.960	158231	0.01577
Καβάλας	1092.348	138687	0.00788	Φλώρινας	1671.607	51414	0.03251
Καρδίτσας	1644.580	113544	0.01448	Φωκίδας	1306.121	40343	0.03238
Καστοριάς	938.369	50322	0.01865	Χαλκιδικής	2186.608	105908	0.02065
Κέρκυρας	1236.456	104371	0.01185	Χανίων	3541.611	156585	0.02262
Κεφαλληνίας	570.410	39032	0.01461	Χίου	252.931	52674	0.00480
ΣΥΝΟΛΟ					117414.688	10816286	

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: ΕΣΥΕ απογραφή πληθυσμού 2011, downloads.cloudmade.com (17.04.2013)]

Υψηλότερη τιμή του δείκτη δ_3 παρατηρείται στην περιφερειακή ενότητα του Αγίου Όρους, κάτι το οποίο είναι λογικό αν αναλογιστεί κανείς τον περιορισμένο πληθυσμό του. Πέρα από αυτό, ιδιαίτερα υψηλές τιμές του δείκτη παρατηρούνται στις περιφερειακές ενότητες Ευρυτανίας

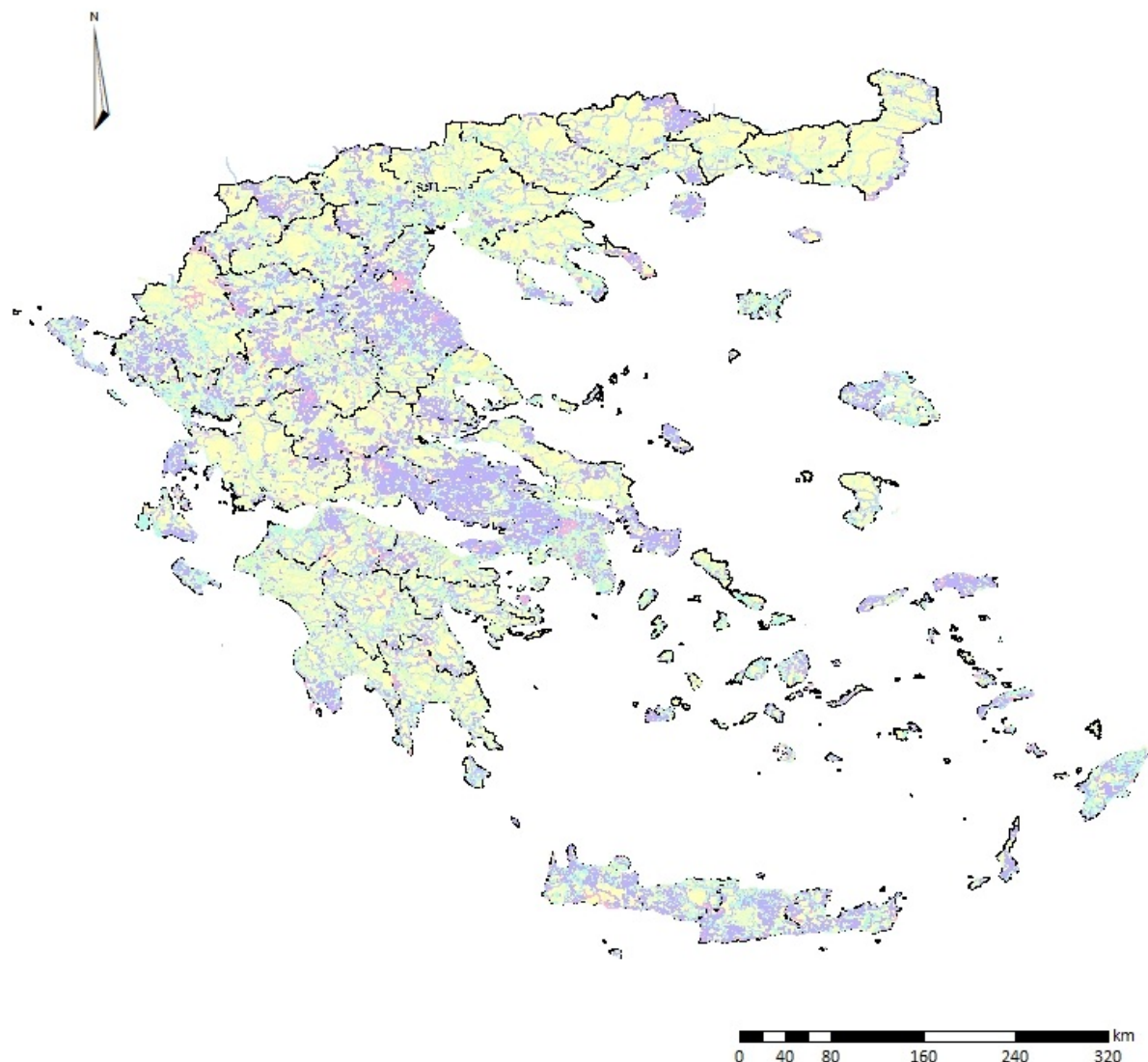
(0,0487), Σάμου (0,0405), Θεσπρωτίας (0,0341), Φλώρινας (0,0325), Φωκίδας (0,0324) και Γρεβενών (0,0319). Οι περισσότερες περιοχές της νησιωτικής Ελλάδας βρίσκονται στη μέση της κατάταξης, με εξαίρεση τις περιφερειακές ενότητες Σάμου (3η θέση) και Χίου (51η θέση). Οι περιφερειακές ενότητες Αττικής και Θεσσαλονίκης βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις με τιμές του δείκτη δ_3 0,0044 και 0,0066 αντίστοιχα. Ο συντελεστή συσχέτισης των δεδομένων OSM ανά περιφερειακή ενότητα και του πληθυσμού κάθε περιφερειακής ενότητας για τα δεδομένα του 2011 είναι 0,952. Η συσχέτιση των δύο αυτών μεγεθών, η οποία εκφράζεται με το δείκτη δ_3 , είναι μεγαλύτερη από τη συσχέτιση των δύο προηγούμενων δεικτών.

4.2 Geofabrik

Ένας άλλος τρόπος απόκτησης δεδομένων OSM είναι και ο ιστότοπος geofabrik.de. Ο συγκεκριμένος ιστότοπος δημιουργήθηκε από τους Frederik Ramm και Jochen Topf και από το 2011 παρέχει συμβουλευτικές υπηρεσίες, διοργανώνει εκπαιδευτικά σεμινάρια και ασχολείται με την ανάπτυξη λογισμικού σχετικά με τα δεδομένα OSM. Όπως πολύ χαρακτηριστικά αναφέρεται στην αρχική τους σελίδα: *"Ανακαλύψτε τον κόσμο της Νεογεωγραφίας. Εκμεταλλευτείτε τις εκπληκτικές δυνατότητες των ελεύθερων γεωχωρικών δεδομένων. Κατανοήστε πως να χρησιμοποιείτε τα δεδομένα OSM για τις ανάγκες της επιχείρησής σας."*

Αν και το ενδιαφέρον τους επικεντρώνεται στην περιοχή της Γερμανίας, στον διαδικτυακό τους τόπο υπάρχει ένα πλήθος δεδομένων έτοιμων προς χρήση. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν και το οδικό δίκτυο της Ευρώπης ταξινομημένο ανά χώρα. Τα δεδομένα διατίθενται ελεύθερα και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τη μορφή των δεδομένων που θα κατεβάσει. Στις διαθέσιμες μορφές είναι και τα διανυσματικά δεδομένα (shapefile) συμβατά με προγράμματα της ESRI. Πέρα από τις απλές μορφές δεδομένων, υπάρχει και η δυνατότητα απόκτησης δεδομένων "on demand" η οποία διατίθεται επί πληρωμή.

Τα δεδομένα OSM που είναι διαθέσιμα στον δικτυακό τόπο της [geofabrik](http://geofabrik.de) ανανεώνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Με βάση τα δεδομένα αυτά, η κατάσταση του οδικού δικτύου για ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο στις 02.01.2014 παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 10, Δεδομένα οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: WGS'84) [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (02.01.2014)]

Με μια πρώτη ματιά, τα δεδομένα εμφανίζονται πληρέστερα από εκείνα του 2011. Για να μπορέσει να γίνει μια ουσιαστική σύγκριση της αύξησης των διαθέσιμων δεδομένων από το 2011 έως το 2014 και πάλι, το διανυσματικό επίπεδο του οδικού δικτύου εισάγεται σε ένα νέο χάρτη, με υπόβαθρο τις περιφερειακές ενότητες της Ελλάδας και αναλύεται το μήκος των διανυσματικών στοιχείων του οδικού δικτύου ανά περιφερειακή ενότητα. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στον Πίνακα 5 που ακολουθεί.

Πίνακας 5, Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας σε km, κατηγοριοποιημένα ανά Περιφερειακή Ενότητα στις 02.01.2014.

Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2014)	%	Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2014)	%
Άγιο Όρος	422.670	0.21	Κιλκίς	1890.179	0.94
Αιτωλοακαρνανίας	4669.886	2.32	Κοζάνης	3627.520	1.80
Αργολίδας	2249.216	1.12	Κορινθίας	4064.148	2.02
Αρκαδίας	3820.061	1.89	Κυκλάδων	3406.758	1.69
Άρτας	2721.143	1.35	Λακωνίας	3411.989	1.69
Αττικής	21468.120	10.65	Λάρισας	10281.875	5.10
Αχαΐας	5693.061	2.82	Λασιθίου	3194.750	1.58
Βοιωτίας	8838.884	4.38	Λέσβου	3206.904	1.59
Γρεβενών	2400.855	1.19	Λευκάδας	1775.938	0.88
Δράμας	2721.184	1.35	Μαγνησίας	3446.780	1.71
Δωδεκανήσου	5449.200	2.70	Μεσσηνίας	4470.342	2.22
Έβρου	2935.255	1.46	Ξάνθης	1065.419	0.53
Ευβοίας	5950.708	2.95	Πέλλας	2719.356	1.35
Ευρυτανίας	2208.095	1.10	Πιερίας	3237.804	1.61
Ζακύνθου	1125.897	0.56	Πρέβεζας	1899.483	0.94
Ηλείας	3694.803	1.83	Ρεθύμνης	2696.568	1.34
Ημαθίας	2789.822	1.38	Ροδόπης	1873.822	0.93
Ηρακλείου	5934.477	2.94	Σάμου	2424.711	1.20
Θεσπρωτίας	2574.865	1.28	Σερρών	3424.251	1.70
Θεσσαλονίκης	7771.577	3.85	Τρικάλων	5054.327	2.51
Ιωαννίνων	5385.025	2.67	Φθιώτιδας	7147.791	3.55
Καβάλας	3095.806	1.54	Φλώρινας	2007.802	1.00
Καρδίτσας	3728.384	1.85	Φωκίδας	3596.745	1.78
Καστοριάς	1647.661	0.82	Χαλκιδικής	3406.585	1.69
Κέρκυρας	1741.503	0.86	Χανίων	5357.933	2.66
Κεφαλληνίας	1314.655	0.65	Χίου	572.936	0.28
ΣΥΝΟΛΟ				201615.533	100.00

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (02.01.2014)]

Στη συνέχεια, συγκρίνονται τα αποτελέσματα ανά περιφερειακή ενότητα. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

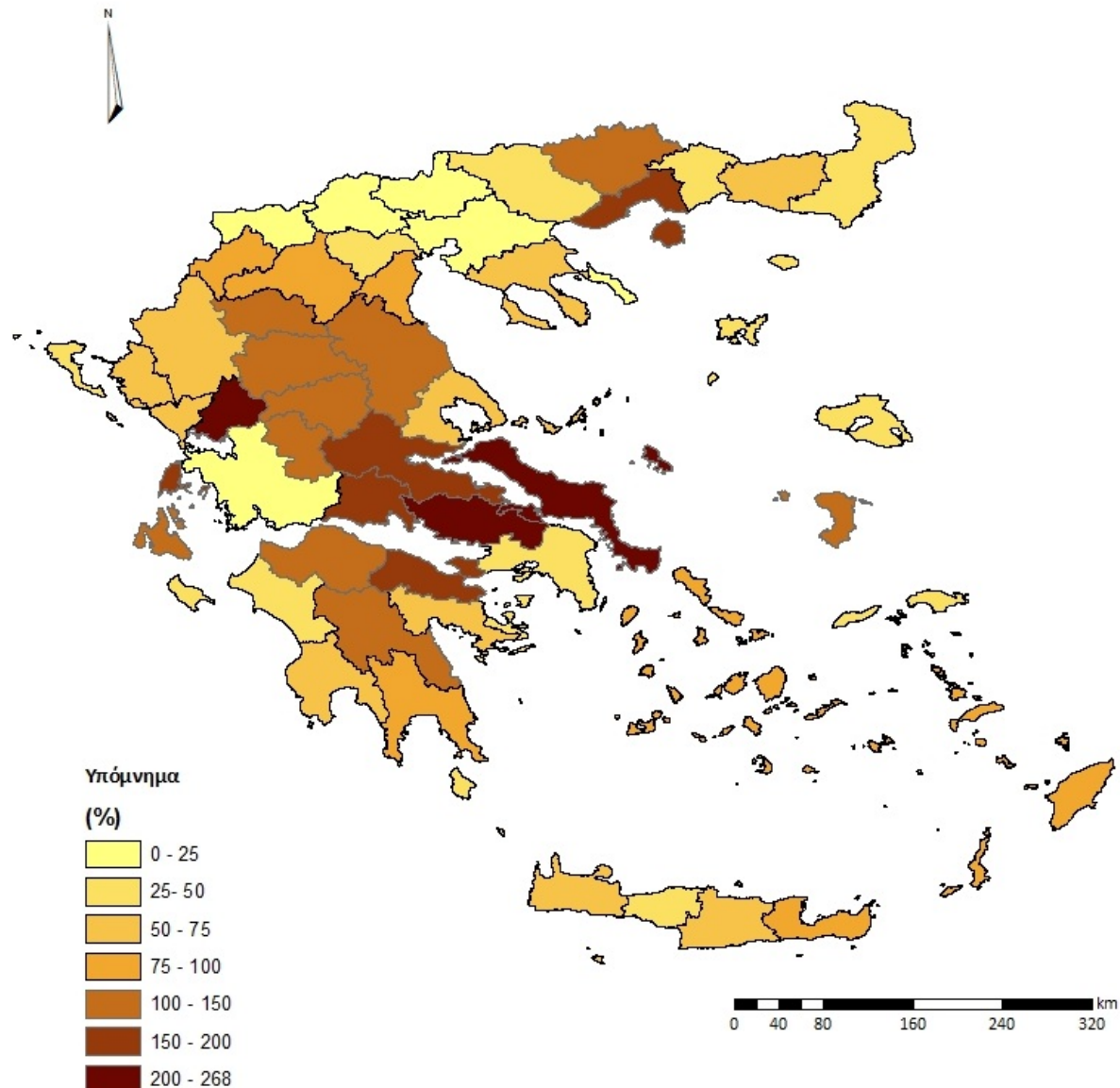
Πίνακας 6, Διαφορές δεδομένων οδικού δικτύου OSM από το 2011 (cloudmade) έως το 2013 (geofabrik) για το σύνολο της ελληνικής επικράτειας σε km, κατηγοριοποιημένα ανά Περιφερειακή Ενότητα.

Περιφερειακή Ενότητα	Διαφορά Μήκους σε km (2014-2011)	Περιφερειακή Ενότητα	Διαφορά Μήκους σε km (2014-2011)
Άγιο Όρος	8.852	Κιλκίς	-104.877
Αιτωλοακαρνανίας	867.999	Κοζάνης	1584.044
Αργολίδας	804.206	Κορινθίας	2603.453
Αρκαδίας	2014.635	Κυκλάδων	1634.891
Άρτας	1948.348	Λακωνίας	1578.429
Αττικής	4552.174	Λάρισας	5683.964
Αχαΐας	3304.591	Λασιθίου	1445.453
Βοιωτίας	6438.138	Λέσβου	695.818
Γρεβενών	1387.154	Λευκάδας	1109.546
Δράμας	1431.692	Μαγνησίας	1296.382
Δωδεκανήσου	2425.682	Μεσσηνίας	1690.764
Έβρου	604.981	Ξάνθης	300.480
Ευβοίας	4202.945	Πέλλας	447.027
Ευρυτανίας	1229.617	Πιερίας	1562.770
Ζακύνθου	346.968	Πρέβεζας	635.344
Ηλείας	1165.536	Ρεθύμνης	686.625
Ημαθίας	819.095	Ροδόπης	742.526
Ηρακλείου	2153.409	Σάμου	689.703
Θεσπρωτίας	1087.985	Σερρών	861.401
Θεσσαλονίκης	444.447	Τρικάλων	2855.289
Ιωαννίνων	2282.556	Φθιώτιδας	4651.830
Καβάλας	2003.457	Φλώρινας	336.195
Καρδίτσας	2083.804	Φωκίδας	2290.623
Καστοριάς	709.292	Χαλκιδικής	1219.978
Κέρκυρας	505.048	Χανίων	1816.321
Κεφαλληνίας	744.245	Χίου	320.005
ΣΥΝΟΛΟ		84200.845	

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: downloads.cloudmade.com (17.04.2013) & download.geofabrik.de (02.01.2014)]

Από το 2011 μέχρι το 2014 προστέθηκαν στα διαθέσιμα δεδομένα OSM για τον ελλαδικό χώρο 84200 km οδικού δικτύου. Μεγαλύτερη αύξηση δεδομένων OSM παρατηρείται στην περιφερειακή ενότητα Βοιωτίας (6438 km), της Λάρισας (5684 km), της Φθιώτιδας (4652 km), της Αττικής (4552 km) και της Ευβοίας (4203 km). Στην περίπτωση της περιφερειακής ενότητας Βοιωτίας η αύξηση των δεδομένων είναι εκπληκτική, καθώς το 2011 υπήρχαν διαθέσιμα 2400 km οδικού δικτύου (2,04 % του συνόλου της ελληνικής επικράτειας), ενώ το 2014 τα διαθέσιμα δεδομένα OSM ανέρχονται σε 8839 km (4,38 % του συνόλου της ελληνικής επικράτειας), αυξάνοντας και την τιμή του δείκτη δ_1 από 0,814 σε 2,995 (368 %). Στην περιφερειακή ενότητα Λάρισας, υπερδιπλασιάστηκαν τα διαθέσιμα δεδομένα οδικού δικτύου OSM (από 4598 σε 10282 km), και ο δείκτης δ_1 σημείωσε αύξηση 224 %. Στις γεωγραφικές ενότητες Αττικής και Θεσσαλονίκης, παρατηρείται μικρή αύξηση στις τιμές του δείκτη δ_1 από το 2011 έως το 2014 (127 % στην Αττική και 106 % στη Θεσσαλονίκη), κάτι που καταδεικνύει μια ικανοποιητική πληρότητα των δεδομένων OSM για τις συγκεκριμένες περιοχές από το 2011.

Η συνολική διαφοροποίηση των δεδομένων OSM εκφρασμένη σε ποσοστό % για τον ελλαδικό χώρο, ανά περιφερειακή ενότητα παρουσιάζεται στην Εικόνα 11 που ακολουθεί.



Εικόνα 11, Διαφοροποίηση των δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας από το 2011 έως το 2014. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν το ποσοστό διαφοροποίησης (%). (ΓΣΑ: WGS'84) [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: downloads.cloudmade.com (17.04.2013) & download.geofabrik.de (02.01.2014)]

Στη συνέχεια, για να γίνει η αντίστοιχη σύγκριση με τα δεδομένα του 2011, δημιουργείται και πάλι ο δείκτης δ_1 :

$$\delta_1 = \frac{\text{μήκος οδικού δικτύου (km)}}{\text{έκταση περ. ενότητας (km}^2\text{)}}$$

για να μπορεί να αξιολογηθεί το μήκος του διαθέσιμου οδικού δικτύου κάθε περιφερειακής ενότητας συναρτήσει της έκτασής της. Το αποτέλεσμα αυτής της διεργασίας για τα δεδομένα του 2014 παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7, Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_1 (μήκος οδικού δικτύου (km) / έκταση περ. ενότητας (km²), στις 02.01.2014.

Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2014)	Έκταση σε km ²	δ_1	Περιφέρεια κή Ενότητα	Μήκος σε km (2014)	Έκταση σε km ²	δ_1
Άγιο Όρος	422.670	335.674	1.259	Κιλκίς	1890.179	2524.353	0.749
Αιτωλοακαρνανίας	4669.886	5429.156	0.860	Κοζάνης	3627.520	3517.004	1.031
Αργολίδας	2249.216	2153.967	1.044	Κορινθίας	4064.148	2294.745	1.771
Αρκαδίας	3820.061	4418.352	0.865	Κυκλάδων	3406.758	2566.280	1.328
Άρτας	2721.143	1607.028	1.693	Λακωνίας	3411.989	3639.133	0.938
Αττικής	21468.120	3817.901	5.623	Λάρισας	10281.875	5385.537	1.909
Αχαΐας	5693.061	3272.683	1.740	Λασιθίου	3194.750	1825.577	1.750
Βοιωτίας	8838.884	2950.970	2.995	Λέσβου	3206.904	2156.786	1.487
Γρεβενών	2400.855	2296.416	1.045	Λευκάδας	1775.938	355.947	4.989
Δράμας	2721.184	3468.762	0.784	Μαγνησίας	3446.780	2632.001	1.310
Δωδεκανήσου	5449.200	2696.222	2.021	Μεσσηνίας	4470.342	2979.779	1.500
Έβρου	2935.255	4247.855	0.691	Ξάνθης	1065.419	1795.661	0.593
Ευβοίας	5950.708	4157.615	1.431	Πέλλας	2719.356	2505.799	1.085
Ευρυτανίας	2208.095	1870.585	1.180	Πιερίας	3237.804	1523.448	2.125
Ζακύνθου	1125.897	405.324	2.778	Πρέβεζας	1899.483	1036.100	1.833
Ηλείας	3694.803	2622.401	1.409	Ρεθύμνης	2696.568	1494.715	1.804
Ημαθίας	2789.822	1703.453	1.638	Ροδόπης	1873.822	2550.191	0.735
Ηρακλείου	5934.477	2640.668	2.247	Σάμου	2424.711	777.505	3.119
Θεσπρωτίας	2574.865	1515.944	1.699	Σερρών	3424.251	3971.765	0.862
Θεσσαλονίκης	7771.577	3679.827	2.112	Τρικάλων	5054.327	3386.077	1.493
Ιωαννίνων	5385.025	4998.950	1.077	Φθιώτιδας	7147.791	4439.824	1.610
Καβάλας	3095.806	2118.818	1.461	Φλώρινας	2007.802	1926.830	1.042
Καρδίτσας	3728.384	2637.959	1.413	Φωκίδας	3596.745	2122.775	1.694
Καστοριάς	1647.661	1724.280	0.956	Χαλκιδικής	3406.585	2919.860	1.167
Κέρκυρας	1741.503	637.858	2.730	Χανίων	5357.933	2373.502	2.257
Κεφαλληνίας	1314.655	881.671	1.491	Χίου	572.936	905.289	0.633
ΣΥΝΟΛΟ					201615.533		

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (02.01.2014)]

Η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη δ_1 παρατηρείται και πάλι στην Αττική ($\delta_1=5,623$), αλλά αυτή τη φορά καταγράφεται και ιδιαίτερα υψηλή τιμή του δείκτη και για την περιφερειακή ενότητα Λευκάδας ($\delta_1=4,989$). Στην περίπτωση της Λευκάδας, η υψηλή τιμή του δείκτη δικαιολογείται αν αναλογιστεί κανείς την αύξηση των διαθέσιμων δεδομένων την τριετία 2001-2014 (1110 km) αναλογικά με την περιορισμένη έκταση του νησιού (356 km²). Υψηλές τιμές του δείκτη παρατηρούνται επίσης στις

περιφερειακές ενότητες Σάμου ($\delta_1 = 3,119$), Βοιωτίας (2,995), Ζακύνθου ($\delta_1 = 2,778$) και Κέρκυρας ($\delta_1 = 2,730$). Η τιμή του δείκτη δ_1 για τη Θεσσαλονίκη σε σχέση με το 2011 έχει αυξηθεί ($\delta_1 = 2,112$), αλλά παραμένει χαμηλά. Οι περιοχές που παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές του δείκτη δ_1 το 2014 – με εξαίρεση την Αττική και τη Βοιωτία – είναι νησιά. Ο λόγος που συμβαίνει κάτι τέτοιο αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Και εδώ, με εξαίρεση τη Χίο ($\delta_1 = 0,633$), τις Κυκλάδες ($\delta_1 = 1,328$) και τη Λέσβο ($\delta_1 = 1,487$) στα υπόλοιπα νησιά παρατηρούνται τιμές πάνω από τη μέση τιμή του δείκτη ($\bar{\delta}_1 = 1,636$). Αξιοσημείωτη είναι τέλος η αύξηση της μέσης τιμής του δείκτη δ_1 από το 2011 (0,953) έως το 2014 (1,636), η οποία ανέρχεται στο 172%. Ο συντελεστής συσχέτισης των δεδομένων OSM ανά περιφερειακή ενότητα και της έκτασης κάθε περιφερειακής ενότητας για τα δεδομένα του 2014 είναι 0,544. Δηλαδή, η συσχέτιση των δύο αυτών μεγεθών είναι θετική, αλλά δεν παρατηρείται μεγάλη εξάρτηση της έκτασης κάθε περιφερειακής ενότητας με το μήκος των διαθέσιμων δεδομένων OSM.

Όπως για τα δεδομένα του 2011, έτσι και για τα δεδομένα του 2014 δημιουργείται ο δείκτης δ_2 :

$$\delta_2 = \frac{\text{μήκος οδικού δικτύου (km)}}{\text{πληθυσμός/έκταση περ. ενότητας (κατ./km}^2\text{)}}$$

Ο δείκτης δ_2 , όπως έχει αναφερθεί, συνυπολογίζει την έκταση κάθε περιφερειακής ενότητας και τον πληθυσμό της (σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ, 2011).

50

Τα αποτελέσματα για τα δεδομένα OSM του 2014 εμφανίζονται στον Πίνακα 8 που ακολουθεί.

Πίνακας 8, Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνική επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_2 (μήκος οδικού δικτύου (km) / πυκνότητα πληθυσμού (κατ./km²)/1000, στις 02.01.2014.

Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2014)	Πυκνότητα	δ_2	Περιφερεια κή Ενότητα	Μήκος σε km (2014)	Πυκνότη τα	δ_2
Άγιο Όρος	413.818	5.40	78.343	Κιλκίς	1995.056	31.86	59.333
Αιτωλοακαρνανίας	3801.888	38.83	120.272	Κοζάνης	2043.476	42.71	84.942
Αργολίδας	1445.010	45.05	49.923	Κορινθίας	1460.695	63.22	64.282
Αρκαδίας	1805.426	19.62	194.709	Κυκλάδων	1771.867	45.99	74.074
Άρτας	772.795	42.24	64.425	Λακωνίας	1833.559	24.49	139.297
Αττικής	16915.946	1002.76	21.409	Λάρισας	4597.911	52.79	194.754
Αχαΐας	2388.470	94.63	60.161	Λασιθίου	1749.297	41.29	77.370
Βοιωτίας	2400.746	39.96	221.195	Λέσβου	2511.086	48.08	66.700
Γρεβενών	1013.701	13.83	173.611	Λευκάδας	666.392	66.56	26.680
Δράμας	1289.492	28.33	96.036	Μαγνησίας	2150.398	77.43	44.512
Δωδεκανήσου	3023.518	70.84	76.928	Μεσσηνίας	2779.578	53.68	83.278

Έβρου	2330.274	34.83	84.277	Ξάνθης	764.940	61.94	17.201
Ευβοίας	1747.764	50.71	117.358	Πέλλας	2272.329	55.74	48.784
Ευρυτανίας	978.478	10.74	205.688	Πιερίας	1675.035	83.17	38.932
Ζακύνθου	778.929	100.56	11.196	Πρέβεζας	1264.139	55.49	34.232
Ηλείας	2529.267	60.75	60.824	Ρεθύμνης	2009.943	57.27	47.082
Ημαθίας	1970.727	82.54	33.798	Ροδόπης	1131.296	43.93	42.651
Ηρακλείου	3781.068	115.69	51.298	Σάμου	1735.009	55.12	43.987
Θεσπρωτίας	1486.880	28.75	89.553	Σερρών	2562.850	44.42	77.086
Θεσσαλονίκης	7327.130	301.79	25.751	Τρικάλων	2199.038	38.71	130.559
Ιωαννίνων	3102.468	33.59	160.329	Φθιώτιδας	2495.960	35.64	200.561
Καβάλας	1092.348	65.45	47.297	Φλώρινας	1671.607	26.68	75.246
Καρδίτσας	1644.580	43.04	86.621	Φωκίδας	1306.121	19.00	189.254
Καστοριάς	938.369	29.18	56.457	Χαλκιδικής	2186.608	36.27	93.919
Κέρκυρας	1236.456	163.63	10.643	Χανίων	3541.611	65.97	81.215
Κεφαλληνίας	570.410	44.27	29.696	Χίου	252.931	58.18	9.847
ΣΥΝΟΛΟ					201615.533		

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: ΕΣΥΕ απογραφή πληθυσμού 2011, download.geofabrik.de (02.01.2014)]

Οι υψηλότερες τιμές του δείκτη δ_2 παρατηρούνται στις περιφερειακές ενότητες Βοιωτίας (221,19), Ευρυτανίας (205,69), Φθιώτιδας (200,56), Λάρισας (194,75) και Αρκαδίας (194,71). Και το 2014, οι τιμές του δείκτη δ_2 είναι εντελώς διαφορετικές από αυτές του δείκτη δ_1 . Ο δείκτης δ_2 για την περιφερειακή ενότητα Αττικής αν και έχει αυξηθεί (21,41), έχει πέσει στην 48η θέση. Ομοίως και για την περιφερειακή ενότητα Θεσσαλονίκης 25,75 (47η θέση). Όπως αναφέρθηκε, η ερμηνεία αυτής της συμπεριφοράς δικαιολογείται, αν ληφθεί υπόψη η πολύ μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα των δύο περιφερειακών ενότητων (1003 και 302 κάτοικοι/ km^2 για Αττική και Θεσσαλονίκη αντίστοιχα). Ο συντελεστής συσχέτισης των δεδομένων OSM ανά περιφερειακή ενότητα και της πυκνότητας πληθυσμού κάθε περιφερειακής ενότητας για τα δεδομένα του 2014 είναι 0,793. Η συσχέτιση των δύο αυτών μεγεθών είναι θετική, και η τιμή του δείκτη συσχέτισης καταδεικνύει έναν αρκετά μεγάλο βαθμό εξάρτησης της πυκνότητας πληθυσμού κάθε περιφερειακής ενότητας με το μήκος των διαθέσιμων δεδομένων OSM.

Τέλος, υπολογίζεται ο δείκτης δ_3 , ο οποίος συσχετίζει το μήκος των δεδομένων OSM με τον πληθυσμό κάθε περιφερειακής ενότητας (σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ, 2011).

$$\delta_3 = \frac{\text{μήκος οδικού δικτύου (km)}}{\text{πληθυσμός περ. ενότητας (κατ.)}}$$

Τα αποτελέσματα για τα δεδομένα OSM του 2014 εμφανίζονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9, Ανάλυση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για το σύνολο της ελληνικής επικράτειας. Υπολογισμός δείκτη δ_3 (μήκος οδικού δικτύου (km) / πληθυσμός περιφερειακής ενότητας(κατ.), στις 02.01.2014.

Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2014)	Πληθυσμός (κατ.)	δ_3	Περιφερειακή Ενότητα	Μήκος σε km (2014)	Πληθυσμός (κατ.)	δ_3
Άγιο Όρος	422.670	1811	0.2334	Κυκλίκ	1890.179	80419	0.0235
Αιτωλοακαρνανίας	4669.886	210802	0.0222	Κοζάνης	3627.520	150196	0.0242
Αργολίδας	2249.216	97044	0.0232	Κορινθίας	4064.148	145082	0.0280
Αρκαδίας	3820.061	86685	0.0441	Κυκλάδων	3406.758	118027	0.0289
Άρτας	2721.143	67877	0.0401	Λακωνίας	3411.989	89138	0.0383
Αττικής	21468.120	3828434	0.0056	Λάρισας	10281.875	284325	0.0362
Αχαΐας	5693.061	309694	0.0184	Λασιθίου	3194.750	75381	0.0424
Βοιωτίας	8838.884	117920	0.0750	Λέσβου	3206.904	103698	0.0309
Γρεβενών	2400.855	31757	0.0756	Λευκάδας	1775.938	23693	0.0750
Δράμας	2721.184	98287	0.0277	Μαγνησίας	3446.780	203808	0.0169
Δωδεκανήσου	5449.200	190988	0.0285	Μεσσηνίας	4470.342	159954	0.0279
Έβρου	2935.255	147947	0.0198	Ξάνθης	1065.419	111222	0.0096
Ευβοίας	5950.708	210815	0.0282	Πέλλας	2719.356	139680	0.0195
Ευρυτανίας	2208.095	20081	0.1100	Πιερίας	3237.804	126698	0.0256
Ζακύνθου	1125.897	40759	0.0276	Πρέβεζας	1899.483	57491	0.0330
Ηλείας	3694.803	159300	0.0232	Ρεθύμνης	2696.568	85609	0.0315
Ημαθίας	2789.822	140611	0.0198	Ροδόπης	1873.822	112039	0.0167
Ηρακλείου	5934.477	305490	0.0194	Σάμου	2424.711	42859	0.0566
Θεσπρωτίας	2574.865	43587	0.0591	Σερρών	3424.251	176430	0.0194
Θεσσαλονίκης	7771.577	1110551	0.0070	Τρικάλων	5054.327	131085	0.0386
Ιωαννίνων	5385.025	167901	0.0321	Φθιώτιδας	7147.791	158231	0.0452
Καβάλας	3095.806	138687	0.0223	Φλώρινας	2007.802	51414	0.0391
Καρδίτσας	3728.384	113544	0.0328	Φωκίδας	3596.745	40343	0.0892
Καστοριάς	1647.661	50322	0.0327	Χαλκιδικής	3406.585	105908	0.0322
Κέρκυρας	1741.503	104371	0.0167	Χανίων	5357.933	156585	0.0342
Κεφαλληνίας	1314.655	39032	0.0337	Χίου	572.936	52674	0.0109
ΣΥΝΟΛΟ					201615.533	10816286	

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: ΕΣΥΕ απογραφή πληθυσμού 2011, download.geofabrik.de (02.01.2014)]

Υψηλότερη τιμή του δείκτη δ_3 και πάλι παρατηρείται στην περιφερειακή ενότητα του Αγίου Όρους (λόγω περιορισμένου πληθυσμού). Πέρα από αυτό, ιδιαίτερα υψηλές τιμές του δείκτη παρατηρούνται στις περιφερειακές ενότητες Ευρυτανίας (0,1100), Φωκίδας (0,0892), Γρεβενών (0,0756), Βοιωτίας (0,0750) και Λευκάδας (0,0750). Οι περιφερειακές ενότητες Αττικής και

Θεσσαλονίκης βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις με τιμές του δείκτη δ_3 0,0056 και 0,0070 αντίστοιχα. Ο συντελεστή συσχέτισης των δεδομένων OSM ανά περιφερειακή ενότητα και του πληθυσμού κάθε περιφερειακής ενότητας για τα δεδομένα του 2014 είναι 0,851. Και για τα δεδομένα του 2014, η συσχέτιση των δύο αυτών μεγεθών, η οποία εκφράζεται με το δείκτη δ_3 , είναι μεγαλύτερη από τη συσχέτιση των δύο προηγούμενων δεικτών, αλλά μικρότερος από τον αντίστοιχο βαθμό συσχέτισης των δεδομένων του 2011.

Η σύγκριση των συντελεστών συσχέτισης των τριών δεικτών δ_1 , δ_2 και δ_3 , οδηγεί στο συμπέρασμα πως συγκριτικά αποτελέσματα πληρότητας ανάμεσα στις περιφερειακές ενότητες μπορούν να ληφθούν σε συνάρτηση του πληθυσμού τους (είτε πρόκειται για απόλυτο πληθυσμό, είτε για πυκνότητα πληθυσμού) και όχι μόνο συναρτήσει της έκτασής τους.

Πιθανοί λόγοι που συμβαίνει κάτι τέτοιο είναι η πεπερασμένη διάσταση των δεδομένων του οδικού δικτύου και η μεγάλη ανισοκατανομή του πληθυσμού ανάμεσα στις περιφερειακές ενότητες. Ενδεχομένως, η έκταση κάθε περιφερειακής ενότητας να ήταν χρήσιμο μέγεθος για τη σύγκριση δεδομένων μιας παρόμοιας εφαρμογής συμμετοχικής χαρτογράφησης στο ξεκίνημά της, αλλά συναρτήσει του χρόνου και του όγκου των διαθέσιμων δεδομένων λειτουργεί αντιστρόφως ανάλογα, αλλοιώνοντας το τελικό αποτέλεσμα του δείκτη.

5 Μεθοδολογία

5.1 Περιοχή Μελέτης

Η περιοχή στην οποία θα γίνει μια πιο εκτενής ανάλυση της ποιότητας των δεδομένων OSM είναι η πόλη των Τρικάλων (Δ. Τρικκαίων, Περιφερειακή Ενότητα Τρικάλων, Περιφέρεια Θεσσαλίας). Ο πληθυσμός της πόλης των Τρικάλων ανέρχεται στους 62154 μόνιμους κατοίκους (ΕΣΥΕ, 2011), και η έκτασή της ανέρχεται στα 69,2 km². Η πληθυσμιακή πυκνότητα της πόλης ανέρχεται 898 κατοίκους/km².

Πιο συγκεκριμένα, η ανάλυση πραγματοποιείται εντός των ορίων του εγκεκριμένου Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ), εντός σχεδίου πόλεως. Ως όρια της περιοχής μελέτης έχουν ληφθεί τα επιμέρους όρια των πράξεων εφαρμογής του σχεδίου πόλεως του Δήμου Τρικκαίων, προσαυξημένα περιμετρικά κατά 20 m, προκειμένου να αποφευχθούν ελλείψεις στα τμήματα που βρίσκονται πολύ κοντά στα όρια. Η συνολική έκταση της περιοχής μελέτης ανέρχεται σε 11,61 km². Το περίγραμμα της περιοχής μελέτης εμφανίζεται στην Εικόνα 12 που ακολουθεί.



Εικόνα 12, Περιοχή μελέτης. Ζώνη του σχεδίου πόλεως του Δ. Τρικκαίων προσαυξημένη κατά 20 m περιμετρικά (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Ιδία επεξεργασία, πηγή δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ, μέσω της δικτυακής πύλης gis.ktimanet.gr (17.04.2014)]

5.2 Δεδομένα Κτηματολογίου Α.Ε

Ως επίπεδο ελέγχου, χρησιμοποιείται το υπόβαθρο των Οικοδομικών τετραγώνων όπως προέκυψε από ψηφιοποίηση των Ορθοφωτοχαρτών της Κτηματολογίου Α.Ε (Εικόνα 13). Το Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΓΣΑ) των Ορθοφωτοχαρτών είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ '87). Το ΕΓΣΑ '87 είναι καρτεσιανό προβολικό σύστημα αναφοράς και οι μονάδες του είναι σε μέτρα. Χρησιμοποιεί ως Ελλειψοειδές αναφοράς το GRS 80 (με στοιχεία $a=6378137$ m, $1/f=298.257222101$) μετατοπισμένο ώστε να προσαρμόζεται καλύτερα στο ανάγλυφο της Ελλάδας και την εγκάρσια μερκατορική προβολή (UTM). Ο Κεντρικός Μεσημβρινός του είναι ο $\lambda_0=24^\circ 00' 00''$ και ο συντελεστής χαρτογραφικής παραμόρφωσης $K_0=0.999600$. Η τετμημένη του κεντρικού μεσημβρινού έχει μετατοπιστεί κατά +500000 m προκειμένου να μην υπάρχουν αρνητικές τιμές. Πρόκειται για την εγκυρότερη και ακριβέστερη μέθοδο αποτύπωσης των περιοχών που έχουν κτηματογραφηθεί και αποτελεί την πιο πιστή εικόνα στην πραγματικότητα, σε αντίθεση με τους

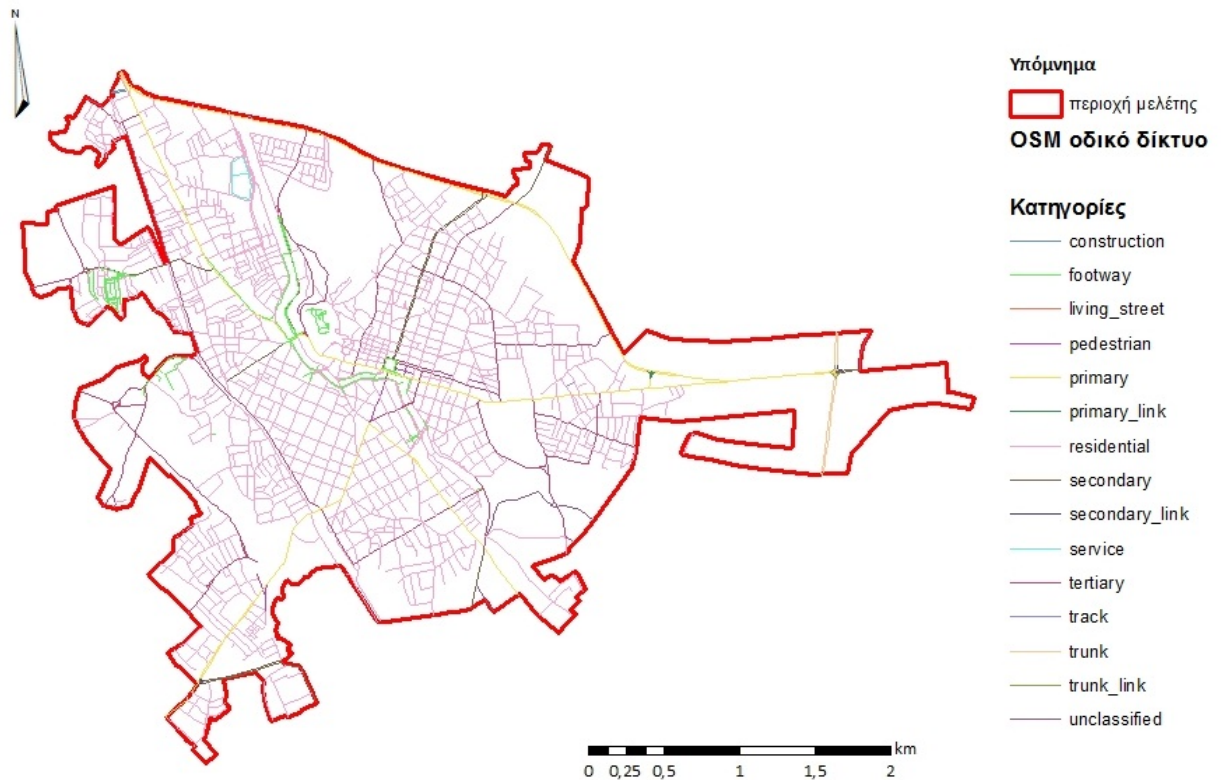
χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) οι οποίοι είναι αρκετά προγενέστεροι και συχνά έχουν παραλήψεις. Ένα άλλο πλεονέκτημα της χρήσης ενός τέτοιου υποβάθρου για τον έλεγχο των δεδομένων OSM είναι η δυνατότητα απεικόνισής του ως επιφανειακή οντότητα και όχι ως γραμμική. Δηλαδή, το επίπεδο ελέγχου δεν είναι πλέον γραμμές οι οποίες έχουν προκύψει από την ψηφιοποίηση κάποιου χάρτη, αλλά πολύγωνα πραγματικών διαστάσεων (πραγματικό πλάτος κάθε στοιχείου του οδικού δικτύου).



Εικόνα 13, Περιοχή μελέτης. Οικοδομικά τετράγωνα του σχεδίου πόλεως του Δ. Τρικκαίων όπως προέκυψαν από την ψηφιοποίηση των Ορθοφωτοχαρτών (Ο/Φ) της Κτηματολογίου ΑΕ (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Ιδία επεξεργασία, πηγή αρχικών δεδομένων: Κτηματολόγιο ΑΕ]

5.3 Δεδομένα OSM

Το επίπεδο που θα ελεγχθεί τόσο ως προς την πληρότητα, όσο και ως προς την ορθότητα, είναι το διανυσματικό επίπεδο του οδικού δικτύου OSM όπως είναι διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο geofabrik.de τον Απρίλιο του 2014. Τα διαθέσιμα δεδομένα OSM για την περιοχή μελέτης εμφανίζονται στην Εικόνα 14. Το επίπεδο του οδικού δικτύου OSM είναι γεωαναφερμένο στο γεωγραφικό ΓΣΑ World Geodetic System 1984 (WGS '84). Το WGS '84 χρησιμοποιεί επίσης ως Ελλειψοειδές αναφοράς το GRS 80 και την εγκάρσια μερκατορική προβολή (UTM). Ο Κεντρικός Μεσημβρινός του είναι ο $\lambda_0 = 0^\circ 00' 00''$ (Μεσημβρινός του Greenwich).



Εικόνα 14, Δεδομένα οδικού δικτύου OSM για την πόλη των Τρικάλων. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)]

57

Τον Απρίλιο του 2014, εντός του πλαισίου της περιοχής μελέτης, καταγράφονται 209,68 km οδικού δικτύου στους χάρτες OSM. Η ανάλυση ανά κατηγορία εμφανίζεται στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10, Ανάλυση κατηγοριών οδικού δικτύου OSM για την πόλη των Τρικάλων.

Κατηγορία οδικού δικτύου	Στοιχεία	Μήκος (m)
construction	2	179.32
footway	113	10434.69
living_street	1	19.40
pedestrian	6	828.44
primary	39	17194.45
primary_link	3	161.62
residential	828	145489.39
secondary	23	7140.86
secondary_link	3	156.15
service	2	805.98

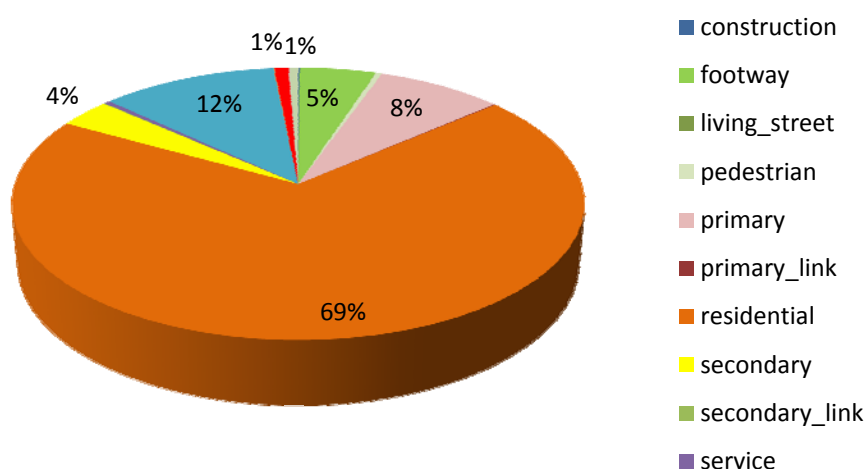
tertiary	78	24083.63
track	2	114.44
trunk	4	1890.56
trunk_link	3	157.51
unclassified	4	1202.47
ΣΥΝΟΛΟ	1111	209679.59

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.05.2014)]

Από το ν παραπάνω Πίνακα, είναι εμφανές ότι το μεγαλύτερο τμήμα του καταγεγραμμένου οδικού δικτύου στους χάρτες OSM της περιοχής μελέτης αφορά το αστικό δίκτυο. Το αστικό δίκτυο στα 145,5 km (69,4% του συνολικού δικτύου). Το πρωτεύον οδικό δίκτυο καταγράφεται στα 24,1 km (11,5% του συνολικού δικτύου), ενώ συλλεκτήριες αρτηρίες στα 7,1 km (3,4%). Ακόμα, σημαντική είναι η παρουσία των πεζοδρόμων (pedestrian) και μονοπατιών (footway) (11,3 km, 5,4%). Τέλος υπάρχει και ένα μικρό ποσοστό μη χαρακτηρισμένων οδικών αξόνων (unclassified) 1,2 km (0,6%).

Τα ποσοστά όλων των κατηγοριών το οδικού δικτύου εμφανίζονται στο Γράφημα 1 που ακολουθεί.

Γράφημα 1, Κατηγοριοποίηση οδικού δικτύου OSM στην πόλη των Τρικάλων



Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.05.2014)]

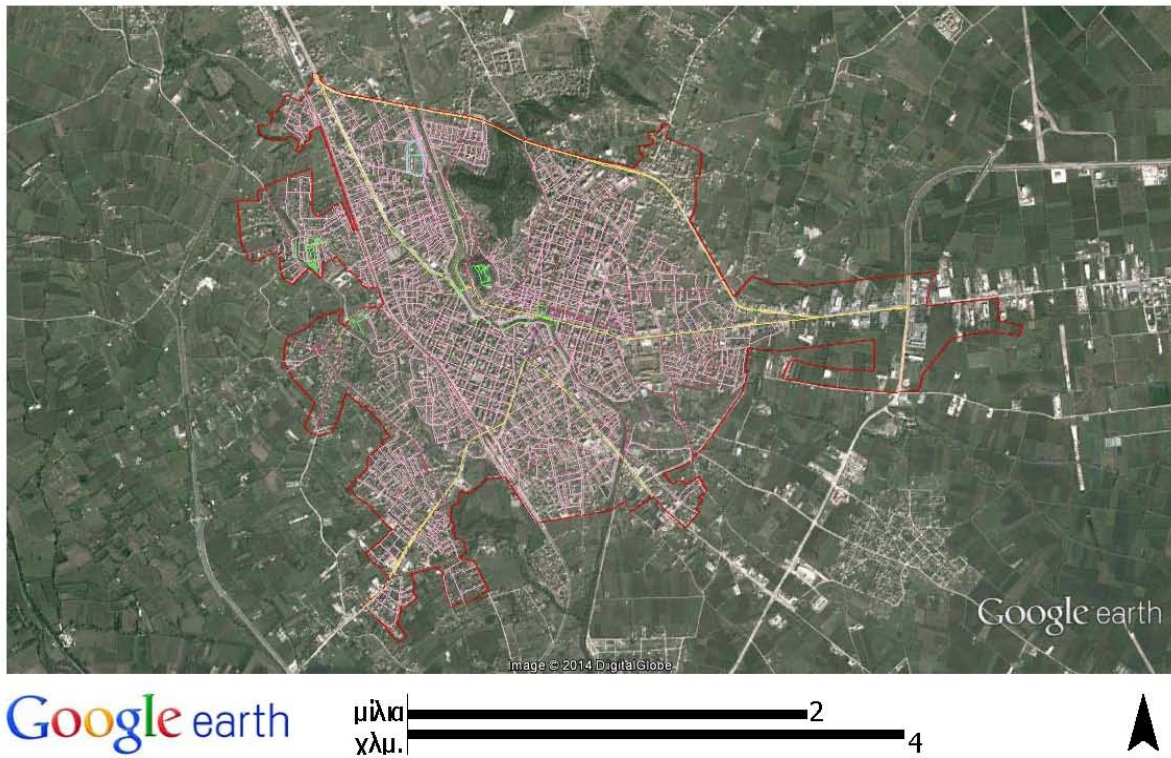
5.4 Σύνθεση Επιπέδων

Στη συνέχεια, δημιουργείται η σύνθεση των δύο επιπέδων του επιπέδου της Κτηματολόγιο Α.Ε και του επιπέδου του οδικού δικτύου OSM. Για να γίνει αυτό, τα δεδομένα από τις δύο διαφορετικές πηγές θα πρέπει να γεωαναφερθούν στο ίδιο ΓΣΑ. Επιλέγεται η μετατροπή των δεδομένων της Κτηματολόγιο Α.Ε στο ΓΣΑ των δεδομένων OSM, δηλαδή στο WGS '84. Ο λόγος που επιλέχθηκε η συγκεκριμένη μετατροπή και όχι η αντίστροφη, είναι η μετέπειτα δυνατότητα για εισαγωγή στους

χάρτες OSM οποιονδήποτε διορθώσεων προκύψουν. Επιπλέον, το ΓΣΑ WGS '84 χρησιμοποιείται τόσο από τον server WMS της Κτηματολόγιο Α.Ε όσο και από το GoogleEarth, κάτι που δίνει τη δυνατότητα της συνεχούς προβολής των δεδομένων κατά την επεξεργασία τους σε πραγματικό υπόβαθρο (Ορθοφωτοχαρτών και Δορυφορικών Απεικονίσεων αντίστοιχα, Εικόνες 15 & 16).



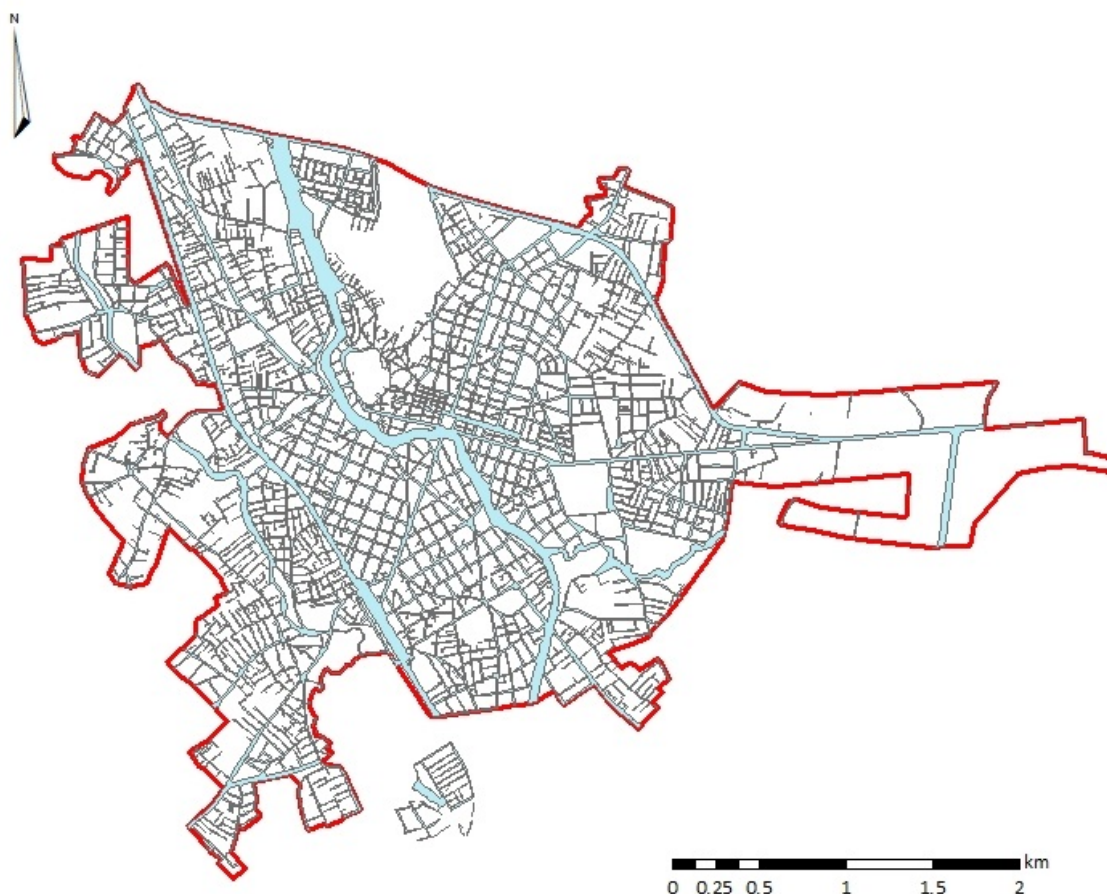
Εικόνα 15, Δεδομένα οδικού δικτύου OSM για την πόλη των Τρικάλων με υπόβαθρο τον Ορθοφωτοχάρτη της Κτηματολόγιο Α.Ε. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: WGS'84) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Υπόβαθρο: Κτηματολόγιο ΑΕ, μέσω της δικτυακής πύλης gis.ktimanet.gr (17.04.2014)]



Εικόνα 16, Δεδομένα οδικού δικτύου OSM για την πόλη των Τρικάλων με υπόβαθρο την Δορυφορική Απεικόνιση της εφαρμογής GoogleEarth. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: WGS'84) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Υπόβαθρο: GoogleEarth, Google Inc. (19.04.2014)]

60

Από τα οικοδομικά τετράγωνα του υποβάθρου του Εθνικού Κτηματολογίου, κατασκευάζεται το επίπεδο των οδικών αξόνων (Εικόνα 17).



Εικόνα 17, Υπόβαθρο οδικού δικτύου, όπως δημιουργήθηκε με βάση τα Οικοδομικά Τετράγωνα των Ορθοφωτοχαρτών της Κτηματολόγιο Α.Ε (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

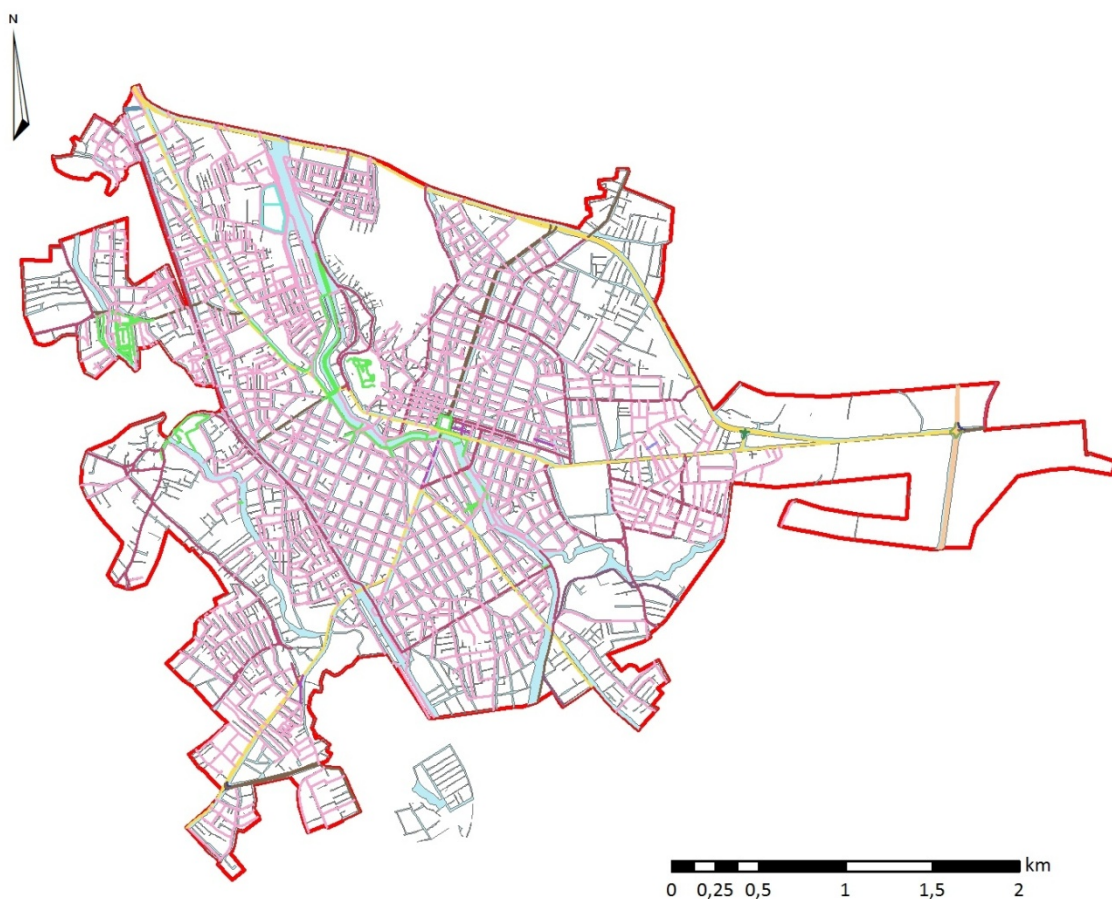
Όπως προαναφέρθηκε, τα δεδομένα OSM δημιουργούνται από τους χρήστες της υπηρεσίας είτε μέσω ψηφιοποίησης σε παρεχόμενο υπόβαθρο (δορυφορική απεικόνιση yahoo maps), είτε με ανέβασμα (uploading) σημείων και διαδρομών που έχουν συλλεχθεί συνήθως με GPS περιορισμένης ακρίβειας (αρχεία GPX). Και οι δύο αυτές μέθοδοι απόδοσης δημιουργούν αποτελέσματα μειωμένης ακρίβειας, καθώς η πρώτη βασίζεται στην ανάλυση και τη γεωαναφορά του υποβάθρου, ενώ η δεύτερη στην ακρίβεια του οργάνου συλλογής στοιχείων. Επιπλέον, στη δεύτερη περίπτωση η ακρίβεια θέσης εξαρτάται και από το σημείο λήψης των μετρήσεων, καθώς η ψηφιοποίηση δεν γίνεται σχεδόν ποτέ στον άξονα του δρόμου. Αποτέλεσμα είναι να δημιουργούνται προβλήματα κατά τον έλεγχο της ακρίβειας θέσεως των δεδομένων OSM όταν συγκρίνονται με ένα ελεγμένο γεωμετρικά υπόβαθρο.

Σε αντίστοιχες έρευνες για τον ελλαδικό χώρο (Κουνάδη 2009), για τη σύγκριση των δεδομένων OSM χρησιμοποιήθηκε γραμμικά ψηφιοποιημένο υπόβαθρο του οδικού δικτύου της περιοχής μελέτης από χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ) και στη συνέχεια εφαρμόστηκε η μέθοδος της χωρικής ακρίβειας ψηφιοποιημένων γραμμικών στοιχείων των Goodchild και Hunter

(1997), η οποία δημιουργεί μια περιμετρική ζώνη επιρροής (buffer zone) γύρω από το γραμμικό στοιχείο και στη συνέχεια συγκρίνονται τα δεδομένα OSM με βάση αυτό το υπόβαθρο των ζωνών επιρροής (Εικόνα 7). Το πλάτος αυτών των ζωνών στην περίπτωση της Κουνάδη επιλέγεται με βάση τον τύπο του οδικού δικτύου (7.5, 5 και 4 m αντίστοιχα για τους τύπους Α, Β, και Γ του οδικού δικτύου).

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας, όπως προαναφέρθηκε, επιλέγεται να γίνει σύγκριση των δεδομένων OSM με τις πραγματικές επιφάνειες του οδικού δικτύου της πόλης των Τρικάλων. Αποφεύγεται έτσι η γενίκευση των ζωνών επιρροής και επιπλέον αυξάνεται η ακρίβεια των αποτελεσμάτων του ελέγχου.

Τα αποτελέσματα της επίθεσης των δεδομένων OSM στο υπόβαθρο ελέγχου εμφανίζεται στην Εικόνα 18 που ακολουθεί.



Εικόνα 18, Επίθεση δεδομένων οδικού δικτύου OSM για την πόλη των Τρικάλων στο υπόβαθρο του οδικού δικτύου του κτηματολογίου. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί υποδεικνύουν τους τύπους του οδικού δικτύου. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

Από την επίθεση των δύο επιπέδων, γίνεται εύκολα αντιληπτή η μετατόπιση των δεδομένων OSM. Με εξαίρεση το ανατολικό τμήμα της πόλης (Εικόνα 19), οι υπόλοιποι οδικοί άξονες των δεδομένων OSM εμφανίζονται μετατοπισμένοι σε σταθερή απόσταση από τα δεδομένα του υποβάθρου. Αυτή η διαφοροποίηση μπορεί να οφείλεται στο χρόνο δημιουργίας των δεδομένων, καθώς υπάρχει περίπτωση να έχουν ψηφιοποιηθεί με χρήση υποβάθρου (δορυφορική απεικόνιση) στο οποίο να μην είχε γίνει τοπική γεωαναφορά ικανοποιητικής ακρίβειας.



Εικόνα 19, Η ταύτιση στο ανατολικό τμήμα της πόλης των Τρικάλων (περιοχή Πατουλιάς) των δεδομένων οδικού δικτύου OSM με το υπόβαθρο του οδικού δικτύου του κτηματολογίου. (ΓΣΑ: WGS'84) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

Προκειμένου να ελεγχθεί η ακρίβεια θέσης των δεδομένων OSM, αντιμετωπίζεται αυτή η μετάθεση των δεδομένων OSM ως συστηματικό σφάλμα και διορθώνεται. Επίσης, ορίζεται με ακρίβεια η περιοχή στην οποία τα δεδομένα OSM εμφανίζονται στη σωστή θέση, για να μπορεί να γίνει ο ποιοτικός έλεγχος στη συγκεκριμένη περιοχή χωρίς μετατόπιση των δεδομένων OSM.

5.5 Σημεία Ελέγχου

Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η ανάλυση της ποιότητας των δεδομένων OSM, πραγματοποιείται δειγματοληψία 30 τυχαίων σημείων εντός της περιοχής μελέτης. Στη συνέχεια, γύρω από αυτά τα σημεία δημιουργείται μια κυκλική ζώνη επιρροής (buffer zone) με ακτίνα 150 m, μέσα στην οποία θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση της ποιότητας των δεδομένων OSM. Από αυτά τα σημεία εξαιρούνται όσα βρίσκονται πολύ κοντά στα όρια της περιοχής μελέτης και όσα βρίσκονται σε περιοχές οι οποίες περιέχουν ελάχιστο ή καθόλου τμήμα του οδικού δικτύου. Τελικά, αυτές οι

ζώνες επιρροής καταλήγουν να είναι 20, καλύπτοντας μια συνολική επιφάνεια 141,37 στρ. (7,07 στρ. η κάθε μία). Η χωροθέτηση των σημείων αυτών εμφανίζεται στην Εικόνα 20 που ακολουθεί.



64

Εικόνα 20, Τα 20 τυχαία σημεία δειγματοληψίας και οι ζώνες επιρροής τους (ακτίνας 150 m). . (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

5.6 Ανάλυση

Η ανάλυση της ποιότητας των διαθέσιμων δεδομένων OSM για την περιοχή μελέτης, θα ακολουθήσει τη λογική των προηγούμενων ερευνών. Θα εξεταστούν δηλαδή τα δεδομένα OSM για τις 20 ζώνες ως προς την πληρότητά τους, ως προς την θεματική τους ακρίβεια και ως προς τη χωρική τους ακρίβεια.

Αρχικά θα εξεταστεί η πληρότητα των δεδομένων OSM σε σχέση με το υπόβαθρο των ορθοφωτοχαρτών της Κτηματολόγιο Α.Ε. Στη συνέχεια, θα εξεταστεί η πληρότητα των ονομάτων των στοιχείων του οδικού δικτύου. Η θεματική τους ακρίβεια, θα καθοριστεί βάσει της σωστή κατηγοριοποίησης των στοιχείων του οδικού δικτύου, αλλά και βάσει της σωστή ονοματολογίας τους. Τέλος, η χωρική ακρίβεια θα προκύψει ως ποσοστό ταύτισης των δεδομένων OSM με τα δεδομένα του υποβάθρου.

Όπως αναφέρθηκε, η περιοχή μελέτης παρουσιάζει συγκεκριμένες ανομοιογένειες ως προς τα διαθέσιμα δεδομένα OSM. Οι ανομοιογένειες αυτές θα αντιμετωπιστούν ως μέρος της ακρίβειας των δεδομένων και θα προταθούν τρόποι εξάλειψής τους.

5.6.1 Πληρότητα

Η πληρότητα των δεδομένων OSM θα προκύψει με τη σύγκριση τόσο του μήκους των στοιχείων του οδικού δικτύου με το μήκος των οδικών στοιχείων του υποβάθρου, όσο και του ποσοστού των στοιχείων OSM που έχουν καταχωρημένη τιμή στο πεδίο του ονόματος. Οι δύο αυτοί έλεγχοι θα πραγματοποιηθούν σε κάθε ζώνη ελέγχου των 20 τυχαίων σημείων. Για την ανάλυση της πληρότητας χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι οδικοί άξονες κίνησης οχημάτων και εξαιρέθηκαν οι πεζόδρομοι (footways). Ο λόγος που επιλέγεται κάτι τέτοιο, είναι ο χαρακτηρισμός ως πεζόδρομου (footway) στοιχείων τα οποία βρίσκονται εκτός οδικών αξόνων. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η παραποτάμια ζώνη της πόλης των Τρικάλων ή ο λόφος του Προφήτη Ηλία. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης για την πληρότητα των δεδομένων OSM παρουσιάζονται παρακάτω.

5.6.1.1 Μήκος

Αρχικά ελέγχεται η πληρότητα της έκτασης του οδικού δικτύου των δεδομένων OSM για κάθε μία από τις 20 ζώνες ελέγχου σε m. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον Πίνακα 11.

65

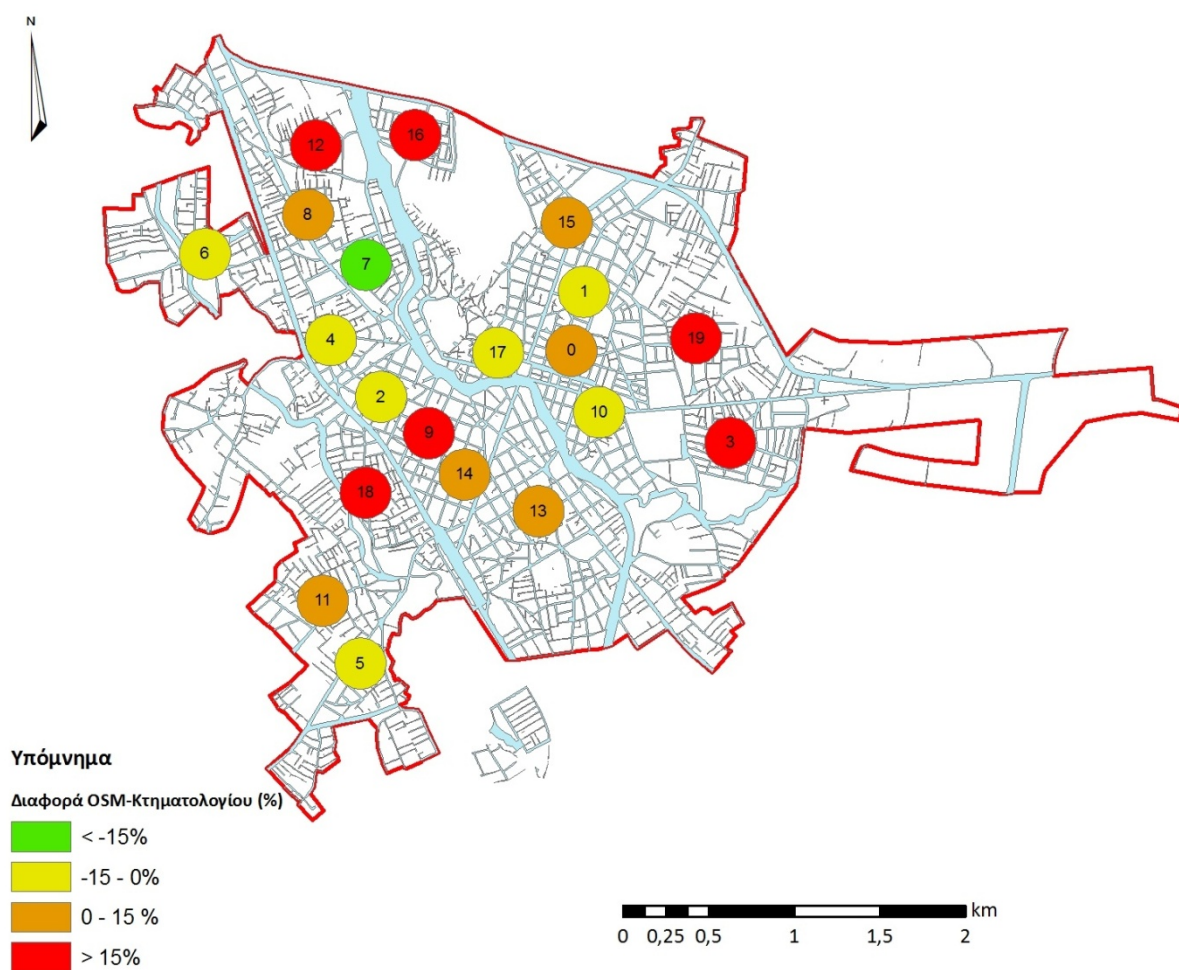
Πίνακας 11, Αποτελέσματα πληρότητας δεδομένων OSM για τις 20 ζώνες ελέγχου. Υπολογισμός του μήκους των δεδομένων OSM και του μήκους των στοιχείων του υποβάθρου.

Buffer Zone	Μήκος OSM (m)	Μήκος Υποβάθρου (m)	Διαφορά (m)	Διαφορά (%)
0	2020.19	2099.35	79.16	3.77
1	1920.16	1720.89	-199.27	-11.58
2	1894.24	1783.59	-110.65	-6.20
3	1979.6	2346.66	367.06	15.64
4	2023.68	1959.05	-64.63	-3.30
5	1954.41	1863.87	-90.54	-4.86
6	1865.22	1807.73	-57.49	-3.18
7	2403.04	1896.25	-506.79	-26.73
8	1716.03	1908.66	192.63	10.09
9	1379.06	1652.05	272.99	16.52
10	1986.85	1945.64	-41.21	-2.12
11	1893.42	2045.35	151.93	7.43
12	974.96	1172.47	197.51	16.85
13	1440.81	1644.52	203.71	12.39
14	1674.01	1715.89	41.88	2.44

15	1906.84	2081.37	174.53	8.39
16	2053.97	2812.4	758.43	26.97
17	3013.88	2912.81	-101.07	-3.47
18	1946.66	2485.4	538.74	21.68
19	1310.69	1677.33	366.64	21.86

[Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

Σχηματικά, η διαφορά των δεδομένων OSM με το πρότυπο επίπεδο αναφοράς εμφανίζεται με τη μορφή χάρτη στην Εικόνα 21 που ακολουθεί και στον Χάρτη 1 του Παραρτήματος.

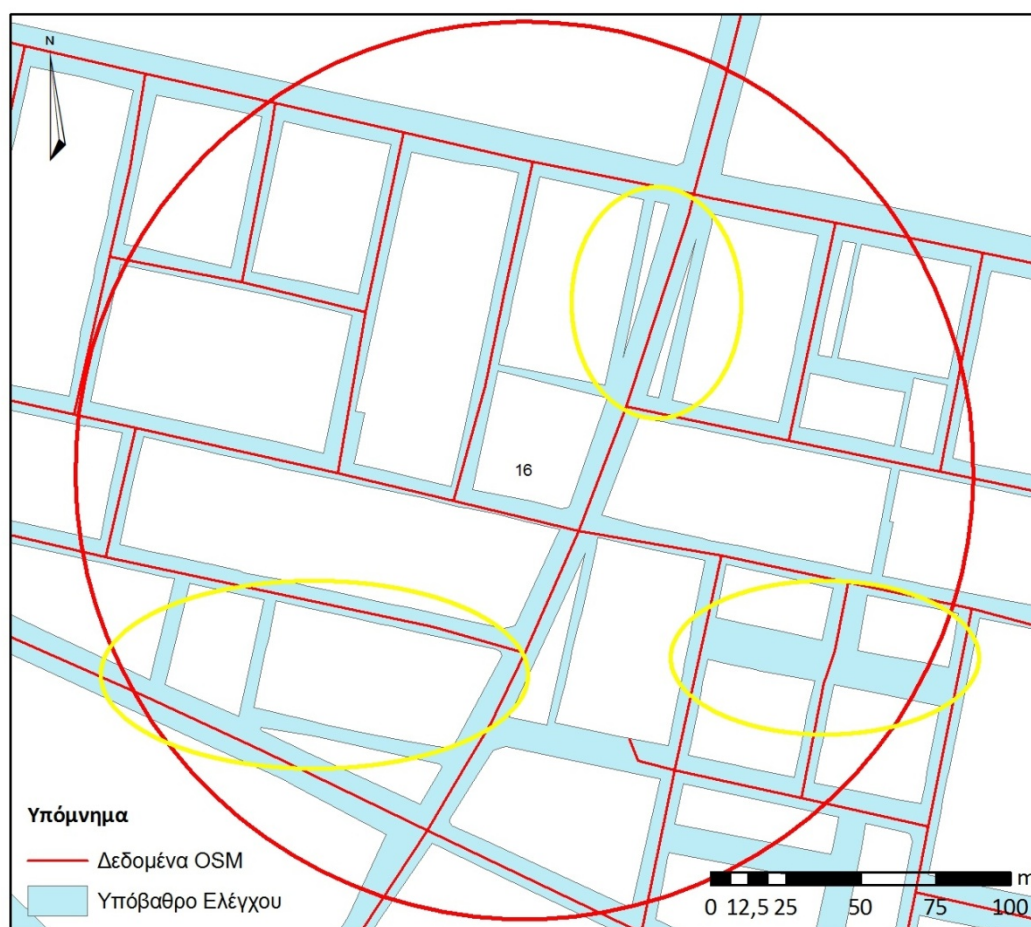


Εικόνα 21, Αποτελέσματα πληρότητας δεδομένων OSM για τις 20 ζώνες ελέγχου. Με κόκκινο χρώμα εμφανίζονται οι ζώνες στις οποίες τα δεδομένα OSM υπολείπονται των δεδομένων του Κτηματολογίου κατά 15% και πλέον, ενώ με πράσινο χρώμα οι ζώνες στις οποίες τα δεδομένα OSM είναι περισσότερα. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

Τόσο από τον Πίνακα 11, όσο και από την Εικόνα 21, γίνεται εύκολα αντιληπτή η σχετική ταύτιση των δεδομένων OSM με τα δεδομένα του υποβάθρου. Με εξαίρεση τη ζώνη 7 (δεδομένα OSM περισσότερα κατά 507 μέτρα) και τις ζώνες 16,18 και 19 (δεδομένα υποβάθρου περισσότερα κατά 758, 539 και 367 μέτρα αντίστοιχα) στις υπόλοιπες ζώνες η διαφορά των δεδομένων OSM κινείται

σε παρόμοια επίπεδα με μέση απόκλιση τα 63,5 μέτρα. Με τη μέση έκταση των δεδομένων υποβάθρου ανά ζώνη να ανέρχεται στα 1976,5 μέτρα, η απόκλιση των δύο υποβάθρων κινείται σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα (3,2 %). Η μέση απόλυτη απόκλιση (θετική και αρνητική) των δεδομένων OSM για τις 20 ζώνες ανέρχεται στο 11,27%.

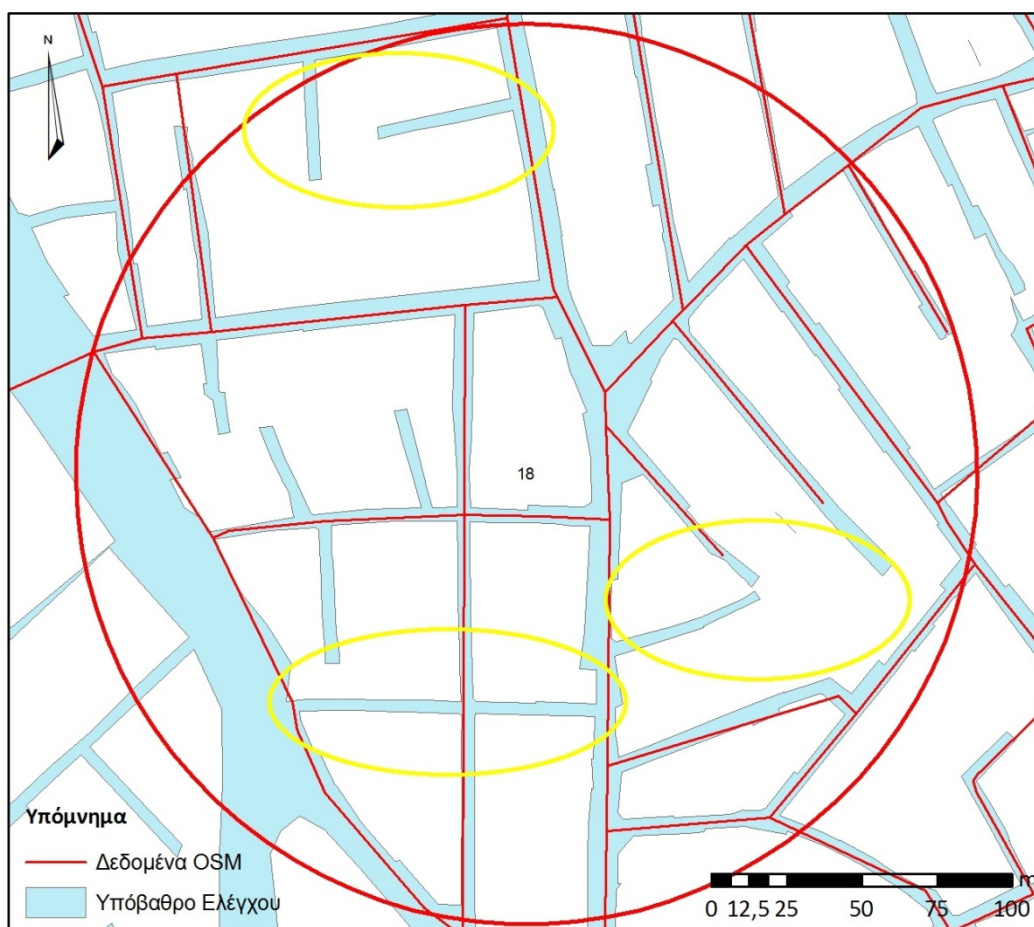
Όπως αναφέρθηκε, σε κάποιες ζώνες η απόκλιση των δεδομένων OSM με τα δεδομένα του υποβάθρου παρουσιάζουν μεγάλες διαφοροποιήσεις. Αυτές οι περιπτώσεις αναλύονται στις εικόνες που ακολουθούν.



Εικόνα 22, Buffer zone 16. Επίθεση δεδομένων OSM στα δεδομένα του υποβάθρου ελέγχου. Με κίτρινο χρώμα επισημαίνονται οι περιοχές στις οποίες υπάρχει έλλειψη δεδομένων OSM. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

Στη ζώνη ελέγχου 16 (Εικόνα 22), παρατηρούνται ελλείψεις στα δεδομένα OSM κατά 758 μέτρα (26,97%). Η συγκεκριμένη περιοχή βρίσκεται μακριά από το κέντρο της πόλης των Τρικάλων. Οι ελλείψεις αυτές είναι αποτέλεσμα της ελλιπούς ψηφιοποίησης των παράπλευρων οδών της περιφερειακής οδού που διατρέχει τη ζώνη, όπως και των επιμέρους δευτερευόντων οδικών αξόνων της περιοχής. Σημαντική παρατήρηση της συγκεκριμένης περιοχής είναι η έλλειψη

ορθολογικού σχεδιασμού του σχεδίου πόλεως. Δεν παρατηρείται καθετότητα των οδικών αξόνων, ούτε φαίνεται να διατηρείται κάποιο πρότυπο σχεδιασμού.

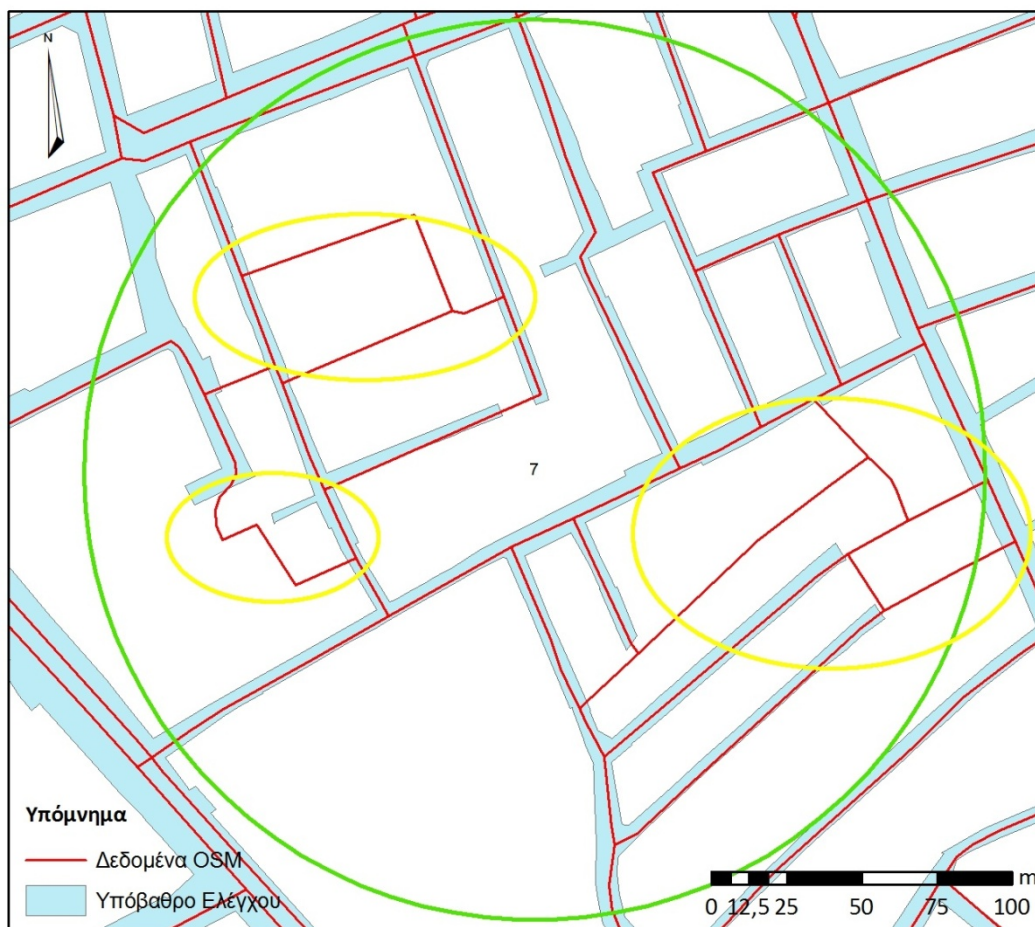


68

Εικόνα 23, Buffer zone 18. Επίθεση δεδομένων OSM στα δεδομένα του υποβάθρου ελέγχου. Με κίτρινο χρώμα επισημαίνονται οι περιοχές στις οποίες υπάρχει έλλειψη δεδομένων OSM. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

Ομοίως και στη ζώνη ελέγχου 18 (Εικόνα 23), τα δεδομένα OSM υπολείπονται των δεδομένων του υποβάθρου κατά 539 μέτρα (21,68%). Ισχύουν οι ίδιες παρατηρήσεις με τη ζώνη 16, καθώς και πάλι πρόκειται για μια περιοχή μακριά από το κέντρο της πόλης, στην οποία δεν έχει κυρωθεί ακόμα η πράξη εφαρμογής της. Για το λόγο αυτό, οι οδικοί άξονες της περιοχής δεν ακολουθούν κάποια λογική σχεδιασμού.

Παράλληλα, θα πρέπει να σχολιαστεί η καταγραφή μεγαλύτερου όγκου δεδομένων OSM από τα δεδομένα του υποβάθρου σε κάποιες ζώνες. Έτσι, στη ζώνη ελέγχου 7, αντίθετα με τις ζώνες 16 και 18, παρατηρείται μεγαλύτερος όγκος δεδομένων OSM από τα δεδομένα του υποβάθρου.



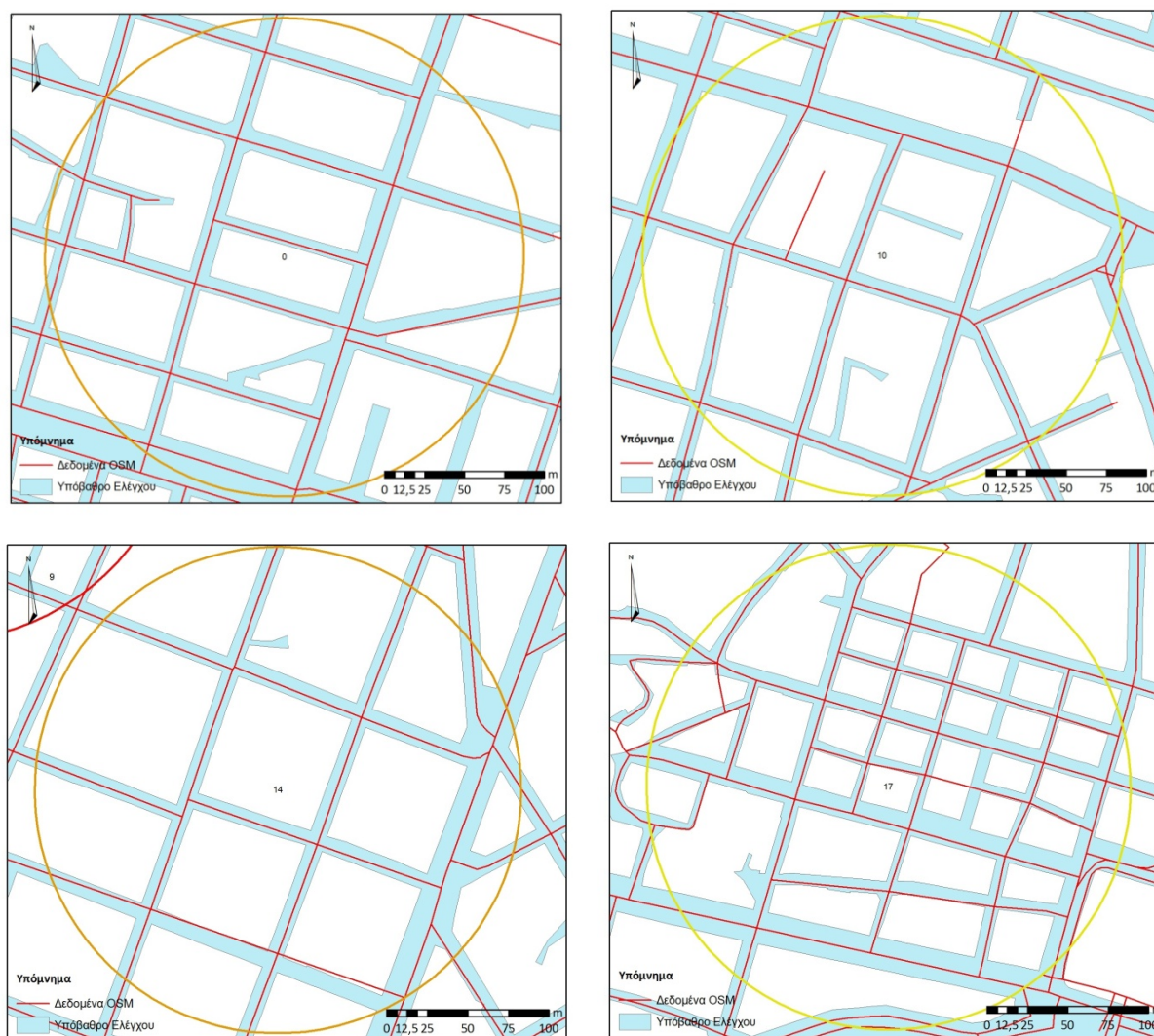
Εικόνα 24, Buffer zone 7. Επίθεση δεδομένων OSM στα δεδομένα του υποβάθρου ελέγχου. Με κίτρινο χρώμα επισημαίνονται οι περιοχές στις οποίες υπάρχει επιπλέον πληροφορία δεδομένων OSM σε σύγκριση με το υπόβαθρο. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

Το γεγονός της επιπλέον ψηφιοποίησης τμημάτων στα δεδομένα OSM της ζώνης 7 (Εικόνα 24) ερμηνεύεται και πάλι ως απόρροια της έλλειψης κυρωμένης πράξης εφαρμογής στην περιοχή. Κάποια τμήματα αποτελούν λανθασμένη ψηφιοποίηση ιδιωτικών οδών (βόρειο τμήμα), ενώ στο δυτικό τμήμα της ζώνης, τμήμα της ψηφιοποίησης των δεδομένων OSM είναι λανθασμένη καθώς δεν υπάρχει σύνδεση των δύο τμημάτων του οδικού δικτύου. Το ίδιο και στο ανατολικό τμήμα, στο οποίο ο ένας οδικός άξονας δεν υπάρχει καθόλου, ενώ οι υπόλοιποι δύο άξονες που εμφανίζονται να συνεχίζουν μέχρι να τείνουν τον κάθετο, στην πράξη σταματούν και η συνέχεια της κίνησης γίνεται διαμέσου ιδιοκτησίας η οποία τυγχάνει να είναι αδόμητη (αδιάνοικτη οδός). Η επαλήθευση των ατελειών των δεδομένων OSM, επιβεβαιώνονται με την επίθεση των δεδομένων στο υπόβαθρο WMS του server του κτηματολογίου (Εικόνα 25).



Εικόνα 25, Επίθεση δεδομένων OSM στον ορθοφωτοχάρτη του Κτηματολογίου για την buffer zone 7. Με κίτρινο χρώμα επισημαίνονται οι περιοχές στις οποίες υπάρχει επιπλέον πληροφορία δεδομένων OSM σε σύγκριση με το υπόβαθρο. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

Σε αντίθεση με της περιοχές μακριά από το κέντρο της πόλης των Τρικάλων, τα κεντρικά τμήματα παρουσιάζουν ταύτιση των δεδομένων OSM με τα δεδομένα του υποβάθρου του κτηματολογίου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 26.



Εικόνα 26, Επίθεση δεδομένων OSM στα δεδομένα του υποβάθρου ελέγχου. Πρόκειται για περιοχές του κέντρου της πόλης των Τρικάλων (buffer zones 00, 10, 14 & 17) και ο όγκος των δεδομένων OSM είναι ικανοποιητικός. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ

Στα τμήματα του κέντρου της πόλης παρατηρείται μεγάλη πληρότητα των δεδομένων OSM συγκριτικά με τα δεδομένα του υποβάθρου. Στις ζώνες ελέγχου 0, 10, 14 και 17 οι διαφορές κυμαίνονται κάτω από 100 μέτρα με μέση τιμή τα 5 μέτρα και μέση απόλυτη τιμή τα 65 μέτρα. Στις περιοχές του κέντρου, είναι εμφανής ο ορθολογικός σχεδιασμός των οικοδομικών τετραγώνων.

Συμπερασματικά, η πληρότητα των δεδομένων OSM εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση των σημείων ελέγχου. Όσο μεγαλώνει η απόσταση από το κέντρο της πόλης, τόσο αυξάνει η απόκλιση του όγκου των δεδομένων OSM από αυτά του υποβάθρου. Ως πιθανοί λόγοι αυτού του φαινομένου μπορούν να καταγραφούν η ακανόνιστη δομή των οικοδομικών τετραγώνων και κατά συνέπεια του οδικού δικτύου στις περιοχές στις οποίες δεν έχει κυρωθεί ακόμα η πράξη εφαρμογής τους, όπως

επίσης και η περιορισμένη πληθυσμιακή πυκνότητα των περιοχών αυτών, καθώς έτσι μειώνεται ο αριθμός των χρηστών οι οποίοι δύνανται να συντελέσουν στη δημιουργία των δεδομένων.

5.6.1.2 Όνομα

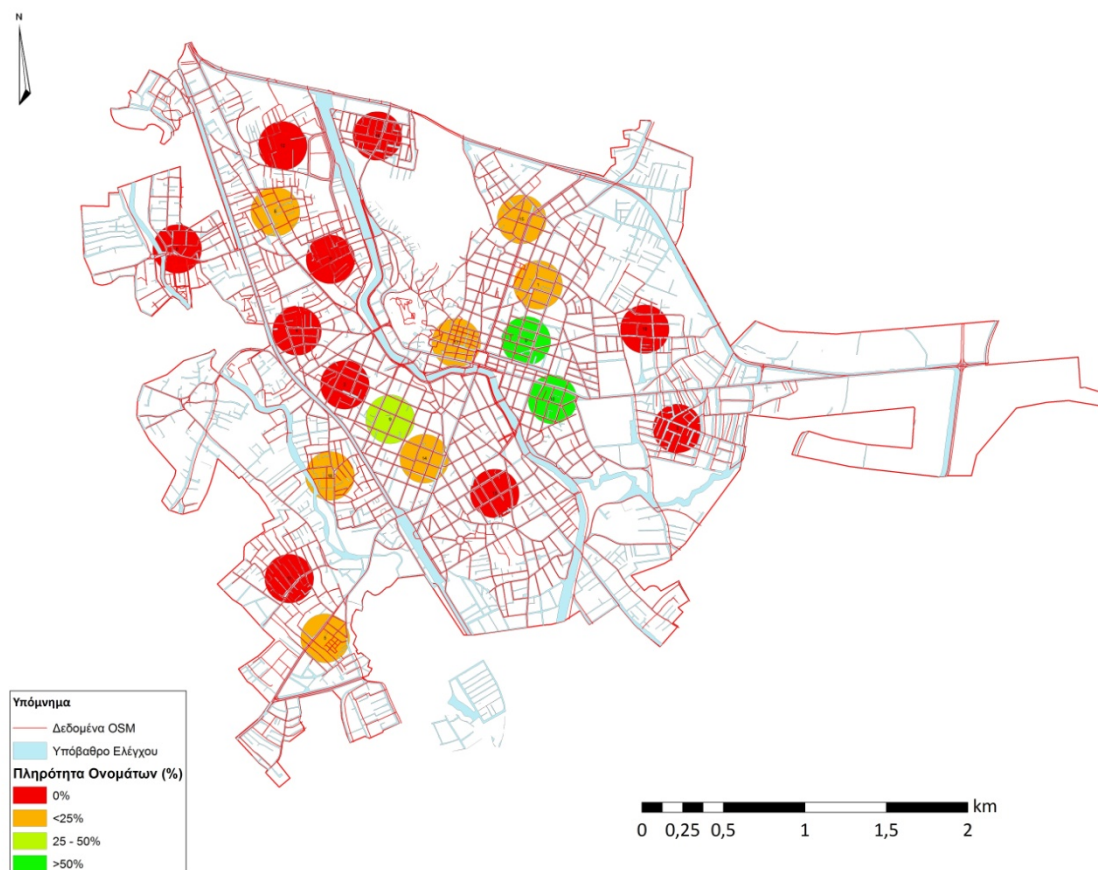
Στη συνέχεια ελέγχεται η πληρότητα της ονομασίας του οδικού δικτύου των δεδομένων OSM για κάθε μία από τις 20 ζώνες ελέγχου. Ελέγχεται δηλαδή το ποσοστό του δικτύου που έχει καταχωρημένη τιμή στη στήλη των ονομάτων του πίνακα ιδιοτήτων (Attribute Table). Τα αποτελέσματα του ελέγχου της πληρότητας των ονομάτων των δεδομένων OSM εμφανίζεται στον Πίνακα 12 που ακολουθεί.

Πίνακας 12, Αποτελέσματα πληρότητας ονομάτων δεδομένων OSM για τις 20 ζώνες ελέγχου. Υπολογισμός των στοιχείων που έχουν καταχωρημένη τιμή στο πεδίο της ονομασίας σε σχέση με το σύνολο των στοιχείων που εντοπίζονται σε κάθε ζώνη

Buffer Zone	Δρόμοι με		Ποσοστό δρόμων με ονομασία (%)
	όνομα (OSM)	Συνολικοί δρόμοι	
0	8	14	57.14
1	5	20	25.00
2	0	15	0.00
3	0	23	0.00
4	0	17	0.00
5	1	21	4.76
6	0	22	0.00
7	0	25	0.00
8	1	18	5.56
9	2	7	28.57
10	12	19	63.16
11	0	19	0.00
12	0	12	0.00
13	0	9	0.00
14	1	12	8.33
15	2	15	13.33
16	0	17	0.00
17	2	29	6.90
18	4	19	21.05
19	0	12	0.00

[Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)]

Συνολικά, σε 10 από τις 20 ζώνες ελέγχου δεν υπάρχει καμία τιμή καταχωρημένη στη στήλη των ονομάτων. Μόλις δύο ζώνες καταγράφουν ποσοστό ονομάτων πάνω από 50% (buffer zone 0 και 10 με 57,14% και 63,16% αντίστοιχα). Στις υπόλοιπες ζώνες, παρατηρούνται τιμές από 5 έως σχεδόν 29% σε ποσοστό πληρότητας ονομασίας των στοιχείων του οδικού δικτύου. Η μέση τιμή των δεδομένων που έχουν όνομα στην περιοχή μελέτη (20 ζώνες ελέγχου) ανέρχεται μόλις στο 11,69%. Η κατανομή του ποσοστού πληρότητας εμφανίζεται στην Εικόνα 27.



Εικόνα 27, Ποσοστό πληρότητας ονομάτων των στοιχείων του οδικού δικτύου OSM για τις 20 buffer zones. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι ζώνες στις οποίες υπάρχει παντελής έλλειψη ονομασίας. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)]

Από την Εικόνα 27 συμπεραίνεται πως η ύπαρξη ονομασίας των δεδομένων OSM δεν εξαρτάται όπως η πληρότητα μόνο από την απόσταση από το κέντρο. Στο κέντρο της πόλης έχουν καταχωρημένο όνομα περισσότερα δεδομένα OSM από τις υπόλοιπες περιοχές, αλλά η πληρότητα των ονομάτων παραμένει χαμηλή. Σε αντίθεση, υπάρχει μια συγκεκριμένη περιοχή στο ανατολικό τμήμα του κέντρου στο οποίο η πληρότητα των ονομάτων είναι αρκετά υψηλή (ζώνες 0 & 10, Εικόνα 28).



Εικόνα 28, Δεδομένα OSM στην περιοχή του κέντρου της πόλης των Τρικάλων (ανάμεσα στις ζώνες 0 και 10). Το ποσοστό πληρότητας των ονομάτων στη συγκεκριμένη περιοχή ξεπερνά το 60%. (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)]

Προφανώς, η πληρότητα των ονομάτων στη συγκεκριμένη περιοχή οφείλεται στην λεπτομερέστερη ψηφιοποίηση της περιοχής αυτής από έναν ή περισσότερους χρήστες. Οι ίδιες ζώνες (0 και 10) χαρακτηρίζονται επίσης και από ικανοποιητική πληρότητα όγκου δεδομένων, ενισχύοντας έτσι το συλλογισμό της λεπτομερέστερης και πιο προσεκτικής ψηφιοποίησης.

5.6.2 Θεματική Ακρίβεια

Η θεματική ακρίβεια των δεδομένων OSM βασίζεται στο ποσοστό των δεδομένων που έχουν κατηγοριοποιηθεί σωστά στην κατάταξη του οδικού δικτύου. Όπως αναφέρθηκε (Πίνακας 10) στην περιοχή μελέτης υπάρχει ένα πλήθος κατηγοριών. Για την ανάλυση της πληρότητας όπως αναφέρθηκε χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι οδικοί άξονες κίνησης οχημάτων και εξαιρέθηκαν οι πεζόδρομοι (footways). Οι κατηγορίες οδικών αξόνων που περιλαμβάνονται στις 20 ζώνες ελέγχου είναι οι εξής:

Πίνακας 13, Ανάλυση κατηγοριών οδικού δικτύου OSM για τις 20 buffer zones της περιοχής μελέτης.

Κατηγορία οδικού δικτύου	Στοιχεία	Μήκος (m)
footway	17	1842.45
primary	6	5862.05

residential	305	66519.86
tertiary	17	7568.65
ΣΥΝΟΛΟ	345	81793.01

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.05.2014)]

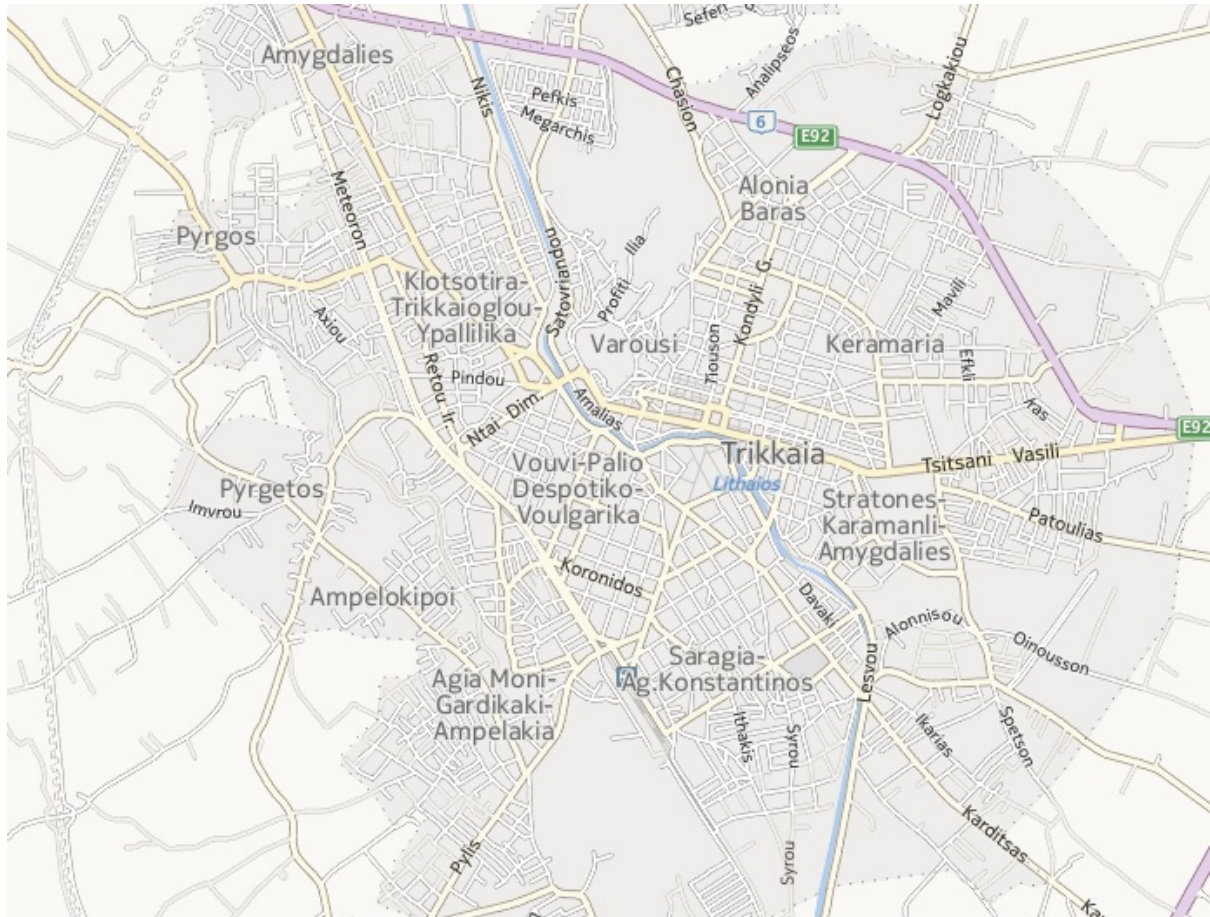
Καθώς η συντριπτική πλειοψηφία των δεδομένων (88,41% των στοιχείων ή 81,33% του συνολικού μήκους) είναι κατηγοριοποιημένα ως αστικοί οδικοί άξονες (residential), ο έλεγχος της κατηγοριοποίησης των δεδομένων OSM είναι μια τυπική διαδικασία.

Επίσης, στο κομμάτι της θεματικής ακρίβειας των δεδομένων κατατάσσεται και η ακρίβεια των ονομάτων τους. Πέρα από την πληρότητα των ονομάτων με την οποία εξακριβώθηκε το ποσοστό των δεδομένων OSM τα οποία έχουν καταχωρημένη ονομασία, πρέπει να εξακριβωθεί και ο βαθμός στον οποίο η ονομασία αυτή είναι η σωστή. Και πάλι, καθώς ένα μικρό ποσοστό δεδομένων OSM έχει καταχωρημένη τιμή στο πεδίο του ονόματος, ο έλεγχος της ακρίβειας της ονομασίας τους παραμένει μια τυπική διαδικασία.

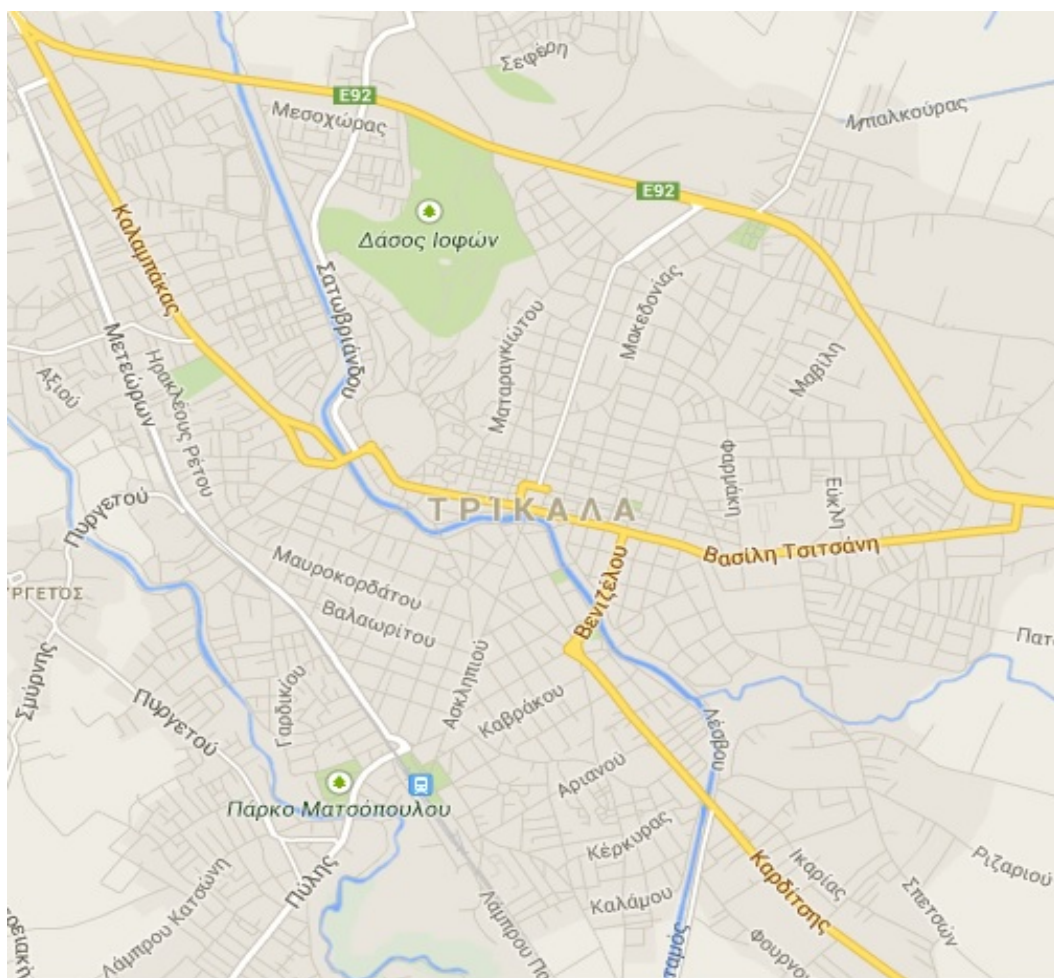
Τέλος, πραγματοποιείται έλεγχος της κατεύθυνσης κίνησης. Η κατεύθυνση κίνηση των δεδομένων OSM αποτελεί ποσοτικό διακριτό χαρακτηριστικό στον πίνακα των ιδιοτήτων τους, καθώς παίρνει μόνο τιμές 0 (στην περίπτωση που πρόκειται για οδό αμφίδρομης κίνησης) και 1 (στην περίπτωση που πρόκειται για μονόδρομο). Η σωστή φορά κίνησης δεν μπορεί να ελεγχθεί από το δείγμα των δεδομένων OSM που χρησιμοποιείται, παρά μόνο από την ιστοσελίδα των χαρτών OSM και μόνο οπτικά.

5.6.2.1 Κατηγοριοποίηση

Σε παρόμοιες έρευνες για τον Ελλαδικό χώρο (Κουνάδη, 2009) ο έλεγχος της κατηγοριοποίησης πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας ως πρότυπο ελέγχου κάποια διαδικτυακή υπηρεσία χαρτογραφικών προϊόντων (π.χ Yahoo!Maps). Η εικόνα που παρουσιάζει η πόλη των Τρικάλων στους χάρτες Yahoo!Maps, αλλά και GoogleMaps, εμφανίζεται στις παρακάτω απεικονίσεις.



Εικόνα 29, Η πόλη των Τρικάλων όπως εμφανίζεται στους χάρτες Yahoo!Maps. Με μωβ χρώμα εμφανίζεται το τμήμα του αυτοκινητοδρόμου, και με κίτρινο οι κύριες αστικές αρτηρίες. Οι υπόλοιποι οδικοί άξονες έχουν λευκό χρώμα [Πηγή: maps.yahoo.com (11.06.2014)]



Εικόνα 30, Η πόλη των Τρικάλων όπως εμφανίζεται στους χάρτες GoogleMaps. Σε αυτή την περίπτωση εμφανίζονται με κίτρινο χρώμα τόσο τα τμήματα του αυτοκινητοδρόμου, όσο και οι κύριες αστικές αρτηρίες. Οι υπόλοιποι οδικοί άξονες έχουν λευκό χρώμα [Πηγή: www.google.gr/maps (11.06.2014)]

Οι οδικοί άξονες που βρίσκονται στις ζώνες ελέγχου εμφανίζονται ως κύριοι αστικοί άξονες (primary) είναι οι εξής: Εθνική οδός Άρτας-Τρικάλων, Ασκληπιού, Καλαμπάκας, Στρ. Σαράφη, και Βασ. Τσιτσάνη. Με εξαίρεση την οδό Ασκληπιού η οποία είναι ταξινομημένη σε λάθος κατηγορία σύμφωνα με τους χάρτες Yahoo! και Google, οι υπόλοιποι κύριοι οδικοί άξονες είναι ταξινομημένοι σωστά. Το ίδιο ισχύει και για τους δευτερεύοντες αστικούς οδικούς άξονες. Έτσι είναι καταχωρημένη η οδός Κονδύλη. Η οδός Πύργου, εμφανίζεται διαφορετικά στους χάρτες Yahoo! Και Google με τα δεδομένα OSM να συμφωνούν με την κατηγοριοποίηση των χαρτών Yahoo! (secondary). Επίσης, ένα τμήμα της οδού Στρ. Σαράφη εμφανίζεται ως secondary, ενώ σύμφωνα με τους χάρτες είναι primary.

Ο έλεγχος της θεματικής ακρίβειας των δεδομένων OSM δεν έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για μια επαρχιακή πόλη όπως αυτή των Τρικάλων, καθώς η συντριπτική πλειοψηφία των οδικών της αξόνων ανήκουν στο αστικό οδικό δίκτυο. Πέραν αυτού, τα δεδομένα OSM εμφανίζουν ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά επιτυχημένου χαρακτηρισμού των στοιχείων τους, καθώς οι λίγες κύριες και

συλλεκτήριοι οδικές αρτηρίες εντοπίζονται εύκολα κατά την ψηφιοποίησή τους από τους χρήστες της υπηρεσίας.

5.6.2.2 Όνομα

Όπως αναλύθηκε και στην ενότητα της πληρότητας, μόλις 39 από τα 345 στοιχεία τα οποία ανήκουν στις ζώνες ελέγχου έχουν καταχωρημένη τιμή στο πεδίο του ονόματος. Τα στοιχεία αυτά ελέγχονται ως προς της ακρίβειά τους στον Πίνακα 14 που ακολουθεί.

Πίνακας 14, Αποτελέσματα ορθότητας ονομασίας των δεδομένων OSM για τις 20 buffer zones της περιοχής μελέτης

Όνομα δρόμου	Σωστό όνομα δρόμου	Μήκος (m)
Μακεδονίας	✓	27.69
Εθνική Οδός Άρτας - Τρικάλ	Εθνική Οδός Τρικάλων - Ιωαννίνων	278.90
Εθνική Οδός Άρτας - Τρικάλ	Εθνική Οδός Τρικάλων - Ιωαννίνων	188.00
Ασκληπιοῦ	✓	189.77
Βούλγαρη	✓	251.52
Πολυθέας	✓	65.56
Αγίου Νικολάου	✓	127.63
Κωλέτη	Κωλέττη	146.97
Καλαμπάκας	✓	284.63
28ης Οκτωβρίου	✓	128.17
Αχιλλέως	✓	108.80
Αθανασίου Διάκου	✓	197.93
Κονδύλη	Γεωργίου Κονδύλη	276.71
Περσεφόνης	Χαιροπούλου - Χρ. Καρρά - Περσεφόνης	205.09
Πλούτωνος	✓	132.87
Τζαβέλα	Τζαβέλλα	24.95
Ζάππα	✓	206.05
Ελευθερίου Βενιζέλου	✓	66.33
Σωκράτους	✓	272.42
Μακεδονίας	✓	177.89
Ολυμπίου	✓	93.40
Περραιβού	✓	100.80
Στρατηγού Σαράφη	✓	218.58

Σκουφά	✓	8.53
Θεοδοσοπούλου	Θεοδωσοπούλου	184.40
Ίωνος Δραγούμη	✓	123.36
Φαρμάκη	✓	193.07
Πύρρας	✓	92.95
Στεφάνοβικ	✓	215.56
Κατσιμήδου	✓	12.58
Μακεδονίας	✓	80.33
Στουρνάρα	✓	185.62
Αβέρωφ	✓	260.23
Βασίλη Τσιτσάνη (πρώην Λαρ	✓	265.30
Έλληνας	✓	93.68
Σιδηράς Μεραρχίας	✓	116.43
Αθανασίου Μικρού	✓	226.07
Γαρδικίου	✓	287.53
Πολυθέας	✓	103.66

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.05.2014)]

Συνολικά, 7 στοιχεία των δεδομένων OSM είχαν λανθασμένη ονομασία. Δηλαδή, οι ονομασίες των οδών των δεδομένων OSM είναι ορθές σε ποσοστό 82% (σε αριθμό) ή 79% (κατά αναλογία μήκους). Το ποσοστό αυτό χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα υψηλό, αλλά αν αναλογιστεί κανείς το πολύ χαμηλό ποσοστό της πληρότητας ονομάτων (11,69%) θα περίμενε να είναι ακόμη μεγαλύτερη η ορθή αναγραφή των ονομάτων. Τρία από τα επτά λάθη οφείλονται σε λανθασμένη ορθογραφία των ονομάτων των οδών, ένα σε απλοποίηση του ονόματος, δύο αφορούν λανθασμένη αναγραφή του εθνικού οδικού άξονα που διατρέχει τα όρια της πόλης των Τρικάλων και ένα την μετονομασία μιας οδού ανά τρία τμήματα.

5.6.2.3 Κατεύθυνση Κίνησης

Ο έλεγχος της κατεύθυνσης κίνησης των δεδομένων OSM δεν έχει πραγματοποιηθεί σε καμία από τις προηγούμενες μελέτες και ο λόγος είναι η δυσκολία στην πραγματοποίηση του συγκεκριμένου ελέγχου. Στην προκειμένη περίπτωση και δεδομένου του περιορισμένου μεγέθους ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται οπτικά, με επίθεση των δεδομένων OSM στους χάρτες Google Maps. Σημειώνεται πως για τον έλεγχο της κατεύθυνσης κίνησης, χρησιμοποιήθηκαν εκτός από τους χάρτες της Google (Google Maps) και παρατηρήσεις πεδίου.

Χαρακτηριστική είναι η απουσία μονόδρομων στις περιοχές που απέχουν από το κέντρο της πόλης (ζώνες 3, 4, 8, 12, 13, 16, 18 και 19). Αναλυτικά, οι μονόδρομοι στις 20 ζώνες περιγράφονται στον Πίνακα 15 που ακολουθεί.

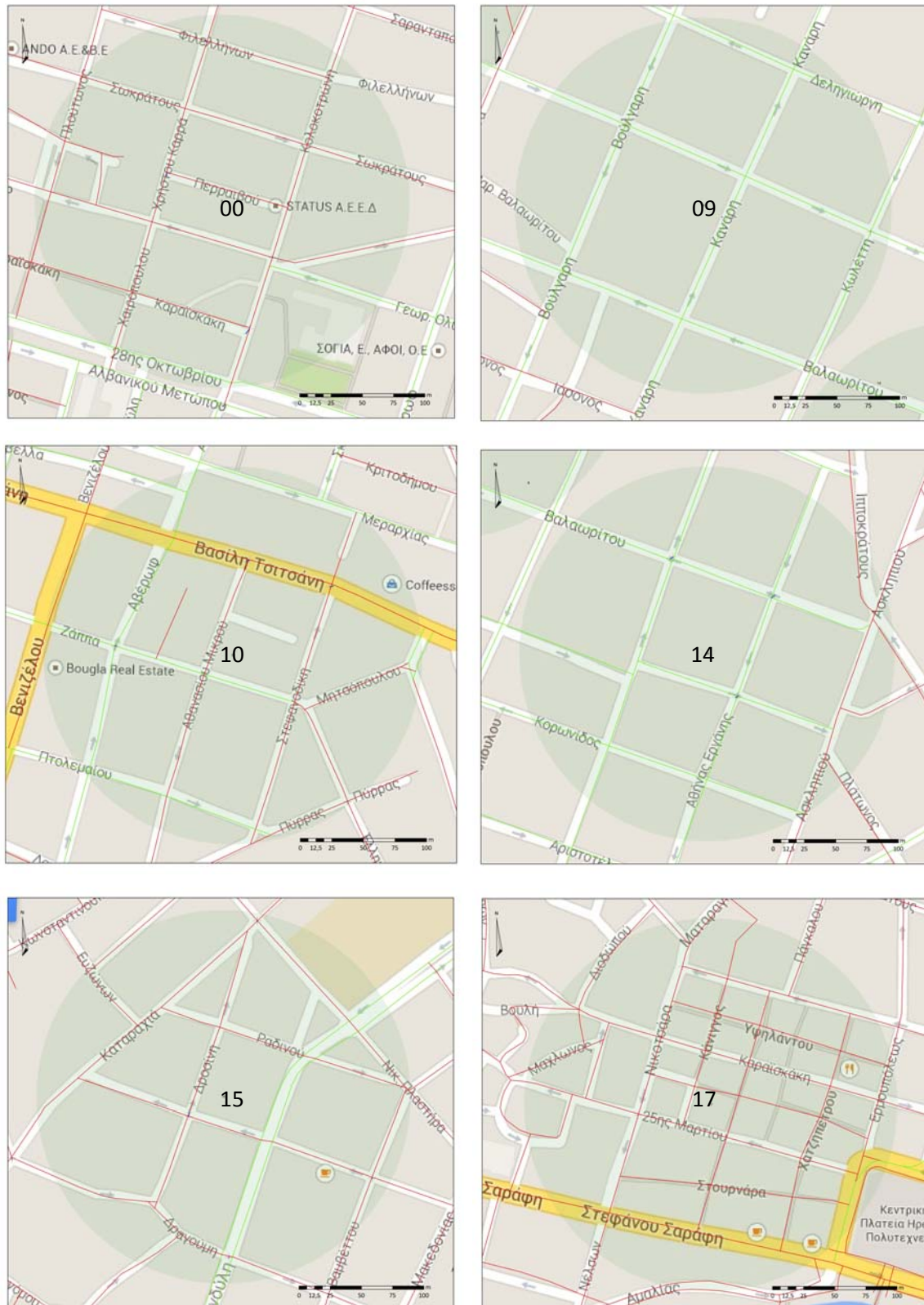
Πίνακας 15, Αποτελέσματα ορθότητας φοράς κίνησης των οδικών αξόνων των δεδομένων OSM για τις 20 buffer zones της περιοχής μελέτης

Buffer Zone	Δρόμοι με φορά κίνησης(OSM)	Δρόμοι με φορά κίνησης(Google Maps)	Διαφορά	Ποσοστό δρόμων με φορά κίνησης (%)	Μήκος Δρόμων με φορά κίνησης(OSM)
0	2	8	6	25.00	221.57
1	1	1	0	100.00	258.19
2	2	3	1	66.67	569.78
3	0	0	0	-	-
4	0	0	0	-	-
5	2	7	5	28.57	281.52
6	0	4	4	0.00	-
7	0	1	1	0.00	-
8	0	0	0	-	-
9	7	7	0	100.00	1379.06
10	6	9	3	66.67	832.07
11	0	2	2	0.00	-
12	0	0	0	-	-
13	0	0	0	-	-
14	6	8	2	75.00	1322.16
15	1	7	6	14.29	272.73
16	0	0	0	-	-
17	1	9	8	11.11	82.05
18	0	0	0	-	-
19	0	0	0	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	28	66	38	40.61	5219.13

Πηγή: [Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.05.2014) και www.google.gr/maps (03.07.2014)]

Από τον παραπάνω Πίνακα, γίνεται εύκολα αντιληπτή η ύπαρξη μονόδρομων στις περιοχές του κέντρου (ζώνες 0, 9, 10, 14, 15 και 17 ,Εικόνα 31), αλλά και σε συγκεκριμένες απομακρυσμένες ζώνες (ζώνη 5).

Σε ορισμένες περιοχές του κέντρου (ζώνες 9 και 14) όλοι οι οδικοί άξονες είναι μονόδρομοι και έχουν καταχωρηθεί σωστά σε πολύ μεγάλο βαθμό. Κατά μέσο όρο, οι μονόδρομοι είναι καταχωρημένοι σε ποσοστό πάνω από 40%, αρκετά ικανοποιητικό σε σύγκριση με το ποσοστό πληρότητας ονομάτων. Το συνολικό μήκος των στοιχείων του οδικού δικτύου που έχουν καταχωρημένη μονόδρομη κατεύθυνση κίνησης για τις 20 ζώνες ελέγχου ξεπερνά τα 5,2 km.



Εικόνα 31, Επίθεση δεδομένων OSM στους χάρτες Google (Google Maps) προκειμένου να ελεγχθεί η πληρότητα των μονόδρομων. Με πράσινο χρώμα εμφανίζονται τα δεδομένα OSM τα οποία έχουν καταχωρημένη τιμή στη στήλη ελέγχου των μονόδρομων (oneway=1), ενώ με κόκκινο τα δεδομένα για τα οποία ισχύει oneway=0. [(ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)] Δεδομένα υποβάθρου: www.google.gr/maps (03.07.2014)]

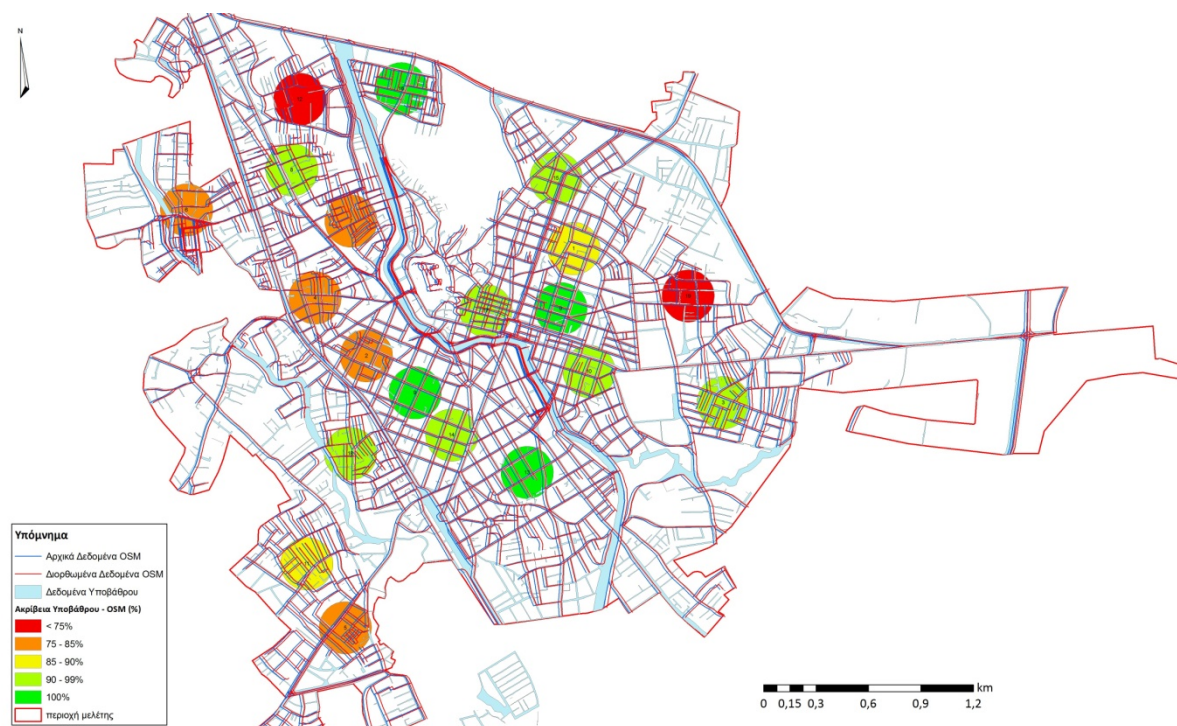
5.6.3 Χωρική Ακρίβεια

Ο έλεγχος της χωρικής ακρίβειας των δεδομένων OSM έχει ως στόχο τη διερεύνηση της σχετικής θέσης των δεδομένων στο χώρο. Η σχετική αυτή ακρίβεια προκύπτει από τη σύγκριση των δεδομένων OSM με τα δεδομένα ενός υποβάθρου ελέγχου. Όπως αναφέρθηκε και στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, παρόμοιες έρευνες στο παρελθόν χρησιμοποίησαν ως υπόβαθρο γραμμικά διανυσματικά στοιχεία κάποιου φορέα (Meridian, OS MasterMap, TeleAtlas, ΓΥΣ κ.α). Στις περιπτώσεις που ο έλεγχος της χωρικής ακρίβειας δεν γινόταν οπτικά, αλλά με τη βοήθεια λογισμικού, στα δεδομένα του υποβάθρου ελέγχου δημιουργούνταν μια ζώνη γενίκευσης (buffer zone). Τα κριτήρια με τα οποία επιλέγονταν το πλάτος της ζώνης αυτής ήταν κατά κανόνα γενικευμένα και βασίζονταν σε παραδοχές της μέσης τιμής του πλάτους κάθε κατηγορίας οδικού άξονα.

Στη συγκεκριμένη εργασία, το πλάτος κάθε οδικού άξονα δεν επιλέγεται βάσει της κατηγορίας του, αλλά απεικονίζεται ως επιφανειακή οντότητα πραγματικών διαστάσεων και όχι ως γραμμικό στοιχείο (στον άξονα κάθε δρόμου). Ο λόγος που επιλέγεται να γίνει κάτι τέτοιο είναι η αντιμετώπιση των αποτελεσμάτων του χωρικού ελέγχου των δεδομένων OSM όχι σαν σχετική ακρίβεια, αλλά σαν απόλυτη. Δεν ελέγχεται δηλαδή η απλά η ταύτιση των δεδομένων OSM με ένα θεωρητικό υπόβαθρο, αλλά με την πραγματική θέση των οντοτήτων στη φυσική γήινη επιφάνεια. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός υποβάθρου όπως αυτό που προέρχεται από την ψηφιοποίηση των ορθοφωτογραφιών της Κτηματολόγιο Α.Ε, οι οποίοι απεικονίζουν την πραγματική κατάσταση με ένα σφάλμα της τάξης των 0,20 μέτρων.

Καθώς πλέον ο έλεγχος της χωρικής ακρίβειας αποκτά το νόημα της απόλυτης ακρίβειας, θα πρέπει να επιλεχθεί και το προβολικό σύστημα το οποίο θα υιοθετηθεί. Τα δεδομένα του Κτηματολογίου προβάλλονται στο επίσημο προβολικό σύστημα της Ελλάδας, ήτοι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ '87), ενώ τα δεδομένα OSM είναι διαθέσιμα στο παγκόσμιο προβολικό σύστημα World Geodetic System 1984 (WGS '84). Επιλέγεται η χρήση του υποβάθρου των δεδομένων OSM (WGS '84), καθώς έτσι και τα τελικά αποτελέσματα θα μπορούν να εισαχθούν στους χάρτες OSM και θα μπορεί να γίνει άμεση επίθεσή τους στην εφαρμογή Google Earth για περαιτέρω σχολιασμό των αποτελεσμάτων.

Επιθέτοντας τα δεδομένα OSM (geofabrik, 2014) στο υπόβαθρο του κτηματολογίου παρατηρείται μια μετατόπιση (Εικόνα 31). Η μετατόπιση αυτή είναι σταθερή σχεδόν σε ολόκληρη την πόλη των Τρικάλων, με εξαίρεση τη ζώνη ελέγχου 3, στην περιοχή Πατουλιάς στο ανατολικό τμήμα της πόλης (Εικόνα 19).



Εικόνα 32, Ποσοστό χωρικής ακρίβειας των στοιχείων του οδικού δικτύου OSM για τις 20 buffer zones. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι ζώνες στις οποίες η χωρική ακρίβεια κυμαίνεται κάτω από 75% (με ελάχιστη τιμή 57,30%), ενώ με έντονο πράσινο οι περιοχές με χωρική ακρίβεια 100% (πλήρης ταύτιση). (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)]

Η μετατόπιση αυτή, μετρήθηκε στα 25,18 μέτρα ανατολικά και στα 0,80 μέτρα βόρεια. Σημειώνεται πως ο έλεγχος της χωρικής ακρίβειας πραγματοποιήθηκε μετά την μετατόπιση των δεδομένων OSM σε όλες τις ζώνες ελέγχου εκτός από τη ζώνη 3, στην οποία ο έλεγχος έγινε χωρίς να μετατοπιστούν τα αρχικά δεδομένα. Αναλυτικότερα, η μετατόπιση των δεδομένων OSM ανά ζώνη ελέγχου παρουσιάζεται στον Χάρτη 2 του Παραρτήματος.

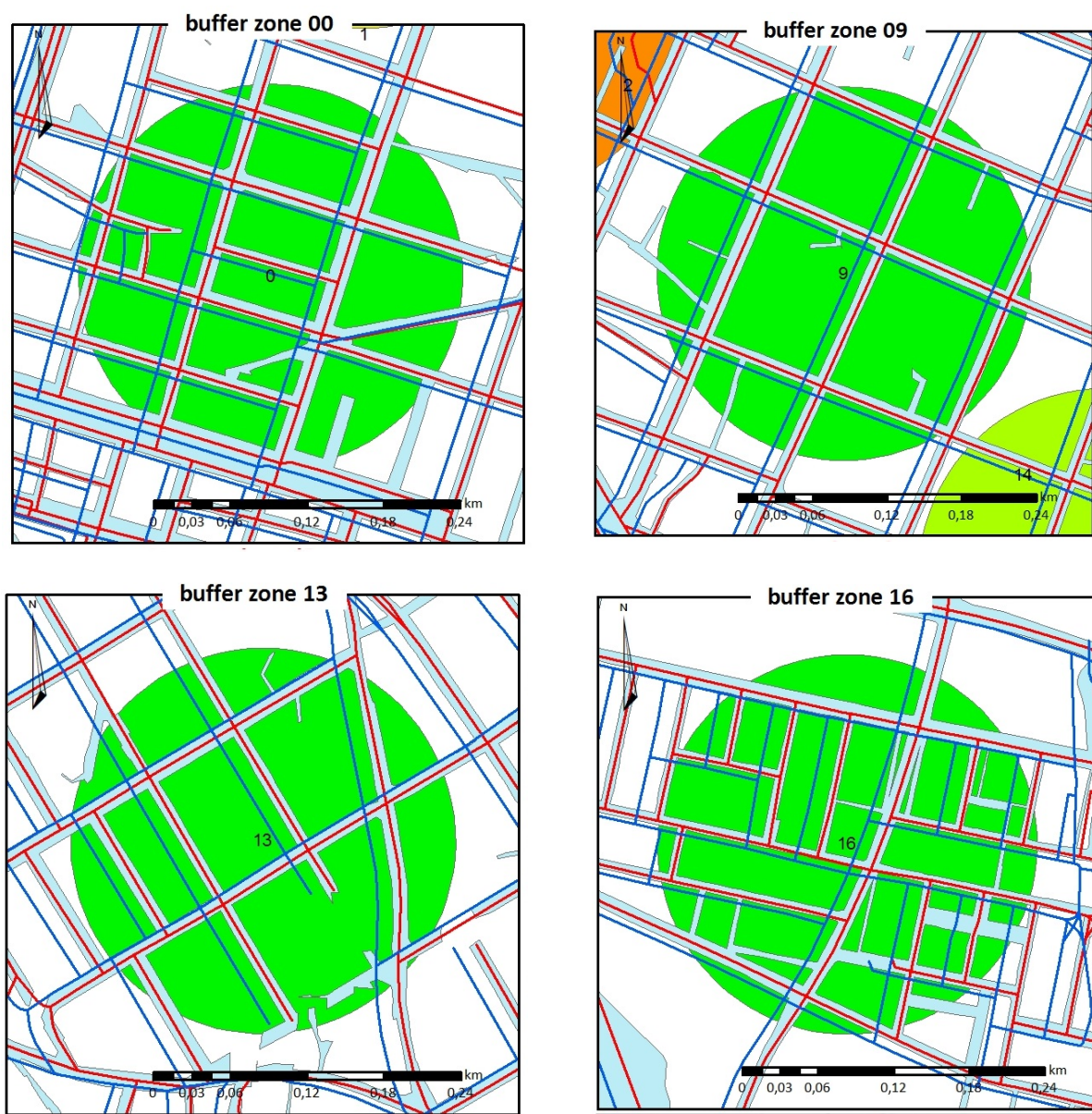
Μέσω του ArcMap, εκτελείται ο έλεγχος της χωρικής ακρίβειας των γραμμικών δεδομένων OSM με τα επιφανειακά δεδομένα του υποβάθρου ελέγχου. Σημειώνεται πως τα δεδομένα OSM δεν γενικεύθηκαν με την δημιουργία κάποιας buffer zone περιορισμένης έκτασης (0,1-0,5 μέτρα), αλλά χρησιμοποιήθηκαν αυτούσια. Τα αποτελέσματα του ελέγχου της χωρικής ακρίβειας παρουσιάζονται στον Πίνακα 16.

Πίνακας 16, Αποτελέσματα ελέγχου χωρικής ακρίβειας των δεδομένων OSM για τις 20 buffer zones της περιοχής μελέτης

Buffer Zone	Μήκος OSM (m)	Μήκος Υποβάθρου (m)	Διαφορά (m)	Διαφορά (%)	Μήκος OSM που συμπίπτει με τα δεδομένα Υποβάθρου (m)	Ταύτιση Δεδομένων (%)
0	2020.19	2099.35	79.16	3.77	2020.19	100.00
1	1920.16	1720.89	-199.27	-11.58	1652.22	86.05
2	1894.24	1783.59	-110.65	-6.20	1464.72	77.32
3	1979.60	2346.66	367.06	15.64	1816.19	91.75
4	2023.68	1959.05	-64.63	-3.30	1665.49	82.30
5	1954.41	1863.87	-90.54	-4.86	1481.01	75.78
6	1865.22	1807.73	-57.49	-3.18	1558.05	83.53
7	2403.04	1896.25	-506.79	-26.73	1834.23	76.33
8	1716.03	1908.66	192.63	10.09	1569.66	91.47
9	1379.06	1652.05	272.99	16.52	1379.06	100.00
10	1986.85	1945.64	-41.21	-2.12	1912.79	96.27
11	1893.42	2045.35	151.93	7.43	1650.48	87.17
12	974.96	1172.47	197.51	16.85	613.31	62.91
13	1440.81	1644.52	203.71	12.39	1440.81	100.00
14	1674.01	1715.89	41.88	2.44	1577.03	94.21
15	1906.84	2081.37	174.53	8.39	1901.24	99.71
16	2053.97	2812.40	758.43	26.97	2053.97	100.00
17	3013.88	2912.81	-101.07	-3.47	2800.22	92.91
18	1946.66	2485.40	538.74	21.68	1859.72	95.53
19	1310.69	1677.33	366.64	21.86	750.96	57.30

[Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: Διανυσματικά: download.geofabrik.de (15.04.2014), Πηγή αρχικών δεδομένων υποβάθρου: Κτηματολόγιο ΑΕ]

Ο μέσος όρος της χωρικής ακρίβειας των δεδομένων OSM και για τις 20 ζώνες ελέγχου ανέρχεται στο 87,53%, ποσοστό ιδιαίτερα υψηλό σε σχέση με τις υπόλοιπες μελέτες της βιβλιογραφίας. Είναι αξιοσημείωτο πως σε 4 από τις ζώνες ελέγχου τα δεδομένα OSM ταυτίζονται πλήρως χωρικά με τα δεδομένα του υποβάθρου (Εικόνα 32), ενώ σε άλλες 7 τα δεδομένα ταυτίζονται σε πολύ μεγάλο ποσοστό (άνω του 90%). Σημειώνεται πως το ποσοστό της χωρικής ακρίβειας έχει προκύψει συναρτήσει του όγκου των δεδομένων OSM και όχι του υποβάθρου ελέγχου. Αυτό σημαίνει πως στις περιοχές που τα δεδομένα OSM ήταν περισσότερα από τα δεδομένα του υποβάθρου, η χωρική τους ακρίβεια εξ ορισμού εμφανίζεται μειωμένη.



Εικόνα 33, Μετατόπιση των στοιχείων του οδικού δικτύου OSM για τις 20 buffer zones. Με μπλε χρώμα απεικονίζονται τα δεδομένα OSM χωρίς μετατόπιση ενώ με κόκκινο χρώμα εμφανίζονται μετατοπισμένα κατά 25,18 μέτρα ανατολικά και 0,80 μέτρα βόρεια. Και στις 4 αυτές περιοχές η χωρική ακρίβεια αγγίζει το 100% (πλήρης ταύτιση). (ΓΣΑ: ΕΓΣΑ '87) [Πηγή: Ιδία επεξεργασία μέσω ArcGIS, πηγή αρχικών δεδομένων: download.geofabrik.de (15.04.2014)]

Η χωρική ακρίβεια των δεδομένων OSM είναι αυξημένη τόσο στην περιοχή του κέντρου των Τρικάλων όσο και στις περιοχές με σαφή πολεοδόμηση. Περιοχές στις οποίες δεν έχει κυρωθεί η πράξη εφαρμογής τους και συνεπώς δεν είναι υποχρεωτική η τακτοποίηση των ιδιοκτησιών, παρουσιάζουν μειωμένη χωρική ακρίβεια. Αυτό είναι λογικό, καθώς στις περιοχές αυτές οι οδικοί άξονες δεν είναι ασφαλτοστρωμένοι, ενώ σε πολλές περιπτώσεις παραμένουν αδιάνοικτοι (περνούν μέσα από ιδιοκτησίες), καθιστώντας έτσι αδύνατο τον εντοπισμό τους στις ορθοφωτογραφίες του κτηματολογίου.

6 Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη εργασία ασχολήθηκε με τα ελεύθερα δεδομένα OpenStreetMap (OSM) και ιδιαίτερα με την διερεύνηση της ποιότητάς τους. Κατ' αρχήν, έγινε μια προσπάθεια παρουσίας της εικόνας που εμφανίζουν τα δεδομένα μέχρι σήμερα (Ιανουάριος 2014) για τον ελλαδικό χώρο. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση του όγκου των διαθέσιμων δεδομένων OSM για το σύνολο της ελληνικής επικράτειας και παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα ανά περιφερειακή ενότητα διαχρονικά, από το 2011 μέχρι το 2014. Επιπλέον, έγινε μια προσπάθεια εκτίμησης των παραγόντων που επηρεάζουν τον όγκο των διαθέσιμων δεδομένων OSM για κάθε περιφερειακή ενότητα με τη δημιουργία και ανάλυση 3 δεικτών. Οι 3 αυτοί δείκτες προσπάθησαν να συσχετίσουν το μήκος των δεδομένων OSM με την έκταση κάθε περιφερειακής ενότητας, τον πληθυσμό της και την πυκνότητα πληθυσμού της. Καλύτερα αποτελέσματα συντελεστή συσχέτισης υπήρχαν στην περίπτωση του πληθυσμού (0,952). Αποτέλεσμα αυτής της σύγκρισης ήταν η παρατήρηση της ζωνοποίησης των περιφερειακών ενότητων ανάλογα με τις τιμές του κάθε δείκτη. Έτσι, για τα δεδομένα του 2014 παρατηρείται παρόμοια συμπεριφορά του δείκτη δ_3 για τις περιφερειακές ενότητες Αγίου Όρους και Ευρυτανίας ($\delta_3 > 0.10$), για τις περιφερειακές ενότητες Βοιωτίας, Γρεβενών, Θεσπρωτίας, Λευκάδας, Σάμου, Φωκίδας ($0.05 < \delta_3 < 0.10$), για τις περιφερειακές ενότητες Αρκαδίας, Άρτας, Δράμας, Δωδεκανήσου, Ευβοίας, Ζακύνθου, Ιωαννίνων, Καρδίτσας, Καστοριάς, Κεφαλληνίας, Κορινθίας, Κυκλάδων, Λακωνίας, Λάρισας, Λασιθίου, Λέσβου, Μεσσηνίας, Πιερίας, Πρέβεζας, Ρεθύμνης, Τρικάλων, Φθιώτιδας, Φλώρινας, Χαλκιδικής, Χανίων ($0.025 < \delta_3 < 0.05$) και τέλος για τις περιφερειακές ενότητες Αιτωλοακαρνανίας, Αργολίδας, Αττικής, Αχαΐας, Έβρου, Ηλείας, Ημαθίας, Ηρακλείου, Θεσσαλονίκης, Καβάλας, Κέρκυρας, Κιλκίς, Κοζάνης, Μαγνησίας, Ξάνθης, Πέλλας, Ροδόπης, Σερρών και Χίου ($\delta_3 < 0.025$). Η ζωνοποίηση αυτή, ή μια παρόμοια με ακόμα περισσότερες κλάσεις, θα μπορούσε να διερευνηθεί ως μέθοδος γενίκευσης των αποτελεσμάτων μιας υπάρχουσας έρευνας για μια συγκεκριμένη περιφερειακή ενότητα και για τις υπόλοιπες της ίδιας κλάσης. Αυτή η εκτίμηση του όγκου των δεδομένων OSM θα μπορούσε συμβάλλει ως ένα βαθμό στην επιλογή μιας νέας περιοχής για μελέτη. Σε κάθε περίπτωση, οποιαδήποτε συσχέτιση του όγκου των δεδομένων OSM με τον πληθυσμό, την έκταση και την πυκνότητα πληθυσμού κάθε περιφερειακής ενότητας δεν έχει τεκμηριωμένη επιστημονική βάση και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

Επιπρόσθετα, πέρα από την κατά βάση ποσοτική ανάλυση των δεδομένων για το σύνολο της χώρας, αντικείμενο της εργασίας αποτέλεσε και η διερεύνηση της ποιότητας των δεδομένων OSM μιας συγκεκριμένης περιοχής μελέτης. Ως περιοχή μελέτης ορίστηκε η πόλη των Τρικάλων Θεσσαλίας. Ειδικότερα, δημιουργήθηκαν 20 τυχαίες ζώνες εντός Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου

(ΓΠΣ) της πόλης των Τρικάλων συνολικής έκτασης 1,4 km², στις οποίες πραγματοποιήθηκε η ανάλυση της ποιότητας των δεδομένων OSM. Το πρότυπο επίπεδο αναφοράς ή υπόβαθρο ελέγχου προέκυψε από ψηφιοποίηση των ορθοφωτοχαρτών της Κτηματολόγιο Α.Ε. Η ανάλυση της ποιότητας βασίστηκε σε τρεις άξονες:

- ο τον όγκο των δεδομένων, όπου ελέγχθηκε η πληρότητα των δεδομένων OSM σε μήκος και το ποσοστό δεδομένων που είχε καταχωρημένο όνομα
- ο τη θεματική τους ακρίβεια, όπου εκτιμήθηκε η κατάταξη των οδικών αξόνων των δεδομένων OSM, η ορθότητα των ονομάτων τους και η κατεύθυνση κίνησής τους
- ο τη χωρική τους ακρίβεια, όπου υπολογίστηκε το ποσοστό ταύτισής τους με το υπόβαθρο ελέγχου.

Η ανάλυση αυτή έδειξε μια πολύ καλή κάλυψη δεδομένων, με μέση απόλυτη απόκλιση πληρότητας 11,27%, σε 37,36 km δεδομένων OSM τα οποία εντοπίζονται στις 20 ζώνες ελέγχου. Συνεπώς, η πληρότητα των δεδομένων κατά μέση τιμή (88,73%) προσεγγίζει τα αποτελέσματα για τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Zielstra, Zipf, 2010) πληρότητα άνω του 85% αποτελεί ικανοποιητικό ποσοστό. Η πληρότητα των ονομάτων της περιοχής μελέτης κινείται σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα. Το ποσοστό των δεδομένων OSM το οποίο είχε καταχωρημένη τιμή στο πεδίο του ονόματος καταγράφεται στο 11,69%. Σημαντική είναι επίσης η χωρική κατανομή των δεδομένων με όνομα, καθώς και η κατηγορία των αξόνων αυτών. Εκτός από την περιοχή του κέντρου της πόλης των Τρικάλων, παρατηρούνται συγκεκριμένες ζώνες οι οποίες έχουν καταχωρημένη τιμή στο πεδίο του ονόματος. Σε αυτές τις περιοχές, εκτός από το όνομα έχει γίνει και λεπτομερής ταξινόμηση του οδικού δικτύου και ορθή καταγραφή της φοράς κίνησης των οδικών αξόνων. Πιθανότατα, η ψηφιοποίηση των τμημάτων αυτών να πραγματοποιήθηκε από πιο έμπειρους χρήστες, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα τμήματα της πόλης.

Αντίστοιχα με την πληρότητα των ονομάτων, ελέγχθηκε και η ορθότητά τους. Τα αποτελέσματα σε αυτή την περίπτωση ήταν ικανοποιητικά, καθώς το 82% των ονοματισμένων στοιχείων ήταν σωστό. Παρόλα αυτά, η έλλειψη ονομάτων σε πολύ μεγάλο ποσοστό των δεδομένων καθιστά το αποτέλεσμα του ελέγχου της ορθότητας των ονομάτων διαδικασία ήσσονος βαρύτητας. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και για τη θεματική ακρίβεια των δεδομένων OSM. Καθώς το εγχείρημα των OSM ξεκίνησε στο Ηνωμένο Βασίλειο, έχει καθιερωθεί η κατηγοριοποίηση των οδικών αξόνων με βάση το αγγλικό μοντέλο (A-roads, B-roads, C-roads). Το μοντέλο αυτό δεν ανταποκρίνεται πλήρως στα ελληνικά πρότυπα κατηγοριοποίησης των οδικών αξόνων. Επιπρόσθετα, η περιοχή μελέτης είναι μια επαρχιακή πόλη και οι κύριοι οδικοί άξονες είναι περιορισμένοι και μη χαρακτηρισμένοι. Συνεπώς, η εκτίμηση της κατηγορίας κάθε άξονα του υποβάθρου ελέγχου προκειμένου να γίνει η

σύγκριση, πραγματοποιήθηκε μέσω των χαρτών Google και Yahoo! (αξιοσημείωτο είναι το γεγονός της διαφοροποίησης σε δύο σημεία των χαρτών αυτών). Σε γενικές γραμμές, η κατηγοριοποίηση των δεδομένων OSM για την περιοχή μελέτης ήταν ικανοποιητική και παρόλο που μπορεί να περιέχει κάποια σφάλματα, δημιουργεί ένα δίκτυο με λογική συνέχεια, ικανό να καλύψει τις ανάγκες των μελλοντικών χρηστών του. Η ακρίβεια της κατεύθυνσης κίνησης των δεδομένων OSM καταγράφεται στο 40,61% για την περιοχή μελέτης, με κάποιες από τις περιοχές του κέντρου να καταγράφουν ποσοστά έως και 100%.

Στο θέμα της χωρικής ακρίβειας, τα δεδομένα OSM παρουσιάζουν μια σταθερή μετατόπιση σε σχέση με τα σωστά γεωαναφερμένα δεδομένα το υποβάθρου ελέγχου. Η μετατόπιση αυτή αναγνωρίζεται ως συστηματικό σφάλμα το οποίο μπορεί να οφείλεται σε λάθος του υποβάθρου στο οποίο αρχικά δημιουργήθηκαν τα δεδομένα. Από το συστηματικό σφάλμα εξαιρείται η περιοχή της Πατουλιάς στο ανατολικό τμήμα της πόλης, στην οποία όλοι οι οδικοί άξονες των δεδομένων OSM έχουν ικανοποιητική ακρίβεια χωρίς μετατόπιση. Είναι πιθανόν η χωρική ακρίβεια των δεδομένων σε αυτή την περιοχή να οφείλεται στη χρήση άλλου τρόπου δημιουργίας τους (για παράδειγμα, αρχεία GPX αντί ψηφιοποίησης στο υπόβαθρο των OSM). Επίσης, η έντονη διαφοροποίηση των δεδομένων της περιοχής αυτής σε σχέση με τις υπόλοιπες, οδηγεί στο συμπέρασμα πως πιθανώς ψηφιοποιήθηκαν από ένα χρήστη. Η χωρική ανάλυση των μετατοπισμένων δεδομένων έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα, με τη μέση ταύτιση των δεδομένων OSM με το υπόβαθρο ελέγχου για τις 20 ζώνες ελέγχου να ανέρχεται στο 87,53%. Αξίζει να σημειωθεί πως βρέθηκαν 4 ζώνες στις οποίες η χωρική ακρίβεια των δεδομένων OSM αγγίζει το 100%, ενώ σε άλλες 7 τα δεδομένα ταυτίζονται σε ποσοστό άνω του 90% με το υπόβαθρο ελέγχου.

Συμπερασματικά, η ποιότητα των δεδομένων OSM διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, σε παρόμοια εργασία για τον ελληνικό χώρο με περιοχή μελέτης την Αθήνα (Κουνάδη, 2009) τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια. Ο βαθμός συμπλήρωσης των δεδομένων OSM για την Αθήνα ήταν 88%, ενώ το ποσοστό ονοματισμένων δρόμων μόλις 26%, με την ακρίβεια των ονομάτων να αγγίζει το 87%. Η θεματική ακρίβεια των δεδομένων OSM για την Αθήνα ήταν πολύ χαμηλή (33%), αλλά όπως τονίστηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, η κατηγορίες του οδικού δικτύου των δεδομένων OSM βασίζονται στο βρετανικό μοντέλο και είναι λογικό να εμφανίζεται αναντιστοιχία με τα ελληνικά δεδομένα.

Η παρούσα εργασία επιχείρησε να παρουσιάσει τους βασικούς άξονες στους οποίους κινείται ο ποιοτικός έλεγχος των ελεύθερων δεδομένων OSM. Ο ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων OSM καθίσταται απαραίτητος καθώς η χρήση τους αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς και οι χρήστες τους θα πρέπει να γνωρίζουν τις δυνατότητες των δεδομένων. Επίσης, μέσω των διαδικασιών

ελέγχου της ποιότητας δίνεται η δυνατότητα εντοπισμού σφαλμάτων και ελλείψεων στα δεδομένα και διευκολύνεται η διόρθωσή τους. Ως απόρροια της διασφάλισης της ποιότητας έρχεται η γνωστοποίηση της καταλληλότητας χρήσης των δεδομένων, απαραίτητο χαρακτηριστικό για την αύξηση του αριθμού των εν δυνάμει χρηστών της υπηρεσίας OSM.

Σε κάθε περίπτωση, η διαδικασία ποιοτικού ελέγχου εξαρτάται από την ύπαρξη ενός αξιόλογου επιπέδου ελέγχου. Το επίπεδο αυτό πολλές φορές είναι δύσκολο να εναρμονιστεί με τα δεδομένα OSM και γι αυτό οι έλεγχοι περιορίζονται σε δειγματοληψίες (όπως στην παρούσα εργασία). Συνεπώς, όσο ενθαρρυντικά και να είναι τα αποτελέσματα ενός ελέγχου, ο χρήστης πάντα θα έχει αμφιβολίες για την ποιότητα των δεδομένων OSM. Συμπερασματικά, ο ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων OSM εξετάζει τη σχετική αξιοπιστία ενός ελεύθερου, ευπρόσιτου προϊόντος, διαθέσιμο στον καθένα, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σχεδόν για οτιδήποτε.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί πως επιπρόσθετο στόχο των μελετητών θα πρέπει να αποτελεί η αυτοματοποίηση των διαδικασιών ελέγχου των δεδομένων OSM. Ο αλγόριθμος του Zulfiqar που χρησιμοποίησαν αρκετοί μελετητές, βασίζεται στη δημιουργία ενός υποβάθρου με τη δομή των δεδομένων OSM προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο αυτοματοποιημένος έλεγχος της ποιότητάς τους. Συνέχεια της εκπληκτικής του προσπάθειας θα αποτελούσε μια αυτοματοποιημένη διαδικασία ελέγχου διανυσματικών δεδομένων διαφορετικής δομής, μια αυτοματοποιημένη διαδικασία ελέγχου της απόκλισης της χωρικής ακρίβειας των δεδομένων OSM με τα δεδομένα ενός υποβάθρου ελέγχου ή ακόμα και η αυτοματοποίηση μιας διαδικασίας ελέγχου της χωρικής ακρίβειας των δεδομένων OSM με χρήση υποβάθρου σε raster μορφή (όπως αεροφωτογραφίες, ορθοφωτοχάρτες ή δορυφορικές απεικονίσεις).

Βιβλιογραφία

Ather A. (2009) A Quality Analysis of OpenStreetMap Data M.Eng. Dissertation, MEng Thesis, London, University College London

Fisher, P.F. (1999) Models of uncertainty in spatial data, Geographical Information Systems: Principles and technical issues, New York: John Wiley & Sons, 2nd ed., vol. 1, pp. 195-199

Goodchild, M. F. (2007) Citizens as voluntary sensors: spatial data infrastructure in the world of Web 2.0. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research 2, pp. 24–32

Haklay M, Singleton A. and Parker C. (2008) Web Mapping 2.0: The Neogeography of the GeoWeb, Geography Compass 2/6, p.2011

Haklay M. (2008) How good is OpenStreetMap information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets for London and the rest of England

Koukoletsos T, Haklay M, Ellul C. (2012) Assessing An automated method to assess Data Completeness and Positional Accuracy of OpenStreetMap, GeoComputation 2011, p. 236–241

Kounadi O. (2009) Assessing the quality of OpenStreetMap data, MSc Thesis, London, University College London

90

Kresse, W. and Fadaie, K. (2004) ISO Standards for Geographic Information, Springer

Nielsen, J. (2006) Participation Inequality: Encouraging More Users to Contribute, from Neis P, Zielstra D, Zipf A. (2012) The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps: OpenStreetMap in Germany 2007-2011, Future Internet 2012, 4, 1-21; doi:10.3390/fi4010001, www.mdpi.com/journal/futureinternet

O'Reilly, 30.09.2005 First GeoWeb 2.0 Conference

Oort, P.A.J. van (2006) Spatial data quality: from description to application, PhD Thesis, Wageningen: Wageningen Universiteit, p. 2, 14-18

Turner A.J. (2006) Introduction to Neogeography, O'Reilly Media Inc

Zielstra D, Zipf A. (2010) Quantitative Studies on the Data Quality of OpenStreetMap in Germany, 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2010, Guimarães, Portugal

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (ΕΣΥΕ), απογραφή πληθυσμού 2011

Website References

cloudmade.com (17.04.2013)

download.geofabrik.de (02.01.2014)

en.wikipedia.org/wiki/Platial (26.03.2013)

geocommons.com (23.03.2013)

geodata.gov.gr (18.06.2013)

gis.ktimanet.gr

google.com/earth

google.gr/maps (11.06.2014)

iso.org, (07.05.2014)

mapbox.com (27.03.2013)]

mapbuilder.net(18.03.2013)

maps.yahoo.com (11.06.2014)

openstreetmap.org

quikmaps.com (27.03.2013)

wiki.openstreetmap.org (02.09.2013)

Παραρτήματα

Potlatch Manual

Το Potlatch2 είναι ένα πρόγραμμα επεξεργασίας των δεδομένων OpenStreetMap (OSM), το οποίο παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να πραγματοποιήσει αλλαγές με ευκολία μέσω της ιστοσελίδας των OSM. Αλλαγές στα δεδομένα μπορούν να πραγματοποιηθούν από οποιονδήποτε χρήστη, αρκεί να έχει ανοίξει λογαριασμό με τα στοιχεία του στην ιστοσελίδα των OSM.

Περιεχόμενα:

Παρασκήνιο (Background)

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το φόντο του χάρτη καθ'όλη τη διάρκεια της επεξεργασίας των δεδομένων του από ένα πλήθος διαθέσιμων υποβάθρων (Bing Aerial Imagery, MapBox Satellite, MapQuest Open Aerial, OSM-Mapnik, OSM-OpenCycleMap, OSM-MapQuest, καθώς και μια σειρά υποβάθρων κατάλληλα για διαφορετικές χώρες), ή ακόμα και να χρησιμοποιήσει ως υπόβαθρο κάποιο δικό του διανυσματικό αρχείο (Vector File). Σε όλα αυτά, έρχεται να προστεθεί και η δυνατότητα προσθήκης νέων υποβάθρων εικόνων από το χρήστη, μέσω χειροκίνητης διαδικασίας. Επίσης, το πρόγραμμα επεξεργασίας, δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει τον τρόπο εμφάνισης του υποβάθρου (π.χ την όξυνση της αντίθεσης μεταξύ υπόβαθρου και διανυσματικών δεδομένων).

92

Μορφή Χάρτη (Map Style)

Ο χρήστης καλείται να επιλέξει τον τρόπο με τον οποίο θα βλέπει τα διανυσματικά δεδομένα του χάρτη. Χρώματα, γραμματοσειρές και στυλ κειμένων, εικονιδίων και γραμμών μπορούν να αλλάξουν χρησιμοποιώντας μία από τις προεπιλογές του προγράμματος, στις οποίες ο κάθε χρήστης μπορεί να παρέμβει και να δημιουργήσει την επιθυμητή σε αυτό μορφή χάρτη.

Δεδομένα GPS (GPS)

Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει σημεία τα οποία έχει συλλέξει με μετρήσεις GPS στο πεδίο και στη συνέχεια να δημιουργήσει διανυσματικά δεδομένα με βάση αυτά τα σημεία. Επίσης, μπορεί εάν το επιθυμεί να εμφανίσει και δεδομένα GPS άλλων χρηστών ή να εμφανίσει όλα τα δεδομένα GPS που έχει ανεβάσει ανά καιρούς.

Επεξεργασία Χάρτη

Προσθήκη Οντοτήτων

Ακολουθεί η περιγραφή της προσθήκης σημειακών και γραμμικών οντοτήτων, όπως αυτή εμφανίζεται στο online εγχειρίδιο του προγράμματος επεξεργασίας.

“Γραμμικά χαρακτηριστικά όπως δρόμοι, μονοπάτια, σιδηροδρομικές γραμμές και περιγράμματα κτηρίων θα αναφέρονται ως διαδρομές.

Αν ξαφνικά συνειδητοποιήσετε ότι η πλευρική μπάρα με όλα τα εικονίδια εξαφανίστηκε, είναι επειδή έχετε επιλέξει κάποιο χαρακτηριστικό στο χάρτη. Απλά από-επιλέξτε το κάνοντας κλικ σε κάποιο κενό μέρος του χάρτη για να επανεμφανίσετε τα εικονίδια.

Για να δημιουργήσετε ένα σημείο (ή κόμβο), απλά σύρτε και αφήστε το κατάλληλο εικονίδιο από τη πλαϊνή μπάρα μέσα στο χάρτη. Δείτε Προσθήκη ΣΕ για να μάθετε περισσότερα σχετικά με τη δημιουργία ΣΕ (Σημεία Ενδιαφέροντος)

Για να δημιουργήσετε μια διαδρομή, ξεκινήστε κάνοντας κλικ στο χάρτη στο σημείο αρχής, και μετά κλικ σε κάθε διαδοχικό σημείο. Διπλό-κλικ για να τελειώσετε τη γραμμή ή πατήστε Enter.

Για να δημιουργήσετε πολύγωνο, ξεκινήστε κάνοντας κλικ στο χάρτη στο σημείο αρχής, και μετά κλικ σε κάθε διαδοχικό σημείο (παρόμοια με τη δημιουργία διαδρομής), και τελειώστε κάνοντας κλικ στο αρχικό σημείο για να κλείσει το πολύγωνο.

93

Θυμηθείτε, αν κάνετε λάθος, μπορείτε πάντα να πατήσετε το κουμπί Αναίρεση. Πατώντας του κουμπί Esc θα αναιρεθούν όλες οι διορθώσεις σας για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.”

Επεξεργασία Οντοτήτων

Για την προσθήκη σημείου σε μια υπάρχουσα διαδρομή, επιλέξτε τη διαδρομή και πατήστε shift+κλικ στην επιθυμητή τοποθεσία.

Για να διαγράψετε ένα σημείο, επιλέξτε το σημείο και πατήστε κλικ στο κουμπί Διαγραφή Αντικειμένου στην κάτω δεξιά γωνία ή πατήστε Delete (ή Backspace) στο πληκτρολόγιό σας.

Για να διαγράψετε μια διαδρομή, επιλέξτε τη διαδρομή και πατήστε κλικ στο κουμπί Διαγραφή Αντικειμένου στην κάτω δεξιά γωνία ή πατήστε Delete (ή Backspace) στο πληκτρολόγιό σας.

Για να μετακινήσετε ένα σημείο, κάντε κλικ και σύρτε το σημείο.

Για να μετακινήσετε μια διαδρομή, κάντε κλικ και σύρτε ολόκληρη την οντότητα.

Για να επεκτείνετε μια διαδρομή, κάντε κλικ σε ένα από τα άκρα της. Έπειτα, απλά συνεχίστε να σχεδιάζετε τη διαδρομή ως συνήθως.

Για να δημιουργήσετε μια νέα διαδρομή η οποία θα ξεκινά από μια υπάρχουσα διαδρομή, πατήστε shift+κλικ σε ένα από τα άκρα της διαδρομής. Έπειτα, απλά συνεχίστε να σχεδιάζετε τη διαδρομή ως συνήθως.

Για να χωρίσετε μια διαδρομή (split), διαλέξτε στο σημείο στο οποίο θέλετε να την κόψετε και πατήστε το εικονίδιο με το Ψαλίδι ή πατήστε το πλήκτρο X στο πληκτρολόγιό σας.

Για να προσθέσετε μια διασταύρωση ανάμεσα σε δύο διαδρομές, σχεδιάστε ως συνήθως μέχρι να χρειαστεί να δημιουργήσετε μια διασταύρωση. Στη συνέχεια, καθώς κινείτε το ποντίκι σας προς μια άλλη διαδρομή, τα σημεία της θα γίνουν μπλε. Κάντε κλικ σε ένα από τα μπλε σημεία της διαδρομής ή σε οποιοδήποτε άλλο σημείο της διαδρομής επιθυμείτε για τη δημιουργία διασταύρωσης.

Για να αποσυνδέσετε μια διασταύρωση, διαλέξτε το σημείο ή τη διαδρομή που επιθυμείτε να αλλάξετε και στη συνέχεια πατήστε το πλήκτρο – στο πληκτρολόγιό σας για βγάλετε το σημείο.

Για να αντιστρέψετε τη φορά κίνησης ενός δρόμου, κάντε κλικ στο κουμπί Αναστροφής Φοράς (Reverse Direction) στην κάτω δεξιά γωνία. Η φορά κίνησης των δρόμων είναι χαρακτηριστικό μόνο των οντοτήτων που έχουν χαρακτηριστεί ως μονόδρομοι (oneways).

Για να δημιουργήσετε μια διαδρομή παράλληλη σε κάποια άλλη, επιλέξτε την αρχική διαδρομή και στη συνέχεια κάντε κλικ κουμπί Δημιουργία Παράλληλης Διαδρομής (Create Parallel Way) στην κάτω δεξιά γωνία ή πατήστε το πλήκτρο P στο πληκτρολόγιό σας.

Για να δημιουργήσετε μια διαδρομή η οποία έχει κοινά σημεία με μια υπάρχουσα διαδρομή, ξεκινήστε να σχεδιάζετε, κάντε κλικ στα δύο πρώτα κοινά σημεία και στη συνέχεια πιέστε το πλήκτρο F για να ακολουθηθεί αυτόματα η υπάρχουσα διαδρομή.

Επισήμανση Οντοτήτων (Tagging Features)

Με το πρόγραμμα επεξεργασίας Potlatch2, η επισήμανση οντοτήτων έχει γίνει μια σχετικά εύκολη διαδικασία με τη χρήση γραφικών μενού και ετικετών.

Επιλέξτε το σημείο ή τη διαδρομή που επιθυμείτε να επεξεργαστείτε και στη συνέχεια επιλέξτε την επιθυμητή ετικέτα από την αριστερή πλάγια εργαλειοθήκη. Μετά την επισήμανση της οντότητας, θα εμφανιστούν μερικά βασικά πεδία όπως: Όνομα, Όριο Ταχύτητας και Πλάτος, ανάλογα πάντα με την ετικέτα που πατήσατε. Συμπληρώστε αυτά τα πεδία όσο καλύτερα μπορείτε. Οι προχωρημένοι χρήστες, μπορεί να παρατηρήσουν την απουσία μερικών ετικετών που χρησιμοποιούν πιο περιστασιακά, καθώς και μερικών τιμών των υπολοίπων. Σε αυτή την περίπτωση, κάντε κλικ στο

κουμπί Για Προχωρημένους (Advanced) στο κάτω μέρος της πλάγιας εργαλειοθήκης και διαχειριστείτε τις επιλογές των ετικετών κατά βούληση.

Συντομεύσεις Πληκτρολογίου (Keyboard Shortcuts)

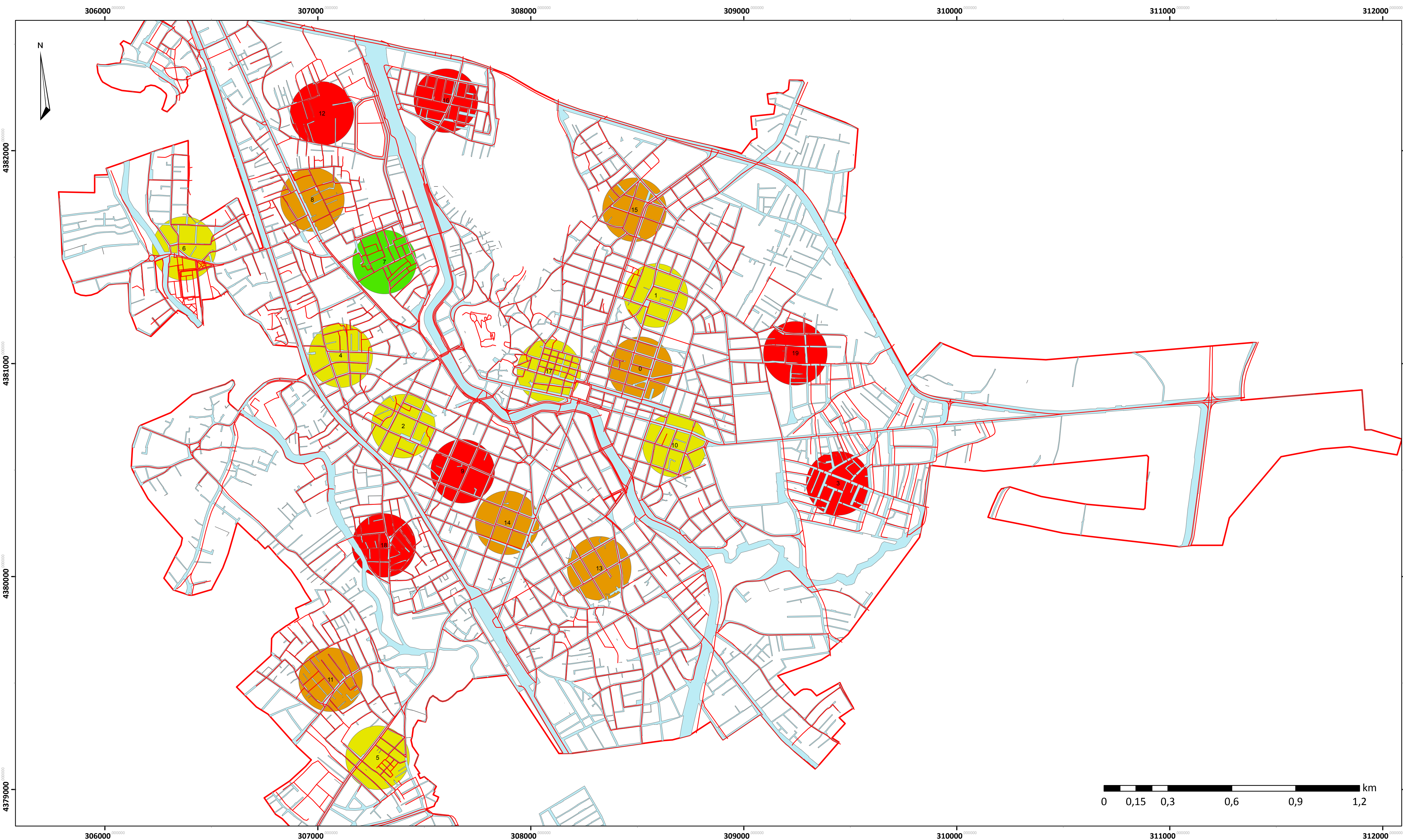
κλικ + σύρσιμο	Μετακίνηση του χάρτη
κλικ	Αρχή μιας καινούργιας διαδρομής
Διπλό κλικ ή Return	Τέλος σχεδιασμού διαδρομής
Κλικ και σύρσιμο πάνω σε υπάρχον σημείο ή διαδρομή	Μετακίνηση του σημείου ή της διαδρομής
Shift + κλικ	Εισαγωγή σημείου εντός μιας διαδρομής
Shift + κλικ σε σημείο	Δημιουργία νέας διαδρομής από το σημείο
-	Διαγραφή σημείου από την επιλεγμένη διαδρομή
Backspace/Delete	Διαγραφή σημείου
Shift + Backspace/Delete	Διαγραφή διαδρομής
Ctrl + κλικ	Επιλογή πολλαπλών σημείων ή διαδρομών
/	Εναλλαγή μεταξύ εφαπτόμενων διαδρομών
+ ή =	Προσθήκη νέας ετικέτας
, ή .	Εναλλαγή μεταξύ των σημείων μιας διαδρομής
O	Αφαίρεση ετικετών από όλα τα επιλεγμένα αντικείμενα
J	Σύνδεση διαδρομών
Shift + J	Αποσύνδεση διαδρομών
P	Δημιουργία παράλληλης διαδρομής
R	Επανάληψη ετικέτας
S	Αποθήκευση
V	Αλλαγή κατεύθυνσης κίνησης διαδρομής
W	Επιλογή της διαδρομής στην οποία ανήκει ένα σημείο
Y	Απλοποίηση διαδρομής
Z	Αναίρεση
Shift + Z	Επανάληψη
Esc	Ακύρωση επεξεργασίας
Space	Κρατήστε και σύρτε για να αλλάξετε την ευθυγράμμιση του υπόβαθρου

Παράρτημα Χαρτών

Ένθετοι Χάρτες:

Χάρτης 1: Πληρότητα δεδομένων οδικού δικτύου OSM με δεδομένα υποβάθρου σε 20 τυχαίες ζώνες ελέγχου για την πόλη των Τρικάλων

Χάρτης 2: Χωρική Ακρίβεια δεδομένων οδικού δικτύου OSM με δεδομένα υποβάθρου σε 20 τυχαίες ζώνες ελέγχου για την πόλη των Τρικάλων



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Διπλωματική Εργασία:

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ OPENSTREETMAP
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Μελετητής: Τριγώνης Ιωάννης

Ημερομηνία:
Ιούνιος 2014

Κλίμακα:
1:10.000 &
1:5.000

Χάρτης 1
Περιεχόμενη Πληροφορία: Σύγκριση δεδομένων οδικού δικτύου OSM με δεδομένα υποβάθρου σε 20 τυχαίες ζώνες ελέγχου της πόλης των Τρικάλων. Πληρότητα δεδομένων OSM Γ.Σ.Α: ΕΓΣΑ '87

Πηγές Αρχικών Δεδομένων
OSM: download.geofabrik.de, 2014
[διανυσματικά δεδομένα]
Υπόβαθρο: Ιδία επεξεργασία μέσω Ο/Φ της Κτηματολόγιο ΑΕ
[raster δεδομένα (WMS ktimanet server)]

Υπόμνημα

— Δεδομένα OSM

— Δεδομένα Υποβάθρου

Ακρίβεια Υποβάθρου - OSM (%)

— < -15%

— -15 - 0%

— 0 - 15 %

— > 15%

— περιοχή μελέτης

