



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑΣ
ΤΗΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΗΣ ΕΘΕΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

ΔΗΜΗΤΡΑ ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Βύρωνας Νάκος

Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2018



**NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF RURAL AND SURVEYING ENGINEERING
DEPARTMENT OF SURVEYING - LABORATORY OF
CARTOGRAPHY**

**DEVELOPMENT OF A TOOL FOR CHECKING
VOLUNTEERED GEOGRAPHIC INFORMATION
CONSISTENCY**

DIMITRA ZACHAROPOULOU

DIPLOMA THESIS

SUPERVISOR

Byron Nakos
Professor NTUA

Athens, October 2018



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑΣ
ΤΗΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΗΣ ΕΘΕΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

Διπλωματική Εργασία
Δήμητρα Ζαχαροπούλου

Επιβλέπων
Βύρωνας Νάκος
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την Επιτροπή:

Βύρωνας Νάκος	Μαρίνος Κάβουρας	Ανδριανή Σκοπελίτη
Καθηγητής Ε.Μ.Π	Καθηγητής Ε.Μ.Π	Διδάκτωρ Ε.Μ.Π

Copyright © Ζαχαροπούλου Δήμητρα, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Χαρτογραφίας της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και σηματοδοτεί την ολοκλήρωση του κύκλου των προπτυχιακών μου σπουδών. Η εκπλήρωση αυτής της εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την συμβολή προσώπων του ακαδημαϊκού χώρου και όχι μόνο.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή ΕΜΠ, κ. Βύρωνα Νάκο, για την προτροπή ενασχόλησης με το συγκεκριμένο θέμα και την επίβλεψη της εργασίας.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Ανδριανή Σκοπελίτη, Διδάκτωρ της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών για τη σημαντική καθοδήγηση, την ενθάρρυνση και την υποστήριξη που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Οι πολύτιμες συμβουλές της αποτέλεσαν καθοριστικό παράγοντα στην επιτυχή ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας και την ευχαριστώ θερμά για αυτό.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω του γονείς μου, Ηλία και Ελένη και τον αδερφό μου Γιώργο για τη δύναμη που μου δίνουν να συνεχίζω και να εκπληρώνω τους στόχους μου.

Περίληψη

Στη σημερινή εποχή παρατηρείται μία ραγδαία εξέλιξη της Εθελοντικής Γεωγραφικής Πληροφορίας (Volunteered Geographic Information) η οποία χρησιμοποιείται ευρέως ως πηγή δεδομένων σε διάφορους τομείς και υπηρεσίες όπως η παρακολούθηση περιβαλλοντικών φαινομένων, η διαχείριση καταστροφών και κρίσεων, η ανάλυση της ανθρώπινης δραστηριότητας, η χαρτογράφηση περιοχών κ.ά.

Στον τομέα της Χαρτογραφίας η συμβολή της εθελοντικής πληροφορίας είναι μεγάλη, καθώς προσφέρει μία πληθώρα ευέλικτων δεδομένων χωρίς κόστος κάνοντας πιο εύκολη τη δημιουργία νέων χαρτών και τη βελτίωση παλαιότερων. Οι Εθνικοί Χαρτογραφικοί Οργανισμοί χρησιμοποιούν επίσης τις εθελοντικές γεωγραφικές πληροφορίες για τη συνεχή ενημέρωση των δεδομένων τους. Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα που παρουσιάζει, η ετερογένεια που τη διακρίνει σε συνδυασμό με τις διαφορετικές τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή της έχει οδηγήσει πολλούς μελετητές στην ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων για την εκτίμηση της ποιότητας της.

Η εργασία εστιάζει στην αξιολόγηση της λογικής συνέπειας και της πληρότητας της εθελοντικής γεωγραφικής πληροφορίας με τη χρήση δεικτών που αξιοποιούν μόνο τα εθελοντικά δεδομένα και όχι δεδομένα από επίσημους φορείς. Η εκτίμηση της συνέπειας και της πληρότητας βασίζεται στις τοπολογικές και τοπο – εννοιολογικές σχέσεις που πρέπει να ικανοποιούν τα γεωγραφικά στοιχεία που καταγράφονται, αξιοποιώντας παράλληλα την πληροφορία της θέσης τους και των περιγραφικών ιδιοτήτων τους.

Για την επίτευξη της εκτίμησης της ποιότητας των εθελοντικών γεωγραφικών δεδομένων αναπτύχθηκε ένα εργαλείο αξιολόγησης της συνέπειας και της πληρότητά της στο Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών ArcGIS χρησιμοποιώντας εθελοντικά δεδομένα από το πιο γνωστό συμμετοχικό έργο, το OpenStreetMap. Το εργαλείο αφορά τις εξής χωρικές οντότητες: σημεία ενδιαφέροντος, κτήρια, χρήσεις γης, πολύγωνα φύσης, οδικό δίκτυο, σιδηροδρομικό δίκτυο και υδρολογικό δίκτυο. Το εργαλείο αξιολογεί την ποιότητα των εθελοντικών δεδομένων παραθέτοντας τα αποτελέσματα της εκτίμησης σε οπτική και σε ποσοτική μορφή.

Abstract

Nowadays there is a rapid development of Volunteered Geographic Information which is widely used as a data source in various sectors and services such as environmental monitoring, disaster and crisis management, human movement analysis, mapping of areas etc.

In the field of Cartography, the contribution of Volunteered Geographic Information is indisputable, as it offers a large amount of flexible data at no cost, making it easier to create new maps and improve the older ones. National Cartographic Organizations also use Volunteered Geographic Information to keep them up-to-date. Despite its many advantages, the heterogeneity that distinguishes it in combination with the use of different technologies and tools, has led many researchers to develop appropriate methods for assessing its quality.

The study focuses on assessing the logical consistency and completeness of Volunteered Geographic Information, using indicators that utilize only volunteered data instead of the authoritative data. The assessment of consistency and completeness is based on the topological and topo – semantic relationships of the geographic data, the degree of identification of the descriptive attributes of the spatial data and their position.

In order to achieve the assessment of the quality of Volunteered Geographic Information, a tool for assessing its consistency and completeness has been developed in the Geographic Information System ArcGIS using volunteered data from the most known collaborative project, OpenStreetMap. The tool is related to the following spatial entities: points of interest, buildings, land uses, polygons of nature, road network, rail network and hydrological network. This new tool uses indicators that evaluate the logical consistency, the completeness and the topological relationships of the Volunteered Geographic Information dataset itself and display the evaluation results.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	16
1.1. Αντικείμενο και Σκοπός της Διπλωματικής	17
1.2. Δομή της Διπλωματικής Εργασίας.....	19
2. Εθελοντική Γεωγραφική Πληροφορία.....	20
2.1. Μορφές και τρόποι συλλογής της ΕΓΠ.....	20
2.1.1. ΕΓΠ σε μορφή διανυσματικής δομής	21
2.1.2. ΕΓΠ σε μορφή εικόνας	23
2.1.3. ΕΓΠ σε μορφή κειμένου	24
2.2. ΕΓΠ και Χαρτογραφία	24
3. Η ποιότητα των χωρικών δεδομένων	26
3.1. Παράμετροι της ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων.....	26
3.2. Ποιότητα της Εθελοντικής Γεωγραφικής Πληροφορίας.....	27
3.3. Εκτίμηση της ποιότητας της ΕΓΠ	29
3.3.1. Σύγκριση των εθελοντικών δεδομένων με τα επίσημα δεδομένα	29
3.3.2. Δείκτες εκτίμησης της ποιότητας της ΕΓΠ.....	31
4. OpenStreetMap	38
4.1. Οφέλη και αδυναμίες του OpenStreetMap.....	40
4.2. Μορφή των δεδομένων του OpenStreetMap και γεωγραφικές οντότητες.....	41
4.3. Εφαρμογές με χρήση των γεωχωρικών δεδομένων OSM.....	53
4.3.1. Θεματική χαρτογράφηση για το κοινωνικό καλό	53
4.3.2. Υπηρεσίες λήψης δεδομένων του OpenStreetMap.....	53
5. Αξιολόγηση της συνέπειας, της πληρότητας και της τοπολογίας της ΕΓΠ.....	56
5.1.1. Τοπολογία	56
5.1.2. Τοπο-εννοιολογική συνέπεια	58
5.1.3. Πληρότητα	60
5.1.4. Έλεγχοι πληρότητας	61
5.1.5. Έλεγχοι συνέπειας	61
5.1.6. Δημιουργία ελέγχων στο λογισμικό ΣΓΠ ArcGIS.....	68

6. Περιγραφή της λειτουργίας του εργαλείου	75
6.1. Περιγραφή του εργαλείου υλοποίησης των ελέγχων	76
6.1.1. Προετοιμασία δεδομένων	76
6.1.2. Έλεγχοι πληρότητας	84
6.1.3. Τοπολογικοί έλεγχοι	89
6.1.4. Τοπο – εννοιολογικοί έλεγχοι.....	100
6.1.5. Εφαρμογή στο Δήμο Αθηναίων.....	122
7. Αξιολόγηση – Προτάσεις.....	126
7.1. Αξιολόγηση των δεικτών δεδομένων για τη συνέπεια και την πληρότητα..	126
7.2. Αξιολόγηση εργαλείου	127
7.3. Μελλοντικές προτάσεις.....	127
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	129
9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	135

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. 1 Η στάση λεωφορείου βρίσκεται πάνω στον άξονα του οδικού δικτύου.....	18
Εικόνα 1. 2 Το φαρμακείο βρίσκεται εκτός του ορίου του κτηρίου	18
Εικόνα 1. 3 Το πολύγωνο αυτό έχει χαρακτηριστεί ως “residential”(οικιστική περιοχή) από το θεματικό επίπεδο των κτηρίων, ενώ από το θεματικό επίπεδο των χρήσεων γης ως “ industrial”(βιομηχανική περιοχή)	18
Εικόνα 2. 1 OpensStreetMap (www.openstreetmap.org).....	22
Εικόνα 2.2 Wikimapia (http://wikimapia.org/#lang=el&lat=37.983300&lon=23.733300&z=12&mw).....	22
Εικόνα 2. 3 (https://www.flickr.com/photos/mypubliclands/albums/).....	23
Εικόνα 2.4 Port-au-Prince πριν το σεισμό και Port-au-Prince λίγες μέρες μετά το σεισμό (Πηγή: Mikel Maron, 2010)	25
Εικόνα 4. 1 Ιστοσελίδα του GeoFabrik.....	54
Εικόνα 4. 2 Ιστοσελίδα BBBike	54
Εικόνα 5.1 Χωρικές σχέσεις μεταξύ γεωγραφικών οντοτήτων.....	57
Εικόνα 5.2 Βασικές τοπολογικές σχέσεις μεταξύ πολυγωνικών αντικειμένων	58
Εικόνα 5. 3 Συνολική εικόνα που δείχνει τη σχέση των ελέγχων που πρόκειται να εφαρμοστούν (βέλη) με τις χωρικές οντότητες	62
Εικόνα 5. 4 Παράδειγμα Sliver Polygon.....	64
Εικόνα 6. 1 Παρουσίαση του εργαλείου Consistency and Completeness checks στον πίνακα του ArcToolbox.....	75
Εικόνα 6. 2 Toolset: Prepare data (optional), Tool: 1.Create GDB with Dataset (optional). ...	77
Εικόνα 6. 3 Περιεχόμενο του εργαλείου 1.Create GDB with Dataset (optional).	77
Εικόνα 6. 4 Ένδειξη ότι το εργαλείο εκτελέστηκε επιτυχώς.....	78
Εικόνα 6. 5 Αποτελέσματα μετά την εκτέλεση του 1.Create GDB with Dataset (optional).....	78
Εικόνα 6. 6 Παράδειγμα περίπτωσης όπου το πεδίο του είδους έχει άλλη ονομασία.....	79
Εικόνα 6. 7 Toolset: Prepare data (optional), Tool: 2.Add new field with name "type" (optional)	79
Εικόνα 6. 8 Περιεχόμενο του εργαλείου 2.Add new field with name "type" (optional)	79
Εικόνα 6. 9 Αποτέλεσμα του εργαλείου 2.Add new field with name "type" (optional).....	79
Εικόνα 6. 10 Παράδειγμα περίπτωσης όπου οι σημειακές οντότητες είναι πάνω από μία	80
Εικόνα 6. 11 Toolset: Prepare data (optional), Tool: 3.Merge all Point Features into One (optional).....	80
Εικόνα 6. 12 Περιεχόμενο του εργαλείου 3.Merge all Point Features into One (optional).....	80
Εικόνα 6. 13 Αποτελέσματα του εργαλείου 3.Merge all Point Features into One (optional)	81
Εικόνα 6. 14 Toolset: Prepare data (optional), Tool: 4.Select the area of interest (optional)...	81
Εικόνα 6. 15 Περιεχόμενο του εργαλείου 4.Select the polygon area (optional)	82
Εικόνα 6. 16 Αποτελέσματα του εργαλείου 4.Select the polygon area (optional)	82

Εικόνα 6. 17 Αρχείο με τα όρια πολλών πολυγώνων (εδώ ολόκληρης της Ελλάδας).....	83
Εικόνα 6. 18 Επιλεγμένη περιοχή ενδιαφέροντος (Δήμος Αθηναίων).....	83
Εικόνα 6. 19 Εργαλείο “Completeness check”	84
Εικόνα 6. 20 Λειτουργία “Type field completeness”	84
Εικόνα 6. 21 Περιεχόμενο του εργαλείου “Type field completeness”	85
Εικόνα 6. 22 Αποτελέσματα του εργαλείου “Type field completeness” στο Catalog.....	85
Εικόνα 6. 23 Εργαλείο για τοπολογικούς ελέγχους των κτηρίων “Topology check for Buildings”	90
Εικόνα 6. 24 Περιεχόμενο εργαλείου “Topology check for Buildings”	90
Εικόνα 6. 25 Πίνακες αποτελεσμάτων του εργαλείου “Topology check for Buildings”	91
Εικόνα 6. 26 Αποτελέσματα του εργαλείου “Topology check for Buildings” ως προς τη δομή και τη γεωμετρία.....	92
Εικόνα 6. 27 Εξαγωγή τοπολογικών σφαλμάτων στα κτήρια.....	92
Εικόνα 6. 28 Περιεχόμενα του χωρικού πίνακα building_topology_poly.....	93
Εικόνα 6. 29 Building_topology_poly παράδειγμα τοπολογικού σφάλματος.....	93
Εικόνα 6. 30 Περιεχόμενα του χωρικού πίνακα building_Sliver.....	94
Εικόνα 6. 31 Παράδειγμα των sliver polygons ως οπτική πληροφορία τοπολογικού σφάλματος.....	94
Εικόνα 6. 32 Περιεχόμενα του χωρικού πίνακα building_topology_line	94
Εικόνα 6. 33 Εργαλεία για τους τοπολογικούς ελέγχους των χρήσεων γης και πολυγώνων φύσης	95
Εικόνα 6. 34 Εργαλείο Topology check of all Polygon features(building, landuse, nature).....	95
Εικόνα 6. 35 Εργαλείο “Topology check for Linear features (roads, railways, waterways).....	96
Εικόνα 6. 36 Περιεχόμενο του εργαλείου “Topology check for Linear features (roads, railways, waterways).....	96
Εικόνα 6. 37 Πίνακες αποτελεσμάτων του εργαλείου “Topology check for Linear features (roads, railways, waterways).....	96
Εικόνα 6. 38 Αποτελέσματα του εργαλείου “Topology check for Linear features (roads, railways, waterways)ως προς τη δομή και τη γεωμετρία.....	97
Εικόνα 6. 39 Εξαγωγή τοπολογικών σφαλμάτων στο δίκτυο	98
Εικόνα 6. 40 Περιεχόμενα του χωρικού πίνακα lines_topology_line	98
Εικόνα 6. 41 Οπτική πληροφορία γραμμικού σφάλματος Lines_topology_line	99
Εικόνα 6. 42 Περιεχόμενο χωρικού πίνακα lines_topology_point	99
Εικόνα 6. 43 Properties > Errors > Generate Summary.....	100
Εικόνα 6. 44 Παράδειγμα αναφοράς τοπολογικών σφαλμάτων στη δομή τοπολογίας του δικτύου	100
Εικόνα 6. 45 Επιλογή εργαλείου Add checks to POIs.....	102
Εικόνα 6. 46 Σημειακή οντότητα στον πίνακα των Layers	103
Εικόνα 6. 47 Περιεχόμενο εργαλείου Add categorie of checks to POIs	103
Εικόνα 6. 48 Απόσπασμα για categorie1 και type.....	104
Εικόνα 6. 49 Απόσπασμα για categorie2 και type.....	104
Εικόνα 6. 50 Απόσπασμα για categorie3 και type.....	105
Εικόνα 6. 51 Απόσπασμα για categorie4 και type.....	105
Εικόνα 6. 52 Απόσπασμα για categorie5 και type.....	106
Εικόνα 6. 53 Απόσπασμα για categorie6 και type.....	106

Εικόνα 6. 54 Απόσπασμα για categorie7 και type	107
Εικόνα 6. 55 Εισαγωγή δεδομένων (Add Data) στον πίνακα των Layers.....	107
Εικόνα 6. 56 Επιλογή των επιθυμητών οντοτήτων για εισαγωγή στον πίνακα των Layers	108
Εικόνα 6. 57 Εργαλείο POIs VS Buildings, Landuse, Nature and Network (geometry).....	108
Εικόνα 6. 58 Περιεχόμενο του εργαλείου Εργαλείο POIs VS Buildings, Landuse, Nature and Network (geometry).....	109
Εικόνα 6. 59 Περιεχόμενου του χωρικού πίνακα της σημειακής οντότητας.....	110
Εικόνα 6. 60 Περιεχόμενου του χωρικού πίνακα της σημειακής οντότητας.....	110
Εικόνα 6. 61 Με κόκκινο χρώμα είναι τα σφάλματα του κάθε ελέγχου και με πράσινο τα σωστά	111
Εικόνα 6. 62 Επτά πίνακες στατιστικών για την κάθε κατηγορία.....	111
Εικόνα 6. 63 Εργαλείο POIs VS Buildings, Landuse and Nature (type)	113
Εικόνα 6. 64 Περιεχόμενο εργαλείου POIs VS Buildings, Landuse and Nature (type)	113
Εικόνα 6. 65 Αποτελέσματα ένωσης ΣΕ με κτήρια.....	113
Εικόνα 6. 66 Χωρικός πίνακας point_building_intersect.....	113
Εικόνα 6. 67 point_building_intersect	114
Εικόνα 6. 68 Χωρικός πίνακας same_type_points_building	114
Εικόνα 6. 69 Ταύτιση ως προς το είδος ΣΕ και κτηρίων same_type_points_building.....	114
Εικόνα 6. 70 Πίνακας με συνολικό αποτέλεσμα της ένωσης.....	115
Εικόνα 6. 71 Με μπλε σημειώνονται για τα κτήρια ορισμένες τιμές του είδους που ταυτίζονται με αυτές των χρήσεων γης	116
Εικόνα 6. 72 Εργαλείο Buildings VS Landuse VS Nature (type).....	116
Εικόνα 6. 73 Περιεχόμενο του εργαλείου Buildings VS Landuse VS Nature (type).....	117
Εικόνα 6. 74 building_landuse_union.....	118
Εικόνα 6. 75 no_building_yes_landuse.....	119
Εικόνα 6. 76 Χωρικός πίνακας του no_building_yes_landuse	119
Εικόνα 6. 77 yes_building_no_landuse.....	120
Εικόνα 6. 78 Χωρικός πίνακας του yes_building_no_landuse	120
Εικόνα 6. 79 common_building_landuse	121
Εικόνα 6. 80 same_type_building_landuse.....	121
Εικόνα 6. 81 Χωρικός πίνακας same_type_building_landuse.....	122
Εικόνα 6. 82 Τέσσερα σημεία που χαρακτηρίζονται ως διασταύρωση και ο δρόμος σε εμφανώς μεγάλη απόσταση	124
Εικόνα 7. 1 Συνολική εικόνα που δείχνει τη σχέση των ελέγχων που εφαρμόστηκαν (βέλη) και ως προς ποιες χωρικές οντότητες	126

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2. 1 Οδηγίες προς τους συμμετέχοντες σχετικά με το επίπεδο λεπτομέρειας/κλίμακας ανάλογα με τη μέθοδο συλλογής δεδομένων (Πηγή: Mooney et al., 2016).	22
Πίνακας 3. 1 Στοιχεία ποιότητας του ISO, οι απαιτήσεις τους και τα θέματα που σχετίζονται με τη χρήση τους στα ΕΓΠ (Πηγή: Fonte et al., 2017).....	32
Πίνακας 3. 2 Κατηγορίες προτεινόμενων μέτρων ποιότητας για την ΕΓΠ. (Πηγή: Fonte et al., 2017)	33
Πίνακας 3. 3 Προτεινόμενοι δείκτες ποιότητας της ΕΓΠ με βάση τα δεδομένα (Πηγή: Fonte et al., 2017)	34
Πίνακας 3. 4 Δημογραφικοί και κοινωνικοοικονομικοί δείκτες ποιότητας που προτείνονται για τα ΕΓΠ (Πηγή: Fonte et al., 2017).....	35
Πίνακας 3. 5 Προτεινόμενοι δείκτες ποιότητας των ΕΓΠ βασισμένοι στους συντελεστές (Πηγή: Fonte et al., 2017).....	36
Πίνακας 4. 1 Εμπορικές χρήσεις και βασικές υποδομές.....	43
Πίνακας 4. 2 Σίτιση και διαμονή	44
Πίνακας 4. 3 Μέσα μεταφοράς και τουρισμός	44
Πίνακας 4. 4 Ορισμένα παραθαλάσσια μέρη, είδη κτηρίων και ανθρώπινες κατασκευές	45
Πίνακας 4. 5 Είδη μονοπατιών της βάσης δεδομένων του OSM.....	45
Πίνακας 4.6 a Είδη οδικού δικτύου της βάσης δεδομένων του OSM.....	46
Πίνακας 4.6 b Είδη οδικού δικτύου της βάσης δεδομένων του OSM.....	47
Πίνακας 4. 7 Είδη χρήσεων γης της βάσης του OSM.....	48
Πίνακας 4.8 a Είδη της φύσης της βάσης του OSM	49
Πίνακας 4.8 b Είδη της φύσης της βάσης του OSM	50
Πίνακας 4.9 a Είδη κτηρίων της βάσης του OSM.....	51
Πίνακας 4.9 b Είδη κτηρίων της βάσης του OSM.....	52
Πίνακας 5. 1 Λίστα με βασικούς τοπολογικούς ελέγχους των πολυγώνων και του δικτύου.....	63
Πίνακας 5. 2 Λίστα με βασικούς τοπο-εννοιολογικούς περιορισμούς των ΣΕ.....	65
Πίνακας 5.3 a Προεπισκόπηση των ΣΕ του OSM.....	66
Πίνακας 5.3 b Προεπισκόπηση των ΣΕ του OSM.....	67
Πίνακας 5. 4 Κανόνες τοπολογίας για σημειακές οντότητες.....	69
Πίνακας 5. 5 Κανόνες τοπολογίας για γραμμικές οντότητες.....	70
Πίνακας 5. 6 Κανόνες τοπολογίας για πολυγωνικές οντότητες	71
Πίνακας 5. 7 Βασικοί τοπολογικοί περιορισμοί πολυγώνων και δικτύου σύμφωνα με το ArcGIS 71	
Πίνακας 5. 8 Λίστα τοπο-εννοιολογικών περιορισμών των ΣΕ με άλλα θεματικά επίπεδα για συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος	73

Πίνακας 6. 1 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Points	86
Πίνακας 6. 2 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Χρήσεις γης.....	87
Πίνακας 6. 3 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Κτήρια.	87
Πίνακας 6. 4 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Οδικό δίκτυο	88
Πίνακας 6. 5 Αποτελέσματα εργαλείου για Φύση.....	88
Πίνακας 6. 6 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Σιδηροδρομικό δίκτυο ...	88
Πίνακας 6. 7 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Υδρολογικό δίκτυο.....	88
Πίνακας 6. 8 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Τόπους.....	89
Πίνακας 6. 9 Στοιχεία του πίνακα <i>building_linetopology_count</i> \	91
Πίνακας 6. 10 Στοιχεία του πίνακα <i>building_polygontopology_count</i>	91
Πίνακας 6. 11 Στοιχεία του πίνακα <i>building_count_polygons_with_sliver</i>	91
Πίνακας 6. 12 Στοιχεία του πίνακα <i>lines_topology_count</i>	97
Πίνακας 6. 13 Στοιχεία του πίνακα <i>lines_pointtopology_count</i>	97
Πίνακας 6. 14 Πίνακες με στατιστικούς δείκτες της κάθε κατηγορίας.....	112
Πίνακας 6. 15 Αποτελέσματα συνένωσης κτηρίων με χρήσεις γης	117
Πίνακας 6. 16 Γενικός πίνακας <i>building_landuse_statistics</i>	118
Πίνακας 6. 17 <i>no_building_yes_landuse_count</i>	119
Πίνακας 6. 18 <i>yes_building_no_landuse_count</i>	120
Πίνακας 6. 19 <i>common_building_landuse_count</i>	121
Πίνακας 6. 20 <i>same_type_building_landuse_count</i>	122

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Εισαγωγή

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας σε συνδυασμό με την αυξανόμενη τάση των ανθρώπων να συμβάλλουν εθελοντικά σε διάφορες δραστηριότητες προκειμένου να βοηθήσουν στην παραγωγή κάποιου έργου και να βρεθούν οικονομικότερες και πιο πρακτικές λύσεις, οδήγησε σε ένα φαινόμενο το οποίο ονομάζεται πληθοπορισμός (crowdsourcing). Ο πληθοπορισμός είναι μία μορφή συλλογικής διαδικτυακής δραστηριότητας στην οποία ένα άτομο, ένα ίδρυμα, ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός ή μία εταιρεία προτείνει σε μία ομάδα ατόμων με ποικίλες γνώσεις, ετερογένεια και αριθμό, μέσω μίας ανοιχτής πρόσκλησης, να αναλάβουν εθελοντικά μια εργασία. Η ανάληψη της εργασίας, η οποία ποικίλλει σε πολυπλοκότητα και στο βαθμό στον οποίο είναι χωρισμένη και στην οποία το πλήθος πρέπει να συμμετάσχει με προσωπική εργασία, χρήματα, γνώση, εμπειρία, περιλαμβάνει πάντοτε αμοιβαίο όφελος και για τις δύο πλευρές. Οι χρήστες λαμβάνουν την ικανοποίηση κάποιας ανάγκης τους, είτε αυτή είναι επιβράβευση, είτε κοινωνική αναγνώριση, προσωπική ικανοποίηση, ανάπτυξη ατομικών ικανοτήτων σε κάποιο τομέα, ενώ ο εκκινήτης της πρωτοβουλίας (πληθοποριστής) αποκτά και χρησιμοποιεί προς όφελός του, αυτά που έχει συνεισφέρει ο χρήστης στο εγχείρημα, τα οποία εξαρτώνται από τη δραστηριότητα που έχει αναλάβει ο χρήστης (Arolas and Guevara, 2012). Στις μέρες μας, ο πληθοπορισμός έχει μεταφερθεί κυρίως σε δραστηριότητες μέσω διαδικτύου (Internet). Η ανάπτυξη των συνεργατικών υπηρεσιών στο διαδίκτυο, η εθελοντική συμμετοχή και τα έργα ανοιχτού περιεχομένου δεδομένων οδηγούν σε μία νέα συλλογική πραγματικότητα στον Παγκόσμιο ιστό με αποτέλεσμα εθελοντές να αναλαμβάνουν συλλογικά να εκτελέσουν ένα έργο ή να προσφέρουν μία υπηρεσία, μοιράζοντας μεταξύ τους την προσπάθεια και προσφέροντας ελεύθερα τα αποτελέσματα της (Wikipedia, 2018).

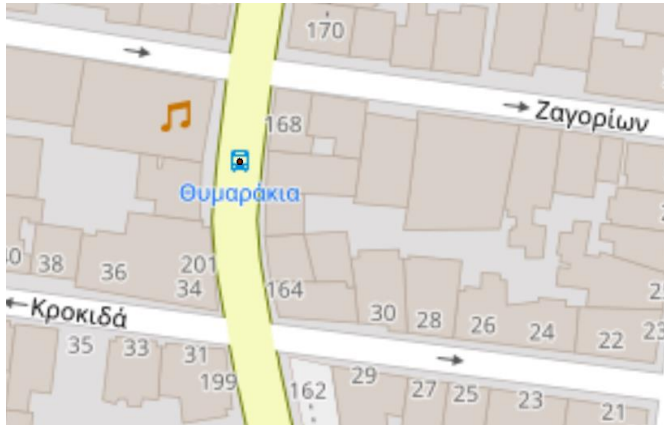
Η Εθελοντική Γεωγραφική Πληροφορία (Volunteered Geographic Information – VGI), μία ειδική περίπτωση του πληθοπορισμού που δημιουργείται από τους χρήστες, επιτρέπει στους πολίτες να έχουν πιο ενεργό ρόλο στις δραστηριότητες χαρτογραφικού σχεδιασμού και γεωπληροφορικής. Πρόκειται για τη συλλογή, τη συγκέντρωση και τη διάδοση γεωγραφικών δεδομένων, μέσω της αξιοποίησης εργαλείων, που παρέχονται οικειοθελώς από ιδιώτες (Wikipedia, 2018). Ορισμένα παραδείγματα που στηρίζονται στο φαινόμενο αυτό είναι τα ακόλουθα. WikiMapia (www.wikimapia.org/), OpenStreetMap (www.openstreetmap.org), Yandex.Map.editor (<https://mapeditor.yandex.com/>) κ.ά. Οι ιστοσελίδες αυτές παρέχουν γενικές χαρτογραφικές πληροφορίες και επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργούν το δικό τους περιεχόμενο εισάγοντας τη γεωγραφική θέση τοποθεσιών όπου εμφανίστηκαν διάφορα συμβάντα ή υπάρχουν ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία δεν υπάρχουν ακόμα στο βασικό χάρτη υποβάθρου. Συγκεκριμένα, το OpenStreetMap (OSM) αποτελεί πλέον έναν από τους μεγαλύτερους συμμετοχικούς χάρτες στον κόσμο, όπου οι χρήστες μπορούν ελεύθερα να συλλέξουν, να επεξεργαστούν και να χρησιμοποιήσουν χωρικά δεδομένα. Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της εθελοντικής γεωγραφικής πληροφορίας είναι το γεωγραφικό στοιχείο και η σχέση του με τη χαρτογράφηση. Οι πληροφορίες, που προσφέρονται εθελοντικά από το άτομο, συνδέονται με μία συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή και οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα περιγραφής υποκειμενικών και άλλων μη χαρτογραφικών πληροφοριών (Wikipedia, 2018).

Αποτέλεσμα είναι η δημιουργία χαρτών από απλούς εθελοντές - χρήστες του διαδικτύου χωρίς απαραίτητα κάποιο υπόβαθρο γνώσης του αντικειμένου χαρτογράφησης. Ωστόσο η ραγδαία εξέλιξη της εθελοντικής γεωγραφικής πληροφορίας (ΕΓΠ) οδήγησε στη δημιουργία ανησυχιών σχετικά με την ποιότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων αυτών, αν τα δεδομένα αυτά είναι έγκυρα και αν μπορούν να συνδυαστούν με τα δεδομένα των επίσημων φορέων. Φαίνεται λοιπόν ότι η μελέτη των εθελοντικών δεδομένων όσον αφορά την ποιότητα τους είναι ιδιαίτερα σημαντική στο επιστημονικό πεδίο της Χαρτογραφίας και της Γεωπληροφορικής.

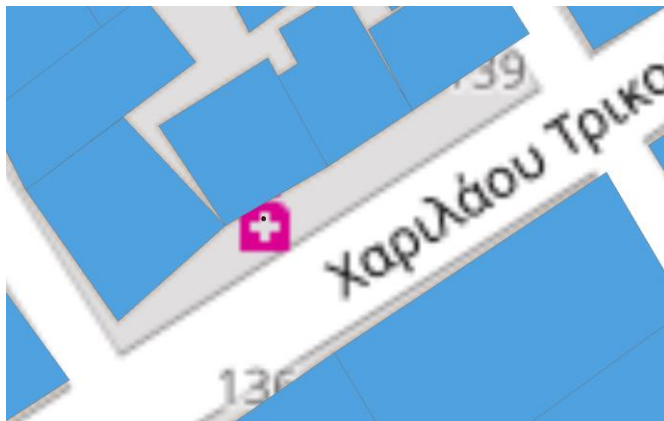
1.1. Αντικείμενο και Σκοπός της Διπλωματικής

Κίνητρο της επιλογής του συγκεκριμένου θέματος αποτέλεσε η ανάγκη δημιουργίας ενός εργαλείου αξιολόγησης της ΕΓΠ προκειμένου να εντοπιστούν και να περιοριστούν τα σφάλματα ως προς την ποιότητα των δεδομένων και να μειωθεί το χάσμα μεταξύ της αξιοπιστίας των εθελοντικών και των επίσημων δεδομένων. Ο έλεγχος και η εξασφάλιση της συνέπειας της εθελοντικής γεωγραφικής πληροφορίας είναι απαραίτητη κατά την αξιοποίηση της για την παραγωγή χαρτών καθώς η παράμετρος αυτή είναι εύκολο να ελεγχθεί από τον αναγνώστη του χάρτη ακόμα και αν δεν διαθέτει ειδικές γνώσεις. Για παράδειγμα στο περιβάλλον της δημοφιλέστερης πλατφόρμας παροχής εθελοντικών γεωγραφικών δεδομένων για δημιουργία χαρτών του Open Street Map εντοπίζονται πολλαπλά προβλήματα ασυνέπειας (Εικόνα 1.1 Η στάση λεωφορείου βρίσκεται πάνω στον άξονα του οδικού δικτύου, Εικόνα 1.2 Το φαρμακείο βρίσκεται εκτός του ορίου του κτηρίου, Εικόνα 1.3 Το πολύγωνο έχει χαρακτηριστεί ως “residential”(οικιστική περιοχή) από το θεματικό επίπεδο των κτηρίων, ενώ από το θεματικό επίπεδο των χρήσεων γης ως “ industrial”(βιομηχανική περιοχή)). Ο χρήστης κατά την χρήση χαρτών που βασίζονται σε ΕΓΠ σπάνια θα αμφισβητήσει την αξιοπιστία της θέσης ή των περιγραφικών χαρακτηριστικών καθώς τα θεωρεί αξιόπιστα λόγω της απόδοσης τους σε χάρτη και της χρήσης εύληπτων συμβολισμών.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η αξιολόγηση της ποιότητας της εθελοντικής γεωγραφικής πληροφορίας ως προς την παράμετρο της ποιότητας που καλείται «συνέπεια» μέσω ορισμένων μέτρων και δεικτών που υπολογίζονται με βάση μόνο τα ίδια τα δεδομένα χωρίς να απαιτείται η σύγκριση με δεδομένα επίσημων φορέων. Υλοποιήθηκε η ανάπτυξη ενός εργαλείου εκτίμησης και υπολογισμού των δεικτών ποιότητας μέσω διαφόρων ελέγχων οι οποίοι εφαρμόζονται σε δεδομένα του OpenStreetMap. Πραγματοποιήθηκε εφαρμογή στην περιοχή του Δήμου Αθηναίων. Το εργαλείο υλοποιείται στο περιβάλλον του Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών ArcGIS και δημιουργήθηκε μέσω της οπτικής γλώσσας προγραμματισμού Model Builder.



Εικόνα 1. 1 Η στάση λεωφορείου βρίσκεται πάνω στον άξονα του οδικού δικτύου



Εικόνα 1. 2 Το φαρμακείο βρίσκεται εκτός του ορίου του κτηρίου



Εικόνα 1. 3 Το πολύγωνο αυτό έχει χαρακτηριστεί ως “residential”(οικιστική περιοχή) από το θεματικό επίπεδο των κτηρίων, ενώ από το θεματικό επίπεδο των χρήσεων γης ως “industrial”(βιομηχανική περιοχή)

Η διπλωματική εργασία αναπτύσσεται σε τρεις άξονες.

- Ανάπτυξη δεικτών δεδομένων που περιγράφουν τη συνέπεια, αξιοποιώντας την πληροφορία της θέσης και των περιγραφικών ιδιοτήτων σε συνδυασμό με τις επιτρεπτές τοπολογικές και τοπο-εννοιολογικές σχέσεις βάσει των οντοτήτων που περιέχουν τα δεδομένα.
- Η ανάπτυξη ενός εργαλείου αυτοματισμού ελέγχου σε περιβάλλον ΣΓΠ με βάση τους παραπάνω δείκτες και τα δεδομένα του OSM.

- Η εξαγωγή στατιστικών δεικτών και χαρτών που περιγράφουν και αποδίδουν την εκτίμηση της συνέπειας για την περιοχή μελέτης του Δήμου Αθηναίων.

1.2. Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Η διπλωματική εργασία δομείται σε έξι (6) κεφάλαια τα οποία συνοδεύονται από εικόνες και πίνακες για καλύτερη κατανόηση. Τα κεφάλαια αυτά είναι:

Το πρώτο κεφάλαιο, το οποίο είναι το παρόν κεφάλαιο, αποτελεί μια εισαγωγή των όσων πραγματεύονται στη συνέχεια και αναλύει το θέμα της εργασίας, καθώς και τους λόγους που οδήγησαν στην εκπόνηση της.

Το δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζει την Εθελοντική Γεωγραφική Πληροφορία (ΕΓΠ), τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της και τη χρησιμότητα της στη Χαρτογραφία.

Το τρίτο κεφάλαιο αναλύει την έννοια της ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων, τα μέτρα και τους δείκτες αξιολόγησης της καθώς και τη σημασία της ποιότητας στην εθελοντική γεωγραφική πληροφορία.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει μία παρουσίαση της πρωτοβουλίας συλλογής ΕΓΠ του OpenStreetMap και περιγράφει τα γεωγραφικά δεδομένα που καταγράφει.

Το πέμπτο κεφάλαιο περιλαμβάνει το θεωρητικό υπόβαθρο της προσέγγισης αξιολόγησης της ποιότητας που βασίζεται στην έννοια της τοπολογίας των γεωγραφικών δεδομένων σε συνδυασμό με τα περιγραφικά τους χαρακτηριστικά και τις τοπο – εννοιολογικές σχέσεις. Ακόμα, παρουσιάζονται τα εργαλεία του ArcGIS που θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη του εργαλείου.

Το έκτο κεφάλαιο αποτελεί την περιγραφή του εργαλείου αξιολόγησης, τη λειτουργία και τον τρόπο χρήσης του προγράμματος. Πρόκειται για ένα αναλυτικό σύνολο οδηγιών για την εκτέλεση του εργαλείου, χρήσιμο σε κάθε μελλοντικό χρήστη. Ακόμα παρουσιάζεται η εφαρμογή στην περιοχή του δήμου Αθηναίων και τα αποτελέσματα. Στο κεφάλαιο αυτό επεξηγείται η έννοια των σφαλμάτων, με ποιο τρόπο μπορούν οι χρήστες να εισάγουν δεδομένα του OSM καθώς και σε τι μορφή πρέπει να είναι τα δεδομένα αυτά.

Το έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα συμπεράσματα της μελέτης και κάποιες προτάσεις για μελλοντική αξιοποίηση του παρόντος εργαλείου και ανάπτυξη παρόμοιων νέων εφαρμογών προκειμένου να βελτιωθεί περαιτέρω η αξιολόγηση της ποιότητας των εθελοντικών δεδομένων.

Τέλος, στο παράρτημα παρατίθενται τα προγράμματα που αναπτύχθηκαν στο ΣΓΠ ArcGIS στο περιβάλλον του Model Builder και υλοποιούν το εργαλείο αξιολόγησης της συνέπειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Εθελοντική Γεωγραφική Πληροφορία

Η εθελοντική γεωγραφική πληροφορία (ΕΓΠ) όπως ορίστηκε και στο εισαγωγικό κεφάλαιο είναι η αξιοποίηση εργαλείων για τη δημιουργία, συγκέντρωση και διάδοση γεωγραφικών δεδομένων που παρέχονται οικειοθελώς από ιδιώτες. Ο όρος Volunteered Geographic Information (VGI) πρώτο εισήχθη από τον Βρετανό Γεωγράφο Michael Goodchild το 2007 στην προσπάθειά του να περιγράψει την παρακάτω φράση: "η διαδεδομένη εισχώρηση μεγάλου αριθμού ιδιωτών, που συχνά διαθέτουν ελάχιστα τυπικά προσόντα, στη δημιουργία της γεωγραφικής πληροφορίας" (Goodchild, 2007).

Ένα σύνολο παραγόντων βοήθησε τις πρώιμες μορφές συνεργασίας της γεωχωρικής επιστήμης να προχωρήσουν σε ένα διαφορετικό επίπεδο. Η συνεργασία αυτή ήταν συνήθως υπό την αιγίδα των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών Δημόσιας Συμμετοχής (Public Participation Geographic Information System) που χρησιμοποιείται από ερευνητές και ιδρύματα για να εργαστούν με πολίτες και τοπικές αρχές σε αμφιλεγόμενα θέματα χρησιμοποιώντας τόσο επιστημονική όσο και τοπική γνώση. Αυτού του είδους η συνεργασία χρησιμοποιούσε ως υπόβαθρο χάρτες όπου ενδιαφερόμενοι πάροχοι ή μέλη της κοινότητας μπορούσαν να παρέχουν τα δικά τους δεδομένα, τις δικές τους απαιτήσεις και αναλύσεις προκειμένου να υπάρχει καλύτερη κατανόηση σε ένα συγκεκριμένο θέμα και στη συνέχεια να βρεθεί η καλύτερη λύση από όλα τα εμπλεκόμενα μέλη (Antoniou et al., 2016).

Έκτοτε το μέγεθος της ΕΓΠ έχει αυξηθεί ραγδαία, τροφοδοτούμενο από παράγοντες όπως η απομάκρυνση της επιλεκτικής διαθεσιμότητας του Παγκόσμιου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (Global Positioning System - GPS) το 2000 (Clinton, 2000), η διάδοση χαμηλού κόστους και με ακρίβεια συσκευών με δυνατότητα GPS και η στροφή προς ένα αμφίδρομο δίκτυο (Web) όπου οι διαχωριστικές γραμμές μεταξύ των εθελοντών χρηστών και των παραγωγών δεδομένων έχουν γίνει αυξανόμενα θολές, οδηγώντας σε αυτό που ονομάζεται "producers" (Bruns, 2006; Coleman et al., 2009).

Η ΕΓΠ παρέχει έναν εναλλακτικό τρόπο στη διαθεσιμότητα των χωρικών δεδομένων. Οι μηχανισμοί συλλογής των δεδομένων και η φύση της ΕΓΠ παρέχουν ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα σύνολα δεδομένων από επίσημους φορείς (Goodchild, 2007). Η ΕΓΠ μπορεί να εμπλουτίσει, να συμπληρώσει ή να ενημερώσει τα επίσημα σύνολα δεδομένων και προϊόντα ή ακόμα να γίνει μοναδική πηγή για τη δημιουργία νέων (Antoniou, 2011).

2.1. Μορφές και τρόποι συλλογής της ΕΓΠ

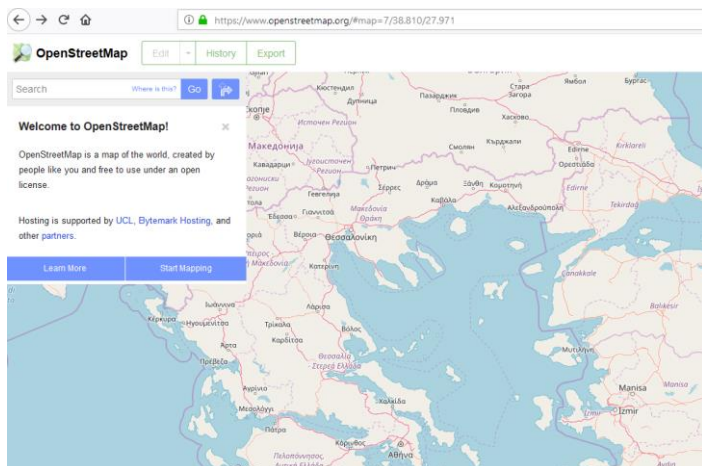
Η χρήση της ΕΓΠ ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο και το είδος της, το τρόπο συλλογής της στις διαφορετικές πλατφόρμες και το πλαίσιο χρήσης της. Παρακάτω περιγράφονται οι μορφές της ΕΓΠ και οι τρόποι συλλογής της από τους χρήστες.

2.1.1. ΕΓΠ σε μορφή διανυσματικής δομής

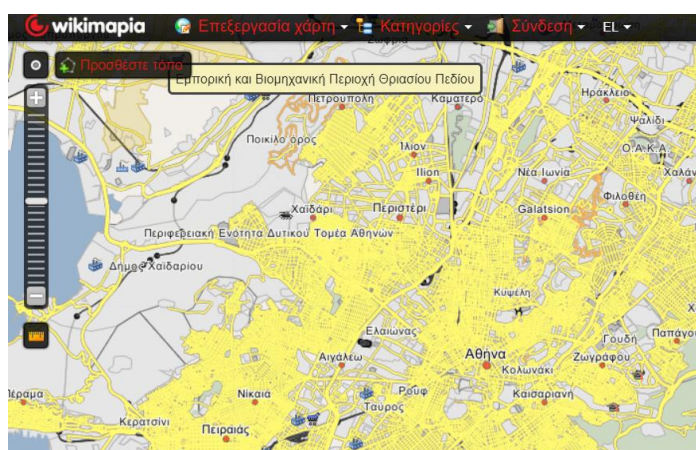
Η Εθελοντικά Γεωγραφική Πληροφορία σε μορφή διανυσματικής δομής αφορά όλες τις πηγές που καταγράφουν γεωμετρίες όπως σημεία, γραμμές και πολύγωνα, τα βασικά δηλαδή στοιχεία για τη σχεδίαση ενός χάρτη καθώς και τις περιγραφικές τους ιδιότητες. Πρωτοβουλίες όπως το OSM (Εικόνα 2.1), το Wikimapia (Εικόνα 2.2) και το Map Insight είναι μερικά παραδείγματα από χαρτογραφικές πλατφόρμες της ΕΓΠ (Senaratne et al., 2016). Η συλλογή των δεδομένων μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους.

- Μέσω των έξυπνων κινητών (smartphones) ή οποιασδήποτε φορητής συσκευής GPS. Στην περίπτωση αυτή, απλοί χρήστες με τη βοήθεια του GPS συλλέγουν διαδρομές και στοιχεία, τα οποία στη συνέχεια ανεβάζουν στο διαδίκτυο.
- Με ψηφιοποίηση δεδομένων που έχουν εξαχθεί από ιστοσελίδες όπως η Yahoo! Imagery, από τις Landsat δορυφορικές εικόνες και από τους χάρτες NPE (New Popular Edition) κ.ά. που έχουν δώσει την άδεια ώστε τα δεδομένα τους να χρησιμοποιούνται αφίλοκερδώς για τη συλλογή δεδομένων.
- Μέσω χαρτών που ανήκουν στην προσωπική συλλογή του κάθε χρήστη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς κόστος και χωρίς παραβίαση των πνευματικών δικαιωμάτων.
- Μέσω δεδομένων που έχουν ήδη συλλεχθεί από το πεδίο και θα πρέπει να εισαχθούν από τους χρήστες.
- Μέσω των mapping parties. Πρόκειται για συγκεντρώσεις μεταξύ χρηστών οι οποίοι έχοντας ενδιαφέρον για τη χαρτογράφηση, συγκεντρώνονται με σκοπό να χαρτογραφήσουν περιοχές, να ενημερωθούν και να ανταλλάξουν απόψεις για τα εθελοντικά δεδομένα. Υπάρχουν χρήστες που έχουν χαρτογραφήσει όλες τις μυρμαρίες του Λονδίνου και άλλοι που έχουν χαρτογραφήσει τις πιο όμορφες διαδρομές με ποδήλατο χωρίς να υπάρχει περιορισμός. Οι συγκεντρώσεις περιλαμβάνουν τη χρήση φορητών υπολογιστών ή έξυπνων κινητών με σύνδεση στο διαδίκτυο για την εισαγωγή δεδομένων που συγκεντρώθηκαν εκείνη τη μέρα, ενώ οι συμμετέχοντες μπορούν να πάρουν τα δεδομένα τους και να τα εισάγουν αργότερα στον ελεύθερο χρόνο τους. Οι συναντήσεις αυτές έχουν και ψυχαγωγικό χαρακτήρα, καθώς μετά την ολοκλήρωση της χαρτογράφησης οι συμμετέχοντες μοιράζονται φαγητά και ποτά (OpenStreetMap Wiki, 2018)

Η παροχή οδηγιών στους χρήστες που συλλέγουν την πληροφορία και η εφαρμογή πρωτοκόλλων μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα των δεδομένων που συλλέγονται (Mooney et al., 2016). Στον πίνακα παρουσιάζονται ορισμένες οδηγίες σε σχέση με τη συλλογή δεδομένων ανάλογα με τη διαδικασία.



Εικόνα 2. 1 OpensStreetMap (www.openstreetmap.org)



Εικόνα 2.2 Wikimapia (<http://wikimapia.org/#lang=el&lat=37.983300&lon=23.733300&z=12&mw>)

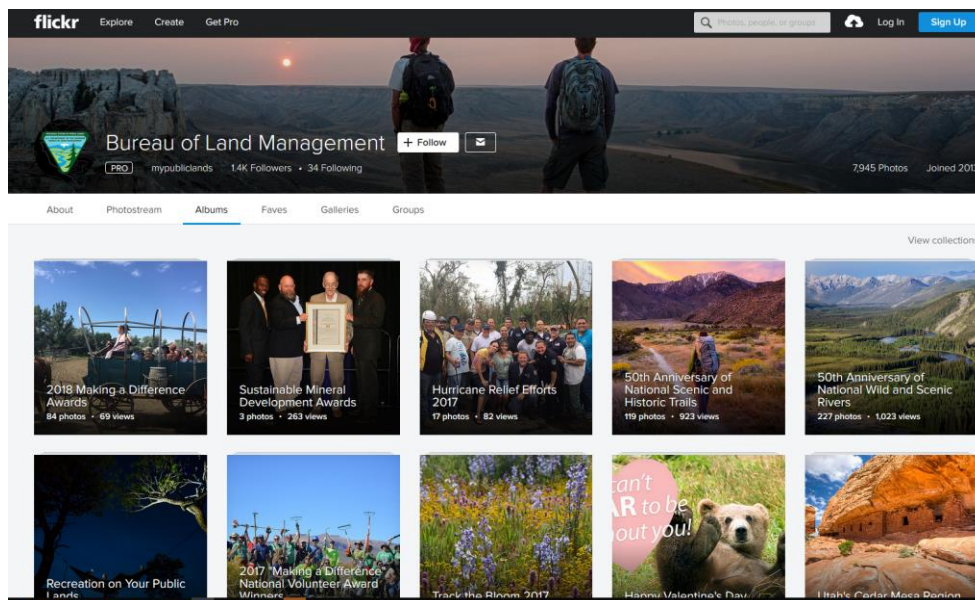
Χειροκίνητη Διανυσματοποίηση	Καταμέτρηση Πεδίου	Μαζική Εισαγωγή
Χρησιμοποιήστε ένα προκαθορισμένο εύρος στα επίπεδα μεγέθυνσης που συνιστώνται από το πρωτόκολλο συγκεκριμένων θεματικών επιπέδων και αντικειμένων	<ul style="list-style-type: none"> - Όταν είναι δυνατό, αναφέρετε ή ορίστε το ρυθμό δειγματοληψίας της συσκευής - Παρέχετε με ελεύθερη δομή σχόλια σχετικά με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις καιρικές συνθήκες, τη μη ορατότητα των δορυφόρων κ.τ.λ 	<ul style="list-style-type: none"> - Εξετάστε το επίπεδο της λεπτομέρειας και την κλίμακα των δεδομένων και κατά πόσο τα δεδομένα είναι κατάλληλα για εισαγωγή στο συγκεκριμένο έργο - Μπορεί να απαιτείται εφαρμογή γενίκευσης πριν την εισαγωγή

Πίνακας 2. 1 Οδηγίες προς τους συμμετέχοντες σχετικά με το επίπεδο λεπτομέρειας/κλίμακας ανάλογα με τη μέθοδο συλλογής δεδομένων (Πηγή: Mooney et al.,2016).

2.1.2. ΕΓΠ σε μορφή εικόνας

Η ΕΓΠ σε μορφή εικόνας παράγεται ως επί το πλείστον έμμεσα από ιστοσελίδες όπως Flickr, Panoramio, Instagram κ.α όπου οι χρήστες δημοσιοποιούν φωτογραφίες από ένα συγκεκριμένο γεωγραφικό αντικείμενο ή περιβάλλον με κάμερες, κινητά τηλέφωνα ή κάποια άλλη συσκευή χειρός και επισυνάπτουν μια γεωχωρική αναφορά σε αυτό (Εικόνα 2.3). Αυτά τα αντικείμενα/περιβάλλοντα μπορούν να διαμορφωθούν χωρικά δίνοντας τους γεωγραφικές συντεταγμένες και/ή με γεωγραφικές περιγραφές των φωτογραφιών που έχουν εκχωρηθεί από το χρήστη υπό τη μορφή επισημάνσεων κειμένου. Αυτές οι ιστοσελίδες κοινής χρήσης φωτογραφιών έχουν διάφορες χρήσεις όπως την περιβαλλοντική παρακολούθηση (Fuchs et al. 2013), την πλοήγηση πεζών (Robinson et al., 2012) ή ακόμα και τη συμπλήρωση των πηγών δεδομένων της τοποθεσίας (Milholland and Pultar, 2013). Η χρήση ετικέτας σε μια εικόνα είναι ένα μέσο για την προσθήκη μεταδεδομένων (metadata) στο περιεχόμενο με τη μορφή συγκεκριμένων λέξεων-κλειδιών για την περιγραφή του (Golder and Huberman, 2006), ή με τη μορφή γεωγραφικών συντεταγμένων (geotagging) για την αναγνώριση της τοποθεσίας που συνδέεται με το περιεχόμενο της εικόνας (Valli and Hannay, 2010). Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις για τη γεωγραφική σήμανση μιας εικόνας.

- Με χρήση εξωτερικής συσκευής GPS για την καταγραφή της γεωγραφικής τοποθεσίας.
- Με ενσωματωμένο GPS (που υπάρχει στις περισσότερες μοντέρνες ψηφιακές κάμερες και κινητά τηλέφωνα).
- Χειροκίνητα, τοποθετώντας τη φωτογραφία στο χάρτη.



Εικόνα 2. 3 (<https://www.flickr.com/photos/mypubliclands/albums/>)

Η ΕΓΠ αυτής της μορφής βρίσκει εφαρμογή στην κατασκευή χαρτών εδαφοκάλυψης και χρήσεων γης (Estimo et al., 2014; Antoniou et al., 2016).

2.1.3. ΕΓΠ σε μορφή κειμένου

Η ΕΓΠ σε μορφή κειμένου παράγεται κυρίως έμμεσα σε ιστοσελίδες όπως Twitter, Reddit ή σε διάφορα blogs όπου οι χρήστες συνεισφέρουν στη γεωγραφική πληροφορία με τη μορφή κειμένου μέσω κινητών τηλεφώνων, ηλεκτρονικών υπολογιστών ή οποιαδήποτε άλλη συσκευή χειρός. Το Twitter για παράδειγμα χρησιμοποιείται ως πηγή συλλογής πληροφοριών (MacEachren et al., 2011) στη δημοσιογραφία για τη διάδοση πληροφοριών στο κοινό σε σχεδόν πραγματικό χρόνο (O'Connor, 2009; Castillo et al., 2011), στην ανίχνευση εξάπλωσης μιας νόσου (Chunara et al., 2012), στην ανίχνευση συμβάντων (Huberman et al. 2008) και στην απόκτηση γνώσεων σχετικά με τη συμπεριφορά των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων (Andrienko et al., 2013; Senaratne et al., 2014).

Στην ΕΓΠ που βασίζονται στο κείμενο, η χωρική αναφορά μπορεί να γίνει:

- Μέσω κειμένου, όπου ο χρήστης κάνει αναφορά σε τοποθεσία-όνομα (για παράδειγμα "Η Lady Gaga έχει συναυλία στη Νέα Υόρκη σήμερα").
- Μέσω της γεωγραφικής σήμανσης από την οποία προέρχεται η είδηση(το tweet για παράδειγμα στην περίπτωση του Twitter).

Παρόλο που κάποιοι συνεισφέρουν παρέχοντας σημαντικές πληροφορίες, οι περισσότεροι χρησιμοποιούν αυτά τα μέσα για να εκφράσουν προσωπικές γνώμες, ψυχικές διαθέσεις ή για κακούς σκοπούς όπως ο εκφοβισμός ή η κοροϊδία για να παρενοχλήσουν άλλους χρήστες. Τέτοιες ανεπιθύμητες πληροφορίες δυσκολεύουν την άντληση χρήσιμων πληροφοριών που θα μπορούσαν να ενδιαφέρουν τις προαναφερθείσες περιπτώσεις χρήσης.

2.2. ΕΓΠ και Χαρτογραφία

Στην ενότητα αυτή γίνεται μία περιγραφή της σχέσης της χαρτογραφίας με την εθελοντική γεωγραφική πληροφορία.

Η επανάσταση που επήλθε με την εισαγωγή των γεωγραφικών δεδομένων που έχουν ως βάση τον εθελοντισμό οδήγησε σε μία νέα εποχή όπου τα προϊόντα των γεωγραφικών συστημάτων μπορούν να παραχθούν και να μοιραστούν από όλους. Αυτή η ανάπτυξη της εθελοντικής πληροφορίας έχει αλληλένδετη σχέση με το επιστημονικό πεδίο της Ψηφιακής Χαρτογραφίας. Μέσω των εθελοντικών δεδομένων καθίσταται πλέον πολύ εύκολη η δημιουργία νέων χαρτών χωρίς κάποιο κόστος στη χρήση των δεδομένων. Επιπλέον τα δεδομένα αυτά είναι ευέλικτα και ανανεώνονται συνεχώς διευκολύνοντας έτσι τη διόρθωση ενός προϋπάρχοντος χάρτη ή τη βελτίωση του. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό της εθελοντικής πληροφορίας που βοηθάει τον τομέα της Χαρτογραφίας είναι η πληθώρα των χωρικών δεδομένων προς απόδοση που προσφέρει. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου το περιεχόμενο των εθελοντικών δεδομένων είναι πιο πλούσιο από κάποιο ενός επίσημου φορέα με αποτέλεσμα να υπάρχει έλλειψη οντοτήτων σε κάποιες επίσημες βάσεις. Σε αυτή την περίπτωση η ΕΓΠ είναι πολύ σημαντική καθώς συνεισφέρει στη χαρτογράφηση περιοχών που μπορεί να μην είχαν αποτυπωθεί νωρίτερα ή να είχαν αποτυπωθεί ελλιπώς.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της σχέσης Χαρτογραφίας και Εθελοντικής Πληροφορίας είναι η ανταπόκριση σε θέματα κρίσεων και καταστροφών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί

ο σεισμός της Αϊτής το 2010. Πριν από την καταστροφή τα διαθέσιμα προς το κοινό ψηφιακά δεδομένα για την Αϊτή, τη φτωχότερη χώρα του δυτικού ημισφαιρίου, ήταν αραιά και περιορισμένα μόνο σε μεγάλους δρόμους και σε λίγα άλλα χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν χάρτες για να υποστηρίξουν τους διασώστες και την ανθρωπιστική βοήθεια (Zook et al., 2010). Τις εβδομάδες που ακολούθησαν το σεισμό, χιλιάδες εθελοντές του διαδικτύου με χρήση δορυφορικών εικόνων της περιοχής από εμπορικές υπηρεσίες όπως GeoEye, Digital Globe και χαρτών ξεκίνησαν να συλλέγουν δεδομένα και δημιούργησαν επιτυχώς μια λεπτομερή βάση δεδομένων της χώρας στο OpenStreetMap (Εικόνα 2.4). Αυτή η ενέργεια παρείχε χρήσιμους βασικούς χάρτες για τους εργαζόμενους ανθρωπιστικής βοήθειας που λειτουργούσαν επίσης ως κατάλογος νοσοκομείων, εκκλησιών, πολιτικών εγκαταστάσεων και άλλων πόρων.



Εικόνα 2.4 *Port-au-Prince* πριν το σεισμό και *Port-au-Prince* λίγες μέρες μετά το σεισμό (Πηγή: Mikel Maron, 2010)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Η ποιότητα των χωρικών δεδομένων

Ως ποιότητα ορίζεται το σύνολο εκείνων των χαρακτηριστικών ενός προϊόντος το οποίο μπορεί να ανταπεξέλθει στην ικανοποίηση δηλωμένων και υπονοούμενων αναγκών (ISO 2002, Originally in ISO standard 8402). Πιο συγκεκριμένα, με βάση τις προϋποθέσεις ISO για τις αρχές της ποιότητας των γεωγραφικών πληροφοριών (ISO 19113: 2003 Geographic information – Quality principles), η ποιότητα των χωρικών δεδομένων σχετίζεται με τον σκοπό της δημιουργίας, της χρήσης και της γενεαλογίας τους (Coote and Rachman, 2008).

Για τα γεωγραφικά δεδομένα υπάρχουν συγκεκριμένες παράμετροι ποιότητας, όπως αυτές ορίστηκαν το 2002 από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) με το πρότυπο ISO 19113:2002, που περιλαμβάνει τις αρχές για την περιγραφή της ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων, και το πρότυπο ISO 19114:2003, ένα πλαίσιο που περιλαμβάνει τις διαδικασίες για τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση ποιότητας. Οι καθορισμένες παράμετροι για την ποιότητα των γεωγραφικών δεδομένων, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 19113:2002 είναι: η πληρότητα, η λογική συνέπεια, η ακρίβεια θέσης, η χρονική ακρίβεια και η θεματική ακρίβεια (Oort, 2006).

Ωστόσο σχετικά πρόσφατα, τα παλαιότερα πρότυπα ISO 19113(ISO, 2005a) και ISO 19114(ISO, 2005b) αντικαταστάθηκαν από το πρότυπο ISO 19157(ISO, 2013). Το ενημερωμένο πρότυπο ορίζει τα παρακάτω στοιχεία ποιότητας δεδομένων: πληρότητα, λογική συνέπεια, ακρίβεια θέσης, χρονική ακρίβεια, θεματική ακρίβεια και την ευχρηστία.

3.1. Παράμετροι της ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται αναλυτικά οι παράμετροι της ποιότητας των γεωγραφικών στοιχείων.

Πληρότητα: Η πληρότητα (completeness) περιγράφει τη σχέση μεταξύ των αντιπροσωπευτικών αντικειμένων και των εννοιολογιών τους. Μπορεί να εκτιμηθεί με την απουσία δεδομένων (σφάλματα παράλειψης) και με την παρουσία περισσειας δεδομένων (σφάλματα επιφόρτισης) (Senaratne et al., 2016).

Λογική συνέπεια: Η λογική συνέπεια (logical consistency) αφορά τη συνοχή στις δομές δεδομένων των ψηφιοποιημένων χωρικών δεδομένων. Τα σφάλματα που οφείλονται στην έλλειψη της υποδεικνύονται από: 1) εννοιολογική συνέπεια, 2) συνέπεια στο πεδίο ορισμού και 3) τοπολογική συνέπεια (Senaratne et al., 2016).

Ακρίβεια θέσης: Η ακρίβεια αναφέρεται στο βαθμό ταύτισης μεταξύ της τιμής μίας ποσότητας που μετρήθηκε και της αποδεκτά πραγματικής τιμής της ποσότητας αυτής. Συγκεκριμένα, η ακρίβεια θέσης υποδεικνύεται από 1) την απόλυτη ή εξωτερική ακρίβεια, 2) τη συγγενική/σχετική ή εσωτερική ακρίβεια και την 3) ακρίβεια της θέσης δεδομένων στο πλέγμα (Senaratne et al., 2016).

Χρονική ακρίβεια: Η χρονική ακρίβεια υποδεικνύεται από 1) την ακρίβεια μέτρησης του χρόνου: ορθότητα των χρονικών αναφορών ενός αντικειμένου 2) χρονική συνέπεια: ορθότητα των εντοπισμένων συμβάντων ή ακολουθιών και 3) την χρονική εγκυρότητα: εγκυρότητα των δεδομένων όσον αφορά το χρόνο (Girres and Touya, 2010; Arsanjani et al., 2013).

Θεματική ακρίβεια: Η θεματική ακρίβεια υποδεικνύεται από 1) την ορθότητα της ταξινόμησης, 2) τη μη ποσοτική ορθότητα των χαρακτηριστικών και 3) την ποσοτική ακρίβεια των χαρακτηριστικών (Stark, 2011; Kounadi, 2009; Girres and Touya, 2010). Και στις δύο τελευταίες περιπτώσεις, οι αποκλίσεις μπορούν να εκτιμηθούν αριθμητικά.

Ευχρηστία: Σύμφωνα με το ISO19157(ISO, 2013) η ευχρηστία στηρίζεται στις απαιτήσεις του χρήστη και εκτιμάται από όλα τα στοιχεία της ποιότητας. Έτσι όλοι οι παράγοντες που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με τον σκοπό του κάθε χρήστη. Παρόλα αυτά, η αξιολόγηση της χρησιμότητας μπορεί να βασίζεται σε συγκεκριμένες απαιτήσεις του χρήστη που δεν μπορούν να τις περιγράψουν τα παραπάνω στοιχεία της ποιότητας. Σε αυτή την περίπτωση το στοιχείο της ευχρηστίας χρησιμοποιείται για να περιγράψει συγκεκριμένη ποιοτική πληροφορία σε σχέση με την καταλληλότητα ενός συνόλου δεδομένων για μία συγκεκριμένη εφαρμογή ή για την προσαρμογή σε ένα σύνολο απαιτήσεων (Antonioni and Skopeliti, 2015).

3.2. Ποιότητα της Εθελοντικής Γεωγραφικής Πληροφορίας

Όπως είναι λογικό, η ΕΓΠ βασίζεται στην εργασία μη ειδικών με αποτέλεσμα να χαρακτηρίζεται από μία ιδιαίτερα σημαντική αδυναμία, αυτή της ποιότητας των δεδομένων.

Λόγω των αυξημένων πλεονεκτημάτων και της ευρύτητας χρήσης της ΕΓΠ, αποκτά ιδιαίτερη σημασία η ποιότητα των εθελοντικών δεδομένων προκειμένου να εξαχθούν ακριβείς πληροφορίες και αποφάσεις για την καταλληλότητα χρήσης. Η έλλειψη ενός τυποποιημένου προτύπου έχει οδηγήσει την ποιότητα των VGI να ποικίλει μεταξύ ετερογενών πηγών δεδομένων (κείμενο, εικόνα, χάρτες, κ.ά.). Υπάρχει δηλαδή περίπτωση να εμφανίζεται ανομοιογένεια στην κάλυψη μεταξύ διαφορετικών τόπων καθώς και να τοποθετείται λανθασμένα η γεωγραφική πληροφορία (παραδείγμα το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, η απόσταση, τα τοπωνύμια) σε κάποια πλατφόρμα διαδικτύου, όπως το OpenStreetMap, Flickr κ.ά. Αυτό δημιουργεί μια μεταβλητή ποιότητα στα γεωγραφικά δεδομένα των εθελοντών και οφείλεται στο ότι οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται και εκφράζουν τις γεωγραφικές περιοχές και τις χωρικές σχέσεις με ανακρίβεια και με όρους αορίστων εννοιών. Αυτή η ασάφεια στην ανθρώπινη αντίληψη της θέσης οφείλεται όχι μόνο στο γεγονός ότι οι γεωγραφικές οντότητες έχουν συνεχή χαρακτήρα, αλλά και στην ποιότητα και στους περιορισμούς της χωρικής γνώσης. Λανθασμένοι ή κακόβουλοι γεωγραφικοί σχολιασμοί μπορούν να ελαχιστοποιηθούν μέσω διαφόρων διαδικασιών αξιολόγησης της ποιότητας της ΕΓΠ (Senaratne et al., 2016).

Στην ενότητα 2.1 έγινε μία περιγραφή ορισμένων μορφών της ΕΓΠ (διανυσματική δομή, εικόνα, κείμενο). Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένοι προβληματισμοί και ανακρίβειες της ποιότητας των εθελοντικών δεδομένων που βασίζονται στις παραπάνω τρεις (3) μορφές (Senaratne et al., 2016).

Για την περίπτωση της ΕΓΠ που έχει μορφή διανυσματικής δομής, η χωρική διάσταση των δεδομένων καταγράφεται με τη μορφή κόμβων, γραμμών ή πολυγώνων με αναφορά γεωγραφικού μήκους/πλάτους, και οι περιγραφικοί δείκτες γνωστοποιούνται με ετικέτες με τη μορφή του συνδυασμού κλειδί-τιμή. Κάθε ετικέτα περιγράφει μια συγκεκριμένη γεωγραφική οντότητα από διαφορετική οπτική. Δεν υπάρχει κανένας περιορισμός στη χρήση αυτών των ετικετών: απεριόριστοι συνδυασμοί είναι αποδεκτοί, και οι συντελεστές είναι ελεύθεροι να επιλέξουν τις ετικέτες που θεωρούν εκείνοι κατάλληλες. Αυτό το ανοιχτό σύστημα ταξινόμησης μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη ταξινόμηση και μείωση της ποιότητας των δεδομένων. Αυτού του είδους οι πληροφορίες που βασίζονται στο χάρτη, χρησιμοποιούνται κυρίως για σκοπούς όπως η πλοήγηση και η αναζήτηση σημείων ενδιαφέροντος. Για αυτούς τους σκοπούς λοιπόν, η ακρίβεια θέσης και η τοπολογική συνέπεια των οντοτήτων είναι πολύ σημαντικές. Εξίσου σημαντική είναι και η ακρίβεια των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, όπου οι σχολιασμοί που αναφέρονται σε μία οντότητα πρέπει να αντικατοπτρίζουν τα χαρακτηριστικά της χωρίς συγκρούσεις (π.χ. για τις ετικέτες των δρόμων, `oneway=true` και `twoway=true`). Η ελευθερία αυτή οδηγεί σε προβληματικές ταξινομήσεις που επηρεάζουν την ακρίβεια των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Εκτός από την ακρίβεια, η παροχή αξιόπιστων υπηρεσιών επηρεάζεται και από την πληρότητα των δεδομένων: πληρότητα χαρακτηριστικών, ιδιοτήτων και μοντέλου. Αν ένας χάρτης περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά, αν ένα χαρακτηριστικό έχει σχολιαστεί με ένα πλήρες σύνολο ιδιοτήτων και αν ένα μοντέλο είναι ικανό να απαντήσει όλα τα πιθανά ερωτήματα, όλα αυτά σχετίζονται με την πληρότητα του μέτρου ποιότητας (Senaratne et al., 2016).

Όσον αφορά την ΕΓΠ σε μορφή εικόνας, πέρα από τα σφάλματα της ακρίβειας του GPS που προκύπτουν από τις διάφορες συσκευές, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα τους. Για παράδειγμα αντί να δηλώνεται η θέση από την οποία λήφθηκε η φωτογραφία (θέση του φωτογράφου) κάποιοι χρήστες τείνουν να δίνουν τις γεωγραφικές συντεταγμένες (geotagging) της φωτογραφίας σύμφωνα με το περιεχόμενο της, το οποίο μπορεί να βρίσκεται αρκετά χιλιόμετρα μακριά από το σημείο προέλευσης της, προκαλώντας έτσι θέματα ανακρίβειας στη θέση (Keβler et al., 2009). Επιπλέον, λόγω της έλλειψης χωρικής γνώσης οι χρήστες κάποιες φορές επισημαίνουν με λανθασμένες γεωγραφικές συντεταγμένες τις φωτογραφίες τους και συνήθως με χαμηλές γεωγραφικές αναλύσεις (στην πλατφόρμα Flickr για παράδειγμα, κάποιοι χρήστες δεν μεγεθύνουν αρκετά στο επίπεδο του δρόμου, αλλά ζουμάρουν μόνο μέχρι τη χώρα ή την πόλη). Ή κάποιοι εθελοντές δίνουν γεωγραφικές συντεταγμένες και επισημαίνουν μέσω κειμένου άσχετες και τυχαίες φωτογραφίες από πραγματικά γεγονότα, κάνοντας τους χρήστες να αμφιβάλουν για την αξιοπιστία του περιεχομένου. Αυτό το περιεχόμενο δεν είναι κατάλληλο για χρήση σε εργασίες όπως η διαχείριση καταστροφών, η περιβαλλοντική παρακολούθηση ή η πλοήγηση των πεζών. Ορισμένα Προγράμματα Επιστήμης των Πολιτών όπως το GeoTag- X^{-1} έχουν στη διάθεση τους μηχανές μάθησης και συλλογικές μεθόδους για την ανακάλυψη του μη αυθεντικού υλικού και την εκκαθάριση του (Senaratne et al., 2016).

Τέλος, στην περίπτωση της ΕΓΠ σε μορφή κειμένου, οι Gupta και Kumaranguru (2012) διεξήγαγαν μια μελέτη για να ερευνήσουν κατά πόσο οι πληροφορίες μέσω κειμένου είναι αξιόπιστες και συνεπώς χρήσιμες και κατά πόσο είναι ανεπιθύμητες και ασήμαντες στο Twitter. Βρήκαν ότι το 14% των δημοσιεύσεων στο Twitter που είχαν συλλεχθεί για ανάλυση ήταν

ανεπιθύμητες, ενώ το 30% περιείχαν ενημερωτικές πληροφορίες καταστάσεων εκ των οποίων μόνο 17% των συνολικών δημοσιεύσεων περιείχε αξιόπιστες ενημερωτικές πληροφορίες. Τέτοιες ανεπιθύμητες πληροφορίες δυσκολεύουν την άντληση χρήσιμων πληροφοριών που θα μπορούσαν να ενδιαφέρουν τις προαναφερθείσες περιπτώσεις χρήσης. Για αυτό το λόγο η ανάλυση της ποιότητας των δεδομένων είναι σημαντικό να φιλτράρει τη χρήσιμη πληροφορία και να αγνοήσει τα υπόλοιπα.

Καθίσταται λοιπόν απαραίτητη η αξιολόγηση και εκτίμηση της ποιότητας των εθελοντικών δεδομένων προκειμένου να αποτελούν αξιόπιστα σύνολα δεδομένων τα οποία να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για τους χρήστες.

3.3. Εκτίμηση της ποιότητας της ΕΓΠ

Η εκτίμηση της ποιότητας της ΕΓΠ αποτελεί ένα πολύ ενδιαφέρον και γνωστό θέμα στην κοινότητα των ακαδημαϊκών και των ερευνητών. Ποικίλες μετρήσεις έχουν προταθεί προκειμένου να εκτιμηθεί η ποιότητα των στοιχείων αυτών.

Πολλές προσπάθειες έχουν επικεντρωθεί στη χρήση καθιερωμένων μεθοδολογιών για την εκτίμηση της ποιότητας των στοιχείων των ΕΓΠ έναντι των επίσημων δεδομένων. Έμφαση έχει δοθεί στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να εκτιμηθεί και να αξιολογηθεί η ποιότητα των ΕΓΠ ως σύνολο δεδομένων.

Παρόλα αυτά, επειδή η χρήση επίσημων δεδομένων δεν είναι πάντα πιθανή, αρκετοί ερευνητές έχουν επικεντρώσει το ενδιαφέρον τους στην ανάλυση των δεικτών ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων που να μπορούν να λειτουργούν ως μονάδα αξιολόγησης και κατανόησης της ποιότητας της ΕΓΠ. Στις παρακάτω ενότητες παρουσιάζονται εν ολίγοις οι δυσκολίες στη χρήση αξιόπιστων συνόλων δεδομένων και στη συνέχεια παρουσιάζονται οι νέο-προτεινόμενοι δείκτες εκτίμησης της εθελοντικής πληροφορίας που στηρίζονται στα προκαθορισμένα στοιχεία της ποιότητας των γεωγραφικών δεδομένων σύμφωνα με το πρότυπο ISO που αναφέρθηκε παραπάνω (Antoniou and Skopeliti, 2015).

3.3.1. Σύγκριση των εθελοντικών δεδομένων με τα επίσημα δεδομένα

Πολλές μελέτες έχουν αναλύσει τα σύνολα δεδομένων ΕΓΠ που καλύπτουν διαφορετικές περιοχές και πλαίσια και τα έχουν συγκρίνει με αυτά των επίσημων δεδομένων, χρησιμοποιώντας τις προαναφερθείσες παραμέτρους της ποιότητας. Οι μελέτες χρησιμοποίησαν κυρίως δεδομένα του OSM από πόλεις των ακόλουθων χωρών: Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Αυστρία, Σουηδία, Ουγγαρία, Ιταλία, Ρουμανία, Ιρλανδία, Γαλλία, Αυστραλία, Ελλάδα, Εσθονία, Λετονία και Ελβετία. Η Γερμανία αποτελεί τη χώρα με τις περισσότερες μελέτες (8 μελέτες) και μόνο 3 μελέτες κάλυπταν πάνω από 2 χώρες (Mooney et al., 2010; Ali and Schmid, 2014; Arsanjani and Vaz, 2015). Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι οι περισσότερες χώρες είναι ευρωπαϊκές, και πιθανότατα οφείλεται στο ότι λαμβάνοντας επίσης υπόψη και το ψηφιακό χάσμα, το OSM ξεκίνησε από το Λονδίνο έχοντας κερδίσει το ενδιαφέρον κυρίως των ευρωπαϊκών ερευνητών. Επιπλέον, οι μαζικές μεταφορτώσεις των επίσημων δεδομένων στο σύνολο δεδομένων του OSM ενδέχεται να αποθαρρύνουν τους ερευνητές να στρέψουν την προσοχή τους σε τέτοιες περιοχές (Antoniou and Skopeliti, 2015).

Όσον αφορά τη γεωγραφική κάλυψη των μελετών, φαίνεται ότι οι παράμετροι εφαρμόζονται σε σχετικά μικρές περιοχές, πειραματικά και όχι συστηματικά. Πλήρης κάλυψη χώρας παρέχεται μόνο σε μερικές μελέτες (Hacklay et al., 2010; Mooney et al., 2010; Zielstra and Zipf, 2010; Antoniou, 2011).

Η πλειονότητα των μελετών επικεντρώθηκε στο οδικό δίκτυο, και οι υπόλοιπες σε άλλα θεματικά επίπεδα όπως στα Σημεία Ενδιαφέροντος (Points of Interest), στις "πράσινες" περιοχές όπως πάρκα και κήποι, στις χρήσεις γης, κ.τ.λ. Οι δρόμοι του OpenStreetMap συγκρίθηκαν με ένα σύνολο επίσημων δεδομένων που παρέχονται από Εθνικούς Χαρτογραφικούς Οργανισμούς (NMAs) όπως: ITN, OSMaster Map, και OS Meridian2 από το Ηνωμένο Βασίλειο, OS Ιρλανδίας, Hellenic Military Geographic Service, IGN BD topo από την Γαλλία και ο BKG οργανισμός της Γερμανίας. Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν ιδιόκτητα σύνολα δεδομένων από την Navteq και την TomTom. Τα άλλα θεματικά επίπεδα του OSM που μελετήθηκαν από την άποψη της ποιότητας περιλαμβάνουν τα POIs έναντι IGN BD topo (Girres & Touya, 2010), σχολεία έναντι επίσημων δεδομένων (Jackson et al., 2013), πλωτές οδοί και ακτογραμμές έναντι IGN BD topo (Girres and Touya, 2010), τα κτήρια έναντι του ATKIS (Fan et al., 2014), πάρκα έναντι κυβερνητικών δεδομένων για τη Βικτώρια της Αυστραλίας (χαρακτηριστικά FOI) (POIs vs. Navteq και Yelp) (2014), δημιουργία αποτυπώσεων έναντι του ATKIS (Fan et al., 2014), πάρκα έναντι κυβερνητικών δεδομένων για τη Βικτώρια Αυστραλίας (χαρακτηριστικά FOI) (Kalantari and La, 2015), διοικητικές μονάδες (Ali and Schmid, 2014), "πράσινες" περιοχές του OSM όπως οι κήποι (Ali and Schmid, 2014; Ali et al., 2014) και χρήσεις γης OSM έναντι GMESUA (Arsanjani and Vaz, 2015; Arsanjani et al., 2015). Επιπλέον, τα δεδομένα από άλλα έργα εθελοντικών δεδομένων έχουν εξεταστεί από άποψη ποιότητας όπως γεωκωδικοποιημένες διευθύνσεις από OA (Open Address) έναντι ιδιοκτησιακών υπηρεσιών χαρτογράφησης στο Web (π.χ. Bing Maps, Google Maps και Yahoo! Maps) (Stark, 2011).

Ωστόσο οι μελέτες δεν καλύπτουν ισάξια τα στοιχεία της ποιότητας των δεδομένων. Ενώ η αξιολόγηση της ακρίβειας της θέσης των ΕΓΠ έχει λάβει σημαντική προσοχή, λίγες προσπάθειες έχουν επικεντρωθεί στην εννοιολογική ποιότητα. Σύμφωνα με τις μελέτες αυτής της έρευνας, η πληρότητα αξιολογήθηκε σε 15 από αυτές, η λογική συνέπεια σε 7, η ακρίβεια θέσης σε 14, η χρονική ακρίβεια σε 3 και η θεματική ακρίβεια σε 9. Επιπλέον, δεν έχει επιτευχθεί συναίνεση ως προς το ποια μέτρα είναι πιο κατάλληλα για κάθε στοιχείο της ποιότητας (Antoniou and Skopeliti, 2015).

Παρόλο που εισάγονται και εφαρμόζονται διάφορα μέτρα, σύμφωνα με τις μελέτες που αναλύθηκαν, δεν υπάρχει κάποια που να αξιολογεί όλα τα στοιχεία της ποιότητας των δεδομένων. Μερικές μελέτες καλύπτουν ορισμένα ποιοτικά στοιχεία (Π.χ. Girres και Touya, 2010; Antoniou, 2011, Koukoletsos et al., 2011; Arsanjani et al., 2013). Δεν υπάρχει συνθετική προσέγγιση που θα παράγει ολοκληρωμένα αποτελέσματα. Καταλήγοντας, είναι δύσκολο να συναχθεί ένα συμπέρασμα σχετικά με το βαθμό τήρησης ενός συγκεκριμένου συνόλου προτύπων ποιότητας δεδομένων.

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω μελετών, φαίνεται ότι οι κλασικές διαδικασίες αξιολόγησης της ποιότητας των εθελοντικών δεδομένων έναντι των επίσημων δεδομένων δεν είναι πάντα εφικτές λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας δεδομένων, των αντιφατικών περιορισμών αδειοδότησης ή του υψηλού κόστους προμηθειών τους. Επιπλέον η εσωτερική ή εξωτερική ποιότητα (ISO, 2005) δεν μπορεί να εκτιμηθεί εύκολα καθώς η εφαρμογή των προτύπων ISO δεν

αποτελεί μια απλή διαδικασία λόγω της φύσης της ΕΓΠ με αποτέλεσμα την απουσία προδιαγραφών στα δεδομένα. Παρομοίως να σημειωθεί ότι η ποιότητα μίας πλατφόρμας που παρέχει ελεύθερα γεωγραφικά δεδομένα όπως το OpenStreetMap διαφέρει θεμελιωδώς από αυτήν του συνόλου των επίσημων δεδομένων. Για παράδειγμα η ΕΓΠ συνήθως δεν έχει αυστηρές προδιαγραφές και συνεπώς στερείται ομοιογένειας. Επιπλέον μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά ασταθής. Οι συχνές αλλαγές που πραγματοποιούνται από τους συμμετέχοντες σε σημαντικά χαρακτηριστικά μπορεί να επιδεινώσουν τη συνολική ποιότητα και χρηστικότητα του συνόλου δεδομένων της ΕΓΠ. Επίσης η ίδια η φύση της συμμετοχής του κοινού εισάγει προκαταλήψεις στο πρότυπο συμμετοχής των χρηστών και κατά συνέπεια στο εθελοντικό περιεχόμενο που δημιουργείται καθώς έχει παρατηρηθεί ότι οι εθελοντές δείχνουν προτίμηση τόσο σε συγκεκριμένους τομείς, όσο και σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Οι προκαταλήψεις συμμετοχής μπορούν να επηρεαστούν και να αυξηθούν περαιτέρω από διάφορους παράγοντες όπως: την πρόσβαση στο διαδίκτυο, τη γνώση της γλώσσας, το διαθέσιμο χρόνο των χρηστών ή την τεχνική τους ικανότητα (Antoniou and Skopeliti, 2015).

Επιπλέον τα σύνολα δεδομένων της ΕΓΠ γίνονται ολοένα και πιο λεπτομερή σε κάποιες περιοχές με την πάροδο του χρόνου και έτσι καθίσταται όλο και λιγότερο σαφές κατά πόσο η χρήση των επίσημων δεδομένων ως συνόλων δεδομένων αναφοράς για την αξιολόγηση της ποιότητας αποτελεί έγκυρη επιλογή. Με άλλα λόγια, η πρόκληση με τη χρήση τέτοιων παραδοσιακών μεθόδων εκτίμησης της ποιότητας των δεδομένων είναι ότι πλέον τα σύνολα δεδομένων της ΕΓΠ, σε πολλά μέρη του κόσμου, αποτελούν πιο ολοκληρωμένα και ακριβή σύνολα δεδομένων. Αυτό δημιουργεί προκλήσεις στην αξιολόγηση των εθελοντικών δεδομένων και οδηγεί στην αναζήτηση διαφορετικών μεθόδων εκτίμησης της ποιότητας τους (Antoniou and Skopeliti, 2015).

3.3.2. Δείκτες εκτίμησης της ποιότητας της ΕΓΠ

Σε ένα πλαίσιο όπου οι καθιερωμένες μέθοδοι αξιολόγησης της ποιότητας δεν επαρκούν για να δώσουν στέρεες απαντήσεις στην ποιότητα της ΕΓΠ (όπως φαίνεται παραπάνω στις μελέτες που συγκρίθηκαν με τα επίσημα δεδομένα), η ακαδημαϊκή έρευνα άρχισε να επικεντρώνεται στη χρήση πιο εγγενών δεικτών για την ποιότητα των εθελοντικών δεδομένων.

Σε παραπάνω ενότητα, το πρότυπο ISO 19157 (2013) όρισε ένα σύνολο παραμέτρων για την αξιολόγηση και την αναφορά της ποιότητας των δεδομένων. Ο Πίνακας 3.1 συνοψίζει τις απαιτήσεις και τις συγκεκριμένες πτυχές σχετικά με την εφαρμογή των παραμέτρων ποιότητας στις ΕΓΠ.

Στοιχεία ποιότητας ISO		Απαιτήσεις	Θέματα για την εφαρμογή στις ΕΓΠ
Εσωτερική ποιότητα	Ακρίβεια θέσης	<ul style="list-style-type: none"> • Προσδιορισμός δεδομένων 	<ul style="list-style-type: none"> • Έλλειψη προδιαγραφών • Δυναμική φύση της ΕΓΠ • Μη ύπαρξη συγκρίσιμων δεδομένων αναφοράς • Χωρική και θεματική ετερογένεια
	Θεματική ακρίβεια	<ul style="list-style-type: none"> • Ύπαρξη δεδομένων αναφοράς με παρόμοια χαρακτηριστικά και έγκυρο χρονικό πλαίσιο 	
	Πληρότητα		
	Χρονική ακρίβεια		
	Λογική συνέπεια	<ul style="list-style-type: none"> • Άλλα δεδομένα της ίδιας πηγής ή ανεξάρτητα 	<ul style="list-style-type: none"> • Εφαρμόσιμο στις ΕΓΠ • Μπορεί να επιτρέψει αυτόματους ελέγχους επικύρωσης
Εξωτερική ποιότητα	Ευχρηστία	<ul style="list-style-type: none"> • Καθορισμός των αναγκών των χρηστών 	<ul style="list-style-type: none"> • Μπορεί να εκτιμηθεί συνδυάζοντας μέτρα και δείκτες ποιότητας

Πίνακας 3. 1 Στοιχεία ποιότητας του ISO, οι απαιτήσεις τους και τα θέματα που σχετίζονται με τη χρήση τους στις ΕΓΠ (Πηγή: Fonte et al., 2017)

Κατά την εξέταση της ποιότητας της ΕΓΠ, απαιτούνται άλλοι δείκτες της ποιότητας των δεδομένων για να συμπληρωθούν οι προτεινόμενοι του προτύπου ISO. Αυτό συμβαίνει όχι μόνο επειδή σε πολλές περιπτώσεις η σύγκριση με τα επίσημα δεδομένα δεν είναι δυνατή αλλά και επειδή τα χαρακτηριστικά και η φύση της ΕΓΠ επιτρέπουν τη χρήση δεικτών που συνήθως δεν έχουν νόημα όταν εφαρμόζονται σε δεδομένα που δημιουργούνται από επαγγελματίες (Fonte et al., 2017). Αυτοί οι δείκτες μπορούν να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες, παρόλο που στις περισσότερες περιπτώσεις δεν αξιολογούν την ακρίβεια αλλά αξιολογούν την αξιοπιστία των δεδομένων. Δεδομένου ότι αυτοί οι δείκτες αξιολογούν την ποιότητα σε πραγματικό χρόνο ή σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, επιτρέπουν την ανάπτυξη αυτοματοποιημένων προσεγγίσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της διαδικασίας συλλογής δεδομένων, απαιτώντας, για παράδειγμα την επιβεβαίωση ή / και πρόσθετους ελέγχους κατά τη συλλογή.

Έχουν διατυπωθεί διάφορες προτάσεις σχετικά με το πώς μπορεί να μοιάζουν οι εν λόγω δείκτες (Πίνακας 3.2).

Goodchild and Li (2012)	Meek et al. (2014)	Bordogna et al. (2014)	Antoniou and Skopeliti (2015)	Senaratne et al. (2016)
<ul style="list-style-type: none"> • Αναθεώρηση πληθοπορισμού • Κοινωνικά μέτρα • Γεωγραφική συνέπεια 	<ul style="list-style-type: none"> • Εσωτερικοί δείκτες ποιότητας • Μοντέλο του εθελοντή φορέα • Εξωτερικοί δείκτες ποιότητας 	<ul style="list-style-type: none"> • Εσωτερική ποιότητα • Εξωτερική ποιότητα 	<ul style="list-style-type: none"> • Δείκτες δεδομένων • Δημογραφικοί και κοινωνικοοικονομικοί δείκτες • Δείκτες εθελοντών 	<ul style="list-style-type: none"> • Μέτρα ποιότητας • Δείκτες ποιότητας • Άντληση δεδομένων (data mining)

Πίνακας 3. 2 Κατηγορίες προτεινόμενων μέτρων ποιότητας για την ΕΓΠ. (Πηγή: Fonte et al., 2017)

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.2, οι Goodchild και Li (2012) παρέχουν τρεις ευρείες κατηγορίες μέτρων για την εξασφάλιση της ποιότητας της ΕΓΠ: i) αναθεώρηση του πληθοπορισμού, όπου η ποιότητα των δεδομένων μπορεί να εξασφαλιστεί από πολλούς συνεισφέροντες ii) κοινωνικά μέτρα, τα οποία επικεντρώνονται στην εκτίμηση των ίδιων των εθελοντών ως μεσολαβητές για την ποιότητα της συμβολής τους και iii) γεωγραφική συνέπεια, μέσω ανάλυσης της συνέπειας των εθελοντικών οντοτήτων. Οι Meek κ.ά. (2014) παρέχουν τρία μοντέλα ποιότητας δεδομένων, όπου το μοντέλο του εθελοντή παραμένει μεταξύ του παραδοσιακού μοντέλου του παραγωγού και του χρήστη και προτείνουν στοιχεία ποιότητας όπως ασάφεια, αμφισβημία, κρίση, αξιοπιστία, εγκυρότητα και εμπιστοσύνη. Οι Bordogna κ.ά (2014) παρέχουν επίσης ένα σύνολο δεικτών ποιότητας για την ΕΓΠ που χωρίζονται σε εσωτερική και εξωτερική ποιότητα, όπου τα εσωτερικά μέτρα ποιότητας ομαδοποιούνται ανά τύπο ΕΓΠ, δηλαδή μετρήσεις ή ΕΓΠ με βάση το κείμενο κ.τ.λ και τα εξωτερικά μέτρα ποιότητας ομαδοποιούνται βάσει αξιοπιστίας του ατόμου και της φήμης του οργανισμού. Οι Senaratne κ.ά (2016) αναθεωρούν τις μεθόδους αξιολόγησης της ποιότητας της ΕΓΠ και τις χωρίζουν σε μέτρα και δείκτες ποιότητας, όπου τα πρώτα αντιστοιχούν στα παραδοσιακά μέτρα αξιολόγησής της και τα τελευταία αναφέρονται ως ποιοτικοί και αφηρημένοι δείκτες ποιότητας όπως τοπική γνώση, εμπειρία και φήμη. Υποστηρίζουν επίσης ότι θα πρέπει να προστεθεί μια ακόμη προσέγγιση για την εξασφάλιση της ποιότητας των δεδομένων, η οποία θα αναφέρεται ως «άντληση δεδομένων» (data mining), σε εκείνες που προτείνονται από τους Goodchild και Li (2012).

Οι Αντωνίου και Σκοπελίτη (2015) προτείνουν την ομαδοποίηση των δεικτών ποιότητας σε τρεις κατηγορίες: i) δείκτες δεδομένων, ii) δημογραφικοί και άλλοι κοινωνικοοικονομικοί δείκτες και iii) δείκτες σχετικοί με τους εθελοντές, και μπορεί να θεωρηθεί ότι ενσωματώνουν τους τύπους δεικτών που αναφέρονται στα παραπάνω διαφορετικά πλαίσια (Fonte et al., 2017) και θα αναλυθούν στη συνέχεια.

3.3.2.1. Δείκτες δεδομένων

Μια σημαντική ομάδα δεικτών ποιότητας της ΕΓΠ είναι εκείνη που βασίζεται στη σύγκριση με άλλα δεδομένα που προέρχονται από το πλήθος (Πίνακας 3.3). Μία δυνατότητα είναι η μέτρηση της «συμφωνίας» με τα αντίστοιχα δεδομένα, την οποία ορίζουμε εδώ ως «συνοχή» των

δεδομένων με άλλες πηγές. Η συμφωνία αυτή μπορεί να μετρηθεί μεταξύ των συνόλων δεδομένων χρησιμοποιώντας ένα μέτρο Boolean ή μια συνεχή μεταβλητή με παραδοσιακά μέτρα όπως η απόσταση μεταξύ των αντίστοιχων στοιχείων, οι συγκρίσεις των ιδιοτήτων κ.λπ. και μπορεί να θεωρηθεί δείκτης αξιοπιστίας των δεδομένων. Η λογική συνέπεια των διαθέσιμων δεδομένων από διαφορετικές πηγές δεδομένων μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της αξιοπιστίας των δεδομένων, ελέγχοντας εάν, σύμφωνα με τους τύπους των οντοτήτων που υπάρχουν σε όλες τις διαθέσιμες πηγές δεδομένων, μια συγκεκριμένη συμβολή είναι πιθανό να είναι σωστή ή όχι. Όπως υπογραμμίζεται από τους Sui κ.ά. (2013), οι προσεγγίσεις που συγκρίνουν δεδομένα βάσει της γεωγραφικής τους θέσης δεν έχουν αναπτυχθεί αρκετά.

Μπορεί επίσης να υπολογιστεί μια άλλη σειρά δεικτών που θα μπορούσαν να αποκαλύψουν την ποιότητα εξετάζοντας αποκλειστικά το ίδιο το σύνολο ΕΓΠ και τα σχετικά μεταδεδομένα (Πίνακας 3.3). Οι εργασίες σε αυτόν τον τομέα επικεντρώθηκαν κυρίως στην αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων που προσφέρονται από το OpenStreetMap. Τέτοιοι δείκτες θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν το συνολικό μήκος των χαρακτηριστικών και την πυκνότητα σημείων σε ένα τετράγωνο πλέγμα, όπως υπολογίστηκε από τους Cierfuch κ.ά. (2010), ή τον αριθμό των εκδόσεων, τη σταθερότητα έναντι των αλλαγών και τις διορθώσεις και επαναφορές των χαρακτηριστικών, όπως εξετάστηκαν από τους Keβler and de Groot (2013). Η μέθοδος συλλογής (δηλαδή εάν τα δεδομένα καταγράφηκαν χρησιμοποιώντας ένα GPS, ψηφιοποιήθηκαν με το χέρι ή προέκυψαν από μια μαζική εισαγωγή) υπήρξε το επίκεντρο του έργου που σχετίζεται με την ποιότητα του Van Exel κ.ά. (2010). Τέλος, οι Baeton κ.ά. (2014) ανέπτυξαν το iOSMAnalyzer, το οποίο χρησιμοποιεί περισσότερες από 25 μεθόδους και δείκτες για την αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων του OSM με βάση μόνο το ιστορικό δεδομένων.

Κατηγορία δεικτών	Δείκτες	Περιγραφή/Παραδείγματα
Δείκτες που βασίζονται στα δεδομένα (αξιολόγηση της αξιοπιστίας των δεδομένων)	Συνάφεια με άλλες πηγές αντίστοιχων δεδομένων (δεν θεωρείται ως αναφορά)	Σύγκριση, για παράδειγμα γεωμετρικών χαρακτηριστικών όπως η απόσταση μεταξύ των αντίστοιχων στοιχείων ή οι επικαλύψεις
	Εξωτερική λογική συνέπεια	Λογική συνέπεια της ΕΓΠ με δεδομένα που είναι διαθέσιμα σε άλλες πηγές δεδομένων
	Εσωτερική λογική συνέπεια	Λογική συνέπεια του ίδιου του συνόλου ΕΓΠ
	Μεταδεδομένα ΕΓΠ	Αριθμός διορθώσεων, σταθερότητα έναντι αλλαγών, μέθοδο παρατήρησης, χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός, ημερομηνία παρατήρησης

Πίνακας 3. 3 Προτεινόμενοι δείκτες ποιότητας της ΕΓΠ με βάση τα δεδομένα (Πηγή: Fonte et al., 2017)

3.3.2.2. Δημογραφικοί και κοινωνικοοικονομικοί δείκτες

Εμπειρικές μελέτες έχουν αποκαλύψει ότι υπάρχει μια συσχέτιση μεταξύ των δημογραφικών στοιχείων μιας περιοχής και της πληρότητας και της ακρίβειας της θέσης των δεδομένων (Mullen et al., 2015). Έχει επίσης αποδειχθεί ότι περιοχές με χαμηλότερη πληθυσμιακή πυκνότητα (δηλ. αγροτικές περιοχές) μπορούν να επιδρούν αρνητικά στην πληρότητα της ΕΓΠ (Zielstra and Zipf, 2010). Ταυτόχρονα, η πυκνότητα του πληθυσμού συσχετίζεται θετικά με τον αριθμό των συνεισφορών, επηρεάζοντας έτσι την πληρότητα των δεδομένων ή την ακρίβεια θέσης. Σχετικά με τα δημογραφικά στοιχεία υπάρχουν κοινωνικο-οικονομικοί παράγοντες οι οποίοι μπορούν επίσης να επηρεάσουν τη συνολική ποιότητα (Tulloch, 2008; Elwood et al., 2013). Παραδείγματος χάριν, έχει αποδειχθεί ότι η κοινωνική στέρηση και η υποκείμενη κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα μιας περιοχής μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην πληρότητα και την ακρίβεια της θέσης των δεδομένων (Haklay et al., 2010; Antoniou, 2011). Ομοίως, άλλοι παράγοντες όπως το υψηλό εισόδημα και η χαμηλή ηλικία μπορεί να οδηγήσουν σε υψηλότερο αριθμό συνεισφορών και συνεπώς υψηλότερη ποιότητα ΕΓΠ όσον αφορά τη ακρίβεια και την πληρότητα της θέσης (Girres and Touya, 2010; Jokar Arsanjani and Bakillah, 2015). Έτσι, αν υπάρχουν δεδομένα απογραφής ή κοινωνικής έρευνας για μια περιοχή, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ποιότητα των δεδομένων της ΕΓΠ σε σχέση με το γεωγραφικό χώρο. Ο Πίνακας 3.4 περιέχει τους προαναφερθέντες δείκτες.

Κατηγορία δεικτών	Δείκτες	Συνάφεια
Δημογραφικοί και κοινωνικοοικονομικοί δείκτες της περιοχής (δείκτες ποιότητας δεδομένων)	Δημογραφικά στοιχεία	Εμφάνιση συσχέτισης με τις παραμέτρους της ποιότητας των δεδομένων
	Πυκνότητα πληθυσμού	
	Κοινωνική στέρηση	
	Κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα	
	Εισόδημα	
	Ηλικία πληθυσμού	

Πίνακας 3. 4 Δημογραφικοί και κοινωνικοοικονομικοί δείκτες ποιότητας που προτείνονται για την ΕΓΠ (Πηγή: Fonte et al., 2017)

3.3.2.3. Δείκτες των εθελοντών

Οι δείκτες ποιότητας μπορούν να περιλαμβάνουν το ιστορικό των δεδομένων, το προφίλ των εθελοντών ή την εμπειρία τους, την αναγνώριση και την τοπική γνώση του ατόμου (Van Exel κ.ά, 2010), (Πίνακας 3.5). Επιπλέον, ο αριθμός των συντελεστών σε ορισμένους τομείς ή χαρακτηριστικά έχει εξεταστεί και έχει συσχετιστεί θετικά με την πληρότητα δεδομένων και την ακρίβεια θέσης (Kebler and de Groot, 2013). Μέθοδοι για τον αυτόματο υπολογισμό της αξιοπιστίας του χρήστη - εθελοντή όσον αφορά τις θεματικές πληροφορίες έχουν προταθεί από

διάφορους συντάκτες. Οι Haklay κ.ά (2010) και Tang and Lease (2011) υπογραμμίζουν την ανάγκη πολλαπλών παρατηρήσεων και παρατηρητών ώστε να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων βάσει συναίνεσης. Οι Foody and Boyd (2012) και Foody κ.ά (2013) πρότειναν μια μέθοδο για τη χρήση αυτών των επαναλαμβανόμενων παρατηρήσεων για να εκτιμηθεί συγκεκριμένα η ποιότητα των συντελεστών της ΕΓΠ χρησιμοποιώντας μια λανθάνουσα ανάλυση της τάξης της ΕΓΠ σε σχέση με την κάλυψη της γης. Οι διαφορές μεταξύ των εθελοντών είναι πάντα πιθανό να υπάρχουν και έτσι τα γνωστά άτομα θα μπορούσαν να εντοπιστούν και να αποκτήσουν πιο αξιόπιστο καθεστώς και τα άτομα αυτά θα μπορούσαν τότε να είναι ενεργά και υπεύθυνα για την αναθεώρηση των εργασιών των υπολοίπων.

Ωστόσο, κατά την εξέταση της θεματικής ποιότητας, το ζήτημα της αξιοπιστίας των εθελοντών μπορεί να είναι πιο περίπλοκο από μια απλή κατάταξη. Ορισμένοι εθελοντές υπερέχουν στην επισήμανση συγκεκριμένων τύπων αντικειμένων ή κατοικιών, αλλά κάνουν ανεπαρκή εκτέλεση σε άλλους τομείς. Η γνώση των πλεονεκτημάτων και των αδυναμιών των εθελοντών επιτρέπει μια πιο λεπτή εξέταση της αξιοπιστίας των συνεισφορών τους, αλλά συχνά απαιτεί τη χρήση ανεξάρτητων δεδομένων αναφοράς. Για παράδειγμα, οι Comber κ.ά (2013) υπολόγισαν τη συνέπεια και την ικανότητα κάθε εθελοντή σε σχέση με κάθε τάξη κάλυψης εδάφους χρησιμοποιώντας ορισμένα σημεία ελέγχου για τα οποία η κάλυψη της γης είχε καθοριστεί ανεξάρτητα από εμπειρογνώμονες και απέδειξε ότι τουλάχιστον ορισμένες ανησυχίες σχετικά με την ποιότητα της ΕΓΠ μπορεί να αντιμετωπιστεί μέσω προσεκτικής συλλογής δεδομένων, με τη χρήση σημείων ελέγχου για την αξιολόγηση της απόδοσης εθελοντών και με χωρικά σαφείς αναλύσεις. Ο Πίνακας 3.5 περιγράφει ορισμένους δείκτες ποιότητας που σχετίζονται με τους συντελεστές.

Κατηγορία δεικτών	Δείκτες	Περιγραφή	Συνάφεια
Δείκτες εθελοντών (αξιολογεί την αξιοπιστία του συμμετέχοντος)	Συμφέροντα	Συμπεράσματα για προκαταλήψεις για συγκεκριμένες οντότητες	Αναμενόμενη συσχέτιση με την αξιοπιστία των δεδομένων
	Ιστορικό συνεισφορών	Συμπεράσματα για την αξιοπιστία	
	Αναγνώριση των συντελεστών από άλλους	Συμπεράσματα για την αξιοπιστία	
	Τοποθεσία	Συμπεράσματα για τη τοπική γνώση	
	Συμπεριφορά	Συμπεράσματα για το βαθμό δυσκολίας στη συνεισφορά	
	Εκπαιδευτικό υπόβαθρο	Συμπεράσματα για την εξειδίκευση	
	Προφίλ	Δημιουργείται με τη συγκέντρωση πολλών δεικτών	

Πίνακας 3. 5 Προτεινόμενοι δείκτες ποιότητας της ΕΓΠ βασισμένοι στους συντελεστές (Πηγή: Fonte et al., 2017)

Πολλές από τις παραπάνω μελέτες κατέληξαν στο ότι η φύση της ΕΓΠ παρουσιάζει ορισμένα προβληματικά ζητήματα καθώς και νέες προκλήσεις που οδηγούν στην αναζήτηση επιπλέον μεθόδων αξιολόγησης της ποιότητας της. Η έρευνα που έγινε σε αυτή την εργασία επικεντρώνεται στην έννοια της εσωτερικής λογικής συνέπειας του ίδιου του συνόλου των εθελοντικών δεδομένων και συγκεκριμένα εστιάζει στην τοπολογική συνέπεια, την ακρίβεια της θέσης των δεδομένων και την πληρότητά τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. OpenStreetMap

Το OpenStreetMap (OSM) είναι μια βάση δεδομένων ενός παγκόσμιου χάρτη που κατασκευάστηκε μέσω εθελοντικής γεωγραφικής πληροφορίας (ΕΓΠ), χτίζεται από εθελοντές και κυκλοφορεί με άδεια ανοικτού περιεχομένου. Αποτελεί τη μεγαλύτερη, πιο ποικίλη, πιο πλήρη και πιο ενημερωμένη βάση γεωγραφικών δεδομένων με ανοιχτή πρόσβαση. Διατίθεται με μια ανοιχτή άδεια που επιτρέπει στον καθένα να χρησιμοποιεί, να διανέμει, να μοιράζεται και να προσαρμόζει τη βάση αρκεί να μνημονεύεται το πρόγραμμα και η κοινότητά του (Wikipedia, 2018).

Στη μελέτη που πραγματοποιήθηκε θα εστιάσουμε στο OpenStreetMap ως παράδειγμα για την Εθελοντική Γεωγραφική Πληροφορία και θα αξιολογήσουμε την ποιότητα του, διότι λόγω των δωρεάν και ευέλικτων μηχανισμών που παρέχει για τα δεδομένα (π.χ λήψη χάρτη, εύρεση διαδρομών, σχεδιασμό, οπτικοποίηση, αναζήτηση σημείων ενδιαφέροντος (ΣΕ) κ.α.) αποτελεί το πιο διακεκριμένο συμμετοχικό έργο γεωγραφικής πληροφορίας.

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα του OSM (www.openstreetmap.org), το OSM ιδρύθηκε το 2004 από τον τότε φοιτητή Steve Coast σε ηλικία μόλις 24 ετών, με επίκεντρο αρχικά το Ηνωμένο Βασίλειο και η ιδέα αυτή ήταν μέρος της διατριβής του. Η ιδέα ήταν απλή: αν συλλέξω γεωγραφικά δεδομένα για την περιοχή μου - όπου έχω τοπική γνώση - και συλλέγετε γεωγραφικά δεδομένα για την περιοχή σας - όπου έχετε τοπικές γνώσεις - τότε αυτά μπορούν να συνδυαστούν και μπορούμε να αρχίσουμε να χτίζουμε μια χωρική βάση δεδομένων μιας περιοχής. Αν αυτό κλιμακωθεί σε ένα μεγαλύτερο πλήθος ανθρώπων, τότε είναι πολύ πιθανό να πραγματοποιηθεί η χαρτογράφηση ολόκληρου του κόσμου. Παρόλο που η κυβέρνηση προσπάθησε να προωθήσει το πρόγραμμα συλλογής, λόγω του τεράστιου όγκου δεδομένων απέτυχε. Τον Αύγουστο του 2006 ιδρύθηκε ο μη κερδοσκοπικός οργανισμός OpenStreetMap Foundation, για την ενθάρρυνση της ανάπτυξης και της διανομής ελεύθερων γεωχωρικών δεδομένων και την παροχή γεωχωρικών δεδομένων για ατομική ή κοινή χρήση από τον οποιονδήποτε μέσω της ιστοσελίδας (Wikipedia, 2018).

Οι εθελοντές χαρτογράφοι πραγματοποιούσαν επεξεργασίες στα δεδομένα του OSM χρησιμοποιώντας μία μικρή εφαρμογή βασισμένη σε Java που υπήρχε στην αρχική σελίδα του OSM ή αυτόνομα προγράμματα “εκτός σύνδεσης”, καταγεγραμμένα ίχνη GPS και δορυφορικές εικόνες δημοσίου τομέα. Το Δεκέμβριο της ίδιας χρονιάς, η εταιρεία Yahoo επιβεβαίωσε ότι το OpenStreetMap θα μπορούσε να χρησιμοποιεί τις αεροφωτογραφίες της εταιρείας ως υπόβαθρο για την παραγωγή χαρτών.

Η ραγδαία εξέλιξη του OpenStreetMap και η μεγάλη ανταπόκριση του κόσμου οδήγησε στην ανάπτυξη νέων τρόπων εισαγωγής και εξαγωγής δεδομένων. Το 2008 αναπτύχθηκαν εργαλεία για την εξαγωγή δεδομένων OSM σε φορητές μονάδες GPS αντικαθιστώντας τους προϋπάρχοντες ιδιόκτητους και παλαιούς χάρτες.

Έκτοτε, η χρήση του προγράμματος έχει αυξηθεί σε πάνω από τέσσερα (4) εκατομμύρια εγγεγραμμένους χρήστες οι οποίοι μπορούν να συλλέγουν δεδομένα χρησιμοποιώντας

χειροκίνητη συλλογή, συσκευές GPS, αεροφωτογράφιση και άλλες ελεύθερες πηγές. Αυτά τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα διατίθενται στη συνέχεια σε πλήθος χρηστών με άδεια ανοικτής βάσης δεδομένων (Wikipedia, 2018).

Το OpenStreetMap (OSM) εξελίχθηκε από μία απλή ιδέα σε ένα συνεργατικό έργο που δημιούργησε ένα δωρεάν επεξεργάσιμο χάρτη του κόσμου. Ο πυρήνας του OSM είναι μία χωρική βάση δεδομένων, η οποία περιέχει γεωγραφικά δεδομένα και πληροφορίες από όλο τον κόσμο. Παρακάτω περιγράφονται ορισμένα από τα βασικά χαρακτηριστικά χρήσης του OpenStreetMap.

Το μοντέλο δεδομένων του OSM είναι πολύ απλό για κατανόηση (Mooney and Minghini, 2017). Υπάρχουν τρεις πρωταρχικοί τύποι δεδομένων ή αντικείμενα: κόμβοι, διαδρομές (πολύγωνα και πολυγραμμές) και σχέσεις (λογικές συλλογές διαδρομών και κόμβων). Μία διαδρομή αποτελείται από τουλάχιστον δύο κόμβους (για πολυγραμμές) ή τρεις κόμβους (για κλειστά πολύγωνα). Ένας κόμβος αντιπροσωπεύει ένα χαρακτηριστικό γεωγραφικού σημείου και η συντεταγμένη του εκφράζεται συνήθως ως γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος.

Μέσα στο OSM, κάθε αντικείμενο πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα χαρακτηριστικό ή ετικέτα (ένα ζευγάρι κλειδιού / τιμής) που του έχει ανατεθεί για να περιγράψει τα χαρακτηριστικά του. Υπάρχουν πολλοί οδηγοί και εκπαιδευτικά έγγραφα για το πώς κάποιος αρχίζει να χαρτογραφεί με το OSM. Πρόσφατα η εταιρεία Mapbox παρείχε ένα ενημερωμένο σύνολο τεκμηρίωσης για αυτό. Οι σελίδες λειτουργιών OSM Map στο wiki του OSM (OpenStreetMap, 2016) αντιπροσωπεύουν το έγγραφο αναφοράς που περιγράφει τις επίσημες εγκεκριμένες ετικέτες του OSM. Αυτές οι ετικέτες έχουν συμφωνηθεί με την πάροδο των ετών και υπάρχουν σελίδες wiki γραμμένες για να περιγράψουν τα πιθανά σενάρια χρήσης της κάθε ετικέτας. Για την επισήμανση θεωρητικά οποιαδήποτε ετικέτα μπορεί να συσχετιστεί με οποιοδήποτε αντικείμενο. Οι συντελεστές είναι ελεύθεροι να δημιουργήσουν τις δικές τους ετικέτες. Όπως έδειξαν αρκετοί συγγραφείς (Ballatore and Mooney, 2015; Ballatore and Zipf, 2015), αυτό μπορεί να οδηγήσει σε διαφωνίες μεταξύ των συντελεστών ή σύγχυση σχετικά με τον τρόπο χρήσης συγκεκριμένων ετικετών σε ορισμένα γεωγραφικά σενάρια (για παράδειγμα, επισήμανση ενός αντικειμένου που αντιπροσωπεύει ένα μη ασφαλτόδρομο πεζόδρομο). Υπηρεσίες όπως το Taginfo (<https://taginfo.openstreetmap.org/>) επιτρέπουν την εξερεύνηση και την απεικόνιση των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων ετικετών και των κλειδιών τους για ολόκληρη τη βάση δεδομένων OSM. Η υπηρεσία Taginfo είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την κατανόηση του στυλ ή της δομής των ετικετών που χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένους τύπους αντικειμένων, επιτρέποντας τη σημασιολογική μελέτη του πολύ ευρέως φάσματος τιμών που ανατίθεται σε ετικέτες και την χωρική κατανομή ετικετών. Το Taginfo ενημερώνεται συνεχώς σχεδόν σε πραγματικό χρόνο και αποθηκεύει τις ετικέτες από κάθε αντικείμενο της παγκόσμιας βάσης δεδομένων OSM.

Τα διαθέσιμα εργαλεία λογισμικού για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας συνεισφοράς δεδομένων ή επεξεργασίας δεδομένων ποικίλουν (Mooney and Minghini, 2017). Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο και δημοφιλές είναι το εργαλείο JOSM (Java for OSM) 3, ακολουθούμενο από τον iD editor4 που βασίζεται στο Web. Το JOSM αναγνωρίζεται ως ένα λογισμικό που ταιριάζει περισσότερο με τους πιο έμπειρους συντελεστές του OSM, ενώ ο επεξεργαστής iD είναι πολύ εύκολος στη χρήση και ενσωματώνεται στην αρχική σελίδα του OSM. Τα νέα δεδομένα που υποβάλλονται στο OSM ή τα υπάρχοντα δεδομένα που έχουν επεξεργαστεί στη βάση δεδομένων του OSM είναι διαθέσιμα για άμεση πρόσβαση και ο χάρτης του OSM στην αρχική σελίδα OSM θα επιφέρει αλλαγές γρήγορα (εντός 30 λεπτών).

Εύκολα μπορεί κάποιος χρήστης να έχει πρόσβαση και να κατεβάζει δεδομένα OSM για άλλες χρήσεις. Σε ένα πιο τεχνικό επίπεδο, κάθε αντικείμενο εντός της βάσης δεδομένων OSM (κόμβοι, διαδρομές ή σχέσεις) έχει αρκετά χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως: ένα μοναδικό αναγνωριστικό (ID), έναν αριθμό έκδοσης, ο οποίος υποδεικνύει πόσες φορές το αντικείμενο έχει επεξεργαστεί, ένα χρονικό σημείωμα της πιο πρόσφατης επεξεργασίας και το αναγνωριστικό χρήστη και το όνομα χρήστη του εθελοντή που δημιούργησε (ή τροποποίησε τελευταία) το αντικείμενο (Mooney and Minghini, 2017).

Οποιοσδήποτε μπορεί να εγγραφεί δωρεάν στο OSM. Κατά την εγγραφή, ένας εθελοντής μπορεί να αρχίσει να συνεισφέρει ή να χαρτογραφήσει νέα δεδομένα στο OSM ή να επεξεργαστεί υπάρχοντα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην χωρική βάση δεδομένων του OSM. Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους οι χρήστες μπορούν να συνεισφέρουν δεδομένα στο OSM. Η πιο απλή είναι η ψηφιοποίηση αντικειμένων (όπως κτήρια, δρόμοι και ποτάμια) που είναι ορατά σε δορυφορικές εικόνες με άδεια χρήσης. Η πιο χρησιμοποιούμενη δορυφορική εικόνα, διαθέσιμη στον επεξεργαστή OSD iD, είναι αυτή που παρέχεται με μια συμβατή άδεια από την Microsoft (Coast, 2010). Ενώ αυτός ο τρόπος συμβολής δεδομένων επιτρέπει στους εθελοντές να χαρτογραφούν μέρη ακόμη και όταν βρίσκονται μακριά από αυτά, άλλα μέσα, όπως δέκτες GPS και εργαλεία με βάση το χάρτη (π.χ Field Papers), επιτρέπουν στους χρήστες να χαρτογραφήσουν μια περιοχή με επιτόπια έρευνα και να φορτώσουν ή να εισαγάγουν τις πληροφορίες στη βάση δεδομένων του OSM (Mooney and Minghini, 2017).

Τέλος μία ακόμη μέθοδος συνεισφοράς δεδομένων στη βάση δεδομένων του OSM είναι η μαζική εισαγωγή κατάλληλα αδειοδοτημένων γεωγραφικών δεδομένων, η οποία και αποτελεί μία από τις πιο αμφιλεγόμενες μεθόδους καθώς πολλοί υποστηρίζουν ότι αντίκειται στις ίδιες τις αρχές του OSM, ότι δηλαδή τα δεδομένα συλλέγονται ή χαρτογραφούνται από τους εθελοντές του OSM με βάση την ικανότητα της ποιότητας των δεδομένων, την ίδια την ικανότητα που βασίζεται στην τοπική γνώση, στη φυσική συλλογή των δεδομένων ή στη γεωγραφική εξειδίκευση (Mooney and Minghini 2017).

4.1. Οφέλη και αδυναμίες του OpenStreetMap

Το OpenStreetMap δεν είναι το μοναδικό έργο των Εθελοντικών Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΕΓΠ) που είναι πλήρες, αλλά είναι ένα από τα πιο γνωστά. Μερικά από τα κύρια οφέλη του OSM είναι (<https://www.e-education.psu.edu/geog585/node/738>) :

- Δεν υπάρχει κόστος χρήσης των δεδομένων. Σε ορισμένες τοποθεσίες μπορεί να αποτελεί την μόνη ελεύθερη διαθέσιμη πηγή διανυσματικών γεωγραφικών δεδομένων υψηλής ανάλυσης. Σε άλλα μέρη μπορεί να αποτελεί την μόνη πηγή δεδομένων.

- Η πηγή δεδομένων είναι διαθέσιμη για λήψη και χρήση σε χαρτογραφικές και άλλες εφαρμογές. Το OSM διαφέρει από τον αντίστοιχο μηχανισμό του Google Maps που ονομάζεται Map Maker. Οι χαρτογράφοι δεν μπορούν να κάνουν λήψη και χρήση των δεδομένων του Google Map Maker σε αντίθεση με το OpenStreetMap που τα ίδια τα δεδομένα είναι διαθέσιμα σε οποιοδήποτε διαθέτει μία επαρκή τεχνική τεχνογνωσία για την απόκτηση των δεδομένων και την αξιοποίησή τους.

- Επειδή το OpenStreetMap επιτρέπει στους χρήστες να προσθέσουν οποιοδήποτε είδος οντότητας και περιγραφικού χαρακτηρισμού, μπορεί να περιλαμβάνει ένα πλουσιότερο και πιο πολύτιμο σύνολο χαρακτηριστικών από τους εμπορικούς ή κυβερνητικούς χάρτες. Πιθανά τέτοια χαρακτηριστικά μπορεί να είναι δένδρα, ράμπες αναπηρικών αμαξιδίων, τράπεζες τροφίμων, δεξαμενές για πόσιμο νερό κ.ά.

- Τα δεδομένα του OpenStreetMap είναι ευέλικτα και μπορούν γρήγορα να ενημερωθούν σε περίπτωση που για παράδειγμα μία νέα επιχείρηση ανοίξει, μία γέφυρα πλημμυρίσει κλπ. Αντίθετα οι εμπορικοί και κρατικοί χάρτες τείνουν να ενημερώνονται σε σταθερούς κύκλους.

Ορισμένες από τις αδυναμίες του OSM είναι (<https://www.e-education.psu.edu/geog585/node/738>) :

- Δεν γίνεται συστηματικός έλεγχος στην ποιότητα των δεδομένων. Ο κάθε χρήστης χρησιμοποιεί τα δεδομένα του με δική του ευθύνη και θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός όταν χρησιμοποιεί πληροφορίες του OSM για κρίσιμες λειτουργίες.


- Η λεπτομέρεια, η ακρίβεια και η κάλυψη της κάλυψης του OSM ποικίλλει σε ολόκληρο τον κόσμο, χωρίς να υπάρχει ένα απλό μέσο ανίχνευσης της διακύμανσης. Σε ορισμένες περιοχές του Νότου λείπουν βασικά δεδομένα δρόμων, πόσο μάλλον άλλα χρήσιμα χαρακτηριστικά όπως πάρκα, σχολεία ή δημόσια κτήρια.

- Το OpenStreetMap υπόκειται σε προκαταλήψεις των εθελοντών. Ο κάθε εθελοντής πρέπει να λάβει αποφάσεις σχετικά με τους τύπους των οντοτήτων που θα τοποθετήσει στο χάρτη και τους τόπους που αυτός θα χαρτογραφήσει. Κοιτάζοντας το χάρτη ενός συγκεκριμένου τόπου στην ιστοσελίδα δεν γνωρίζουμε σχεδόν τίποτα για το ποιος δημιούργησε το χάρτη και γιατί.




- Η κοινότητα του OpenStreetMap αποφασίζει τους τύπους των οντοτήτων που αξίζουν να υπάρχουν στο σύστημα ετικετών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μιας διαδικασίας ψηφοφορίας η οποία τείνει να αντικατοπτρίζει τα συμφέροντα των συνεισφερόντων. Για παράδειγμα, το 2013 παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν πολλαπλές ετικέτες για τη σήμανση χώρων ψυχαγωγίας, ενώ οι προτάσεις για ετικέτες που χαρακτήριζαν υπηρεσίες φιλοξενίας ή παιδική φροντίδα ήταν περιορισμένες. Αυτό αποδόθηκε στο γεγονός ότι μια σημαντική πλειοψηφία των συντελεστών του OSM ήταν άντρες. Ομιλητές σε διάφορες διασκέψεις του OSM έδωσαν έμφαση στις συνέπειες των διακρίσεων λόγω φύλου και άλλων ανισοροπιών και έδωσαν προτάσεις για το πώς θα γίνει πιο διαφοροποιημένη η κοινότητα OpenStreetMap.


4.2. Μορφή των δεδομένων του OpenStreetMap και γεωγραφικές οντότητες


Το OSM χρησιμοποιεί μια τοπολογική βάση δεδομένων που περιλαμβάνει τρία (3) πρωτογενή στοιχεία (OpenStreetMap Wiki, 2018). Τα πρωτογενή αυτά στοιχεία αποτελούν τα βασικά συστατικά του OSM από τα οποία ορίζονται όλα τα αντικείμενα και τα δεδομένα που υπάρχουν στο χάρτη και στη βάση δεδομένων του. Όπως αναφέρθηκε και σε παραπάνω ενότητα, αυτά είναι είτε με τη μορφή κόμβων (nodes), είτε διαδρομών (ways), είτε σχέσεων (relations) (Zielstra, 2012 ; Hochmair, 2012).

Ο κόμβος είναι ένα σημείο γεωχωρικών δεδομένων (), το οποίο αποθηκεύεται με συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος) στο σύστημα αναφοράς WGS84.

Μπορεί να καταγραφεί και η τρίτη διάσταση, δηλαδή το υψόμετρο. Οι κόμβοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθορίζοντας αυτόνομα χαρακτηριστικά σημεία, τα λεγόμενα σημεία ενδιαφέροντος (για παράδειγμα ένα νοσοκομείο), όπως επίσης και για να ορίσουν τη διαδρομή μιας γραμμής. Ένας κόμβος μπορεί να αντιπροσωπεύει επίσης μια πόλη ή μια βουνοκορφή. Ένας κόμβος που σχηματίζει μια γραμμή δεν είναι απαραίτητο να έχει κάποια ετικέτα (tag). Μπορεί βέβαια κάποιος να του προσθέσει, αν αντιπροσωπεύει κάτι συγκεκριμένο, όπως η είσοδος ενός κτηρίου.

Μια διαδρομή αποτελείται από 2 έως και 2000 κόμβους. Μπορεί να περιγράψει ένα γραμμικό στοιχείο σχηματίζοντας ένα ανοιχτό πολύγωνο (), ώστε να αναπαραστήσει για παράδειγμα ένα δρόμο, ένα ποτάμι ή σιδηροδρομικές γραμμές. Μπορεί επίσης να αποτελείται από ένα κλειστό πολύγωνο () αντιπροσωπεύοντας κάποια περιοχή, όπως μια λίμνη, ή ένα οικοδομικό τετράγωνο. Μια διαδρομή μπορεί να είναι επιπρόσθετα υπό τη μορφή πολυγώνου, το οποίο στο εσωτερικό του περιλαμβάνει κάποια περιοχή (). Συνήθως τέτοιου είδους πολύγωνα χρησιμοποιούνται για να ορίσουν σχολικά συγκροτήματα, ή κάποιο πάρκο. Μια διαδρομή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέλος μιας σχέσης και μπορεί να έχει ένα σχετικό ρόλο. Οι διαδρομές οι οποίες αποτελούνται με περισσότερους από 2000 κόμβους, χωρίζονται σε δύο ή περισσότερες μικρότερες γραμμές. Οι διαδρομές που συναντιούνται σε μια διασταύρωση είναι φυσικό να έχουν ένα κοινό κόμβο.

Μια σχέση αποτελείται από μία ταξινομημένη λίστα κόμβων, γραμμών και μερικές φορές και άλλων σχέσεων σαν μέλος μια καινούργιας σχέσης (). Ουσιαστικά περιγράφει τη συσχέτιση μεταξύ των κόμβων και των γραμμών. Η σχέση μπορεί να έχει ετικέτες και κάθε στοιχείο μπορεί επίσης να έχει ένα καθορισμένο ρόλο εντός της σχέσης. Ένα μεμονωμένο στοιχείο μπορεί να εμφανιστεί πολλές φορές σε μια σχέση και μία σχέση μπορεί να συμπεριληφθεί σαν μέλος άλλης σχέσης. Για παράδειγμα μια σχέση περιλαμβάνει τους περιορισμούς στροφής στους δρόμους, τις τρύπες που υπάρχουν στην ασφαλτο, πληροφορίες οι οποίες διευκολύνουν την πλοήγηση.

Οι ετικέτες (tags) χρησιμοποιούνται προκειμένου να περιγράψουν το είδος, το όνομα και τις φυσικές ιδιότητες των αντικειμένων του χάρτη (). Οι κόμβοι, οι γραμμές και οι σχέσεις μπορεί να έχουν μία ή περισσότερες ετικέτες. Μία ετικέτα δεν μπορεί να θεωρηθεί από μόνη της σαν ένα πρωτογενές στοιχείο, αλλά πρόκειται για μια μονάδα δεδομένων που συνδέεται με τα δεδομένα αυτά. Αποτελείται από μια ελεύθερη μορφή κειμένου, ένα “key” (βασική κατηγορία) και ένα “value” (είδος αντικειμένου ή τιμή). Για παράδειγμα σε μία ετικέτα με μία (κλειστή) γραμμή που αντιπροσωπεύει ένα κτήριο, ως key ορίζεται ο όρος «Κτήριο» και ως value το είδος του κτηρίου (μονοκατοικία, πολυκατοικία, ξενοδοχείο).

















Όπως προαναφέρθηκε, το OSM παρέχει απεριόριστο αριθμό δεδομένων σχετικά με τα στοιχεία του, π.χ. δρόμοι, κτήρια. Τα δεδομένα του χάρτη έχουν προσαρμοστεί στα πρότυπα της κοινότητας, βελτιώνοντας το στυλ του χάρτη. Τα δεδομένα που εισάγονται από τους εθελοντές του έργου, διαφέρουν καθώς είναι στην κρίση και στην προσωπική άποψη του καθενός να κρίνει τι είναι σημαντικό για ένα χάρτη και τι όχι. Η πλειοψηφία των χαρακτηριστικών έχουν μία ετικέτα (tag), η οποία προσδίδει το κύριο χαρακτηριστικό του αντικειμένου που θέλει να περιγράψει. Στις ιστοσελίδες του wiki δίνονται προτεινόμενες ετικέτες προκειμένου να διευκολύνουν τους χρήστες, χωρίς όμως αυτό να τους δεσμεύει σε περίπτωση που δεν μπορούν

να βρουν κάτι που να αντιπροσωπεύει το αντικείμενο που θέλουν να αποτυπώσουν. Με την πάροδο του χρόνου το περιεχόμενο πολλών ετικετών έχει αλλάξει προκειμένου να μπορέσει να χωρέσει μια ευρύτερη συναίνεση, ωστόσο πολλές καλές ετικέτες χρησιμοποιήθηκαν αρχικά και τεκμηριώθηκαν αργότερα. Οι πληροφορίες για τις ετικέτες του OSM είναι διαθέσιμες ως σημασιολογικό δίκτυο. Οι πιο σημαντικές ετικέτες αναφέρονται στους Πίνακες 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, που παρατίθενται στην συνέχεια με βάση το συμβολισμό που προτείνει το OSM.

SHOPPING		AMENITY	
 Bakery	 Supermarket	 Fire station	 Police Station
 Bike shop	 Small Conver	 Library	 Hospital
 Butcher	 Alcohol Shop	 Veterinarian	 Place of Work
 Car repair	 Bookshop	 ATM	 Bank
 Confectionery	 Car sales	 Recycling	 School
 Fishmonger	 Clothes shop	 Kindergarten	 Post office
 Garden center	 DIY	 Post Box	 Toilets
 Greengrocer	 Florist	 Trash/ rubbish	 Shelter
 Hifi shop	 Gift shop	 Water fountain	 Park bench
 Kiosk	 Hairdresser	 Barbeque	 Emergency phone
 Motorbike shop	 Jewellery	 Public telephone	 Fountain
 Pharmacy	 Laundrette	 Swimming pool	
 Marketplace	 Toy shop	 Vending mac	
 Music shop		 Town hall	





























Πίνακας 4. 1 Εμπορικές χρήσεις και βασικές υποδομές

Πηγή: <http://www.openstreetmap.org/edit?lat=38.440854&lon=22.87502&z=20>

FOOD AND DRINK		ACCOMMODATION	
 Water Fountain	 Vending machine	 Hotel	 Guesthouse
 Pub	 Bar	 Hostel	 Caravan park
 Restaurant	 Cafe	 Campsite	 Chalet
 Fast Food	 Nightclub	 Alpine hut	 Motel










Πίνακας 4. 2 Σίτιση και διαμονή

Πηγή: <http://www.openstreetmap.org/edit?lat=38.440854&lon=22.87502&zoom=20>

TRANSPORT		TOURISM	
 Car Wash	 Bus Stop	 Archeological	 Theme park
 Airport	 Helipad	 Museum	 Castle
 Airport gate	 Bicycle Parking	 Battlefield	 Monument
 Car Parking	 Fuel	 Memorial	 Theatre
 Railway static	 Taxi rank	 Picnic site	 Zoo
 Bicycle rental	 Airport terminal	 Cinema	 Artwork
 Ferry Terminal	 Tram Stop	 Information	 Viewpoint

Πίνακας 4. 3 Μέσα μεταφοράς και τουρισμός

Πηγή: <http://www.openstreetmap.org/edit?lat=38.440854&lon=22.87502&zoom=20>










WATER	BUILDINGS	MAN-MADE
 Weir	 Kindergarten	 Tower / mast
 Slipway	 Building	 Silo / tank
 Marina	 Post Office	 Navigation

Πίνακας 4. 4 Ορισμένα παραθαλάσσια μέρη, είδη κτηρίων και ανθρώπινες κατασκευές

Πηγή: <http://www.openstreetmap.org/edit?lat=38.440854&lon=22.87502&zoom=20>

Στα παραπάνω σημεία ενδιαφέροντος, κάποιος μπορεί να εισάγει περαιτέρω στοιχεία, όπως το είδους του σχολικού συγκροτήματος ή ακόμα το τηλέφωνο του, τον ταχυδρομικό κώδικα και άλλες πληροφορίες που θεωρεί ο ίδιος σημαντικές. Επιπρόσθετα στοιχεία που μπορεί κάποιος να προσθέσει στον χάρτη είναι διευθύνσεις κτηρίων, δρομολόγια μέσω μαζικής μεταφοράς, δέντρα, σήματα κυκλοφορίας και απαγορεύσεις στο οδικό δίκτυο.

Στον Πίνακα 4.5 δίνονται αναλυτικά τα είδη μονοπατιών και στους Πίνακες 4.6α και Πίνακες 4.6β δίνονται αναλυτικά τα είδη οδικών δικτύων, που υπάρχουν στη βάση δεδομένων του OSM με τις ετικέτες όπως έχουν προσδιοριστεί από την κοινότητα του έργου. Στον Πίνακα 4.7 δίνονται τα πιο βασικά είδη των χρήσεων γης που υπάρχουν στη βάση δεδομένων του OSM με τις ετικέτες τους, στους Πίνακες 4.8α και 4.8β δίνονται τα πιο βασικά είδη της φύσης που υπάρχουν στη βάση δεδομένων του OSM με τις ετικέτες τους και στους Πίνακες 4.9α και 4.9β δίνονται τα βασικά είδη των κτηρίων που υπάρχουν στη βάση δεδομένων του OSM.

Key: Path			
Value	Element	Comment	Rendering
path		Μονοπάτι. Χρησιμοποιείται από πεζοπόρους, ποδηλάτες, για ιππασία, ή ακόμα από γεωργικά μηχανήματα.	
footway		Μονοπάτια κυρίως για πεζούς. Μπορεί να είναι μονοπάτια πεζοπορίας και χαλικόστρωτα μονοπάτια.	
cycleway		Ποδηλατόδρομοι	
bridleway		Δρόμος για ιππασία	
steps		Σκαλοπάτια	













Πίνακας 4. 5 Είδη μονοπατιών της βάσης δεδομένων του OSM

Πηγή: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features

Key: highway			
Value	Element	Comment	Rendering
motorway		Αυτοκινητόδρομος	
motorway_link		Συνδέει αυτοκινητόδρομους μεταξύ τους ή δρόμους χαμηλότερης κατηγορίας.	
trunk		Δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας– Λεωφόρος Ταχείας Κυκλοφορίας	
Trunk_link		Συνδέει δρόμους ταχείας κυκλοφορίας μεταξύ τους ή δρόμους χαμηλότερης κατηγορίας.	
primary		Πρωτεύον οδικό δίκτυο (συνδέει μεγάλα αστικά κέντρα).	
Primary_link		Συνδέει πρωτεύοντες δρόμους μεταξύ τους ή δρόμους χαμηλότερης κατηγορίας.	
secondary		Δευτερεύον οδικό δίκτυο συνδέει μικρότερες πόλεις και χωριά.	
Secondary_link		Συνδέει δευτερεύοντες δρόμους μεταξύ τους ή δρόμους χαμηλότερης κατηγορία.	
tertiary		Τριτεύον οδικό δίκτυο	
Tertiary_link		Συνδέει τριτεύοντες δρόμους μεταξύ τους ή δρόμους χαμηλότερης κατηγορίας.	
Living street		Δρόμοι σε κατοικημένες περιοχές, όπου δεν επιτρέπεται η μεγάλη ανάπτυξη ταχυτήτων, με μεγαλύτερη προτεραιότητα στους πεζούς.	
pedestrian		Πεζόδρομοι.	
residential		Δρόμοι γειτονιάς (χαμηλότερης κατηγορίας από τους τριτεύοντες)	

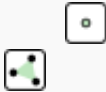


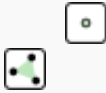


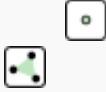


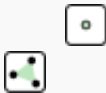





Πίνακας 4.6 α Είδη οδικού δικτύου της βάσης δεδομένων του OSM

Πηγή: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features

Key: highway			
Value	Element	Comment	Rendering
service		Μικρός δρόμος για την εισαγωγή σε εργοστάσιο, σε πάρκινγκ, κ.ά.	
unclassified		Δρόμος που χρησιμοποιείται σαν δευτερεύων δρόμος στο δημόσιο οδικό δίκτυο. Δεν είναι σε κατοικημένη περιοχή και είναι χαμηλότερης κατηγορίας από τον τριτεύοντα	
track		Μονοπάτια, συχνά χωματόδρομοι	
bus_guideway		Λεωφορειόδρομος, αποκλειστικά μόνο για λεωφορεία	
raceway		Πίστα αγώνων ταχύτητας	
road		Δρόμος άγνωστης κατηγορίας. Προσωρινή ετικέτα μέχρι τη διευκρίνιση της κατηγορίας	






















Πίνακας 4.6 b *Είδη οδικού δικτύου της βάσης δεδομένων του OSM*

Πηγή: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features

Key: Landuse				
Value	Element	Description	Rendering	Photo
<u>commercial</u>		Κυρίως εμπορικές επιχειρήσεις και τα γραφεία τους. Οι εμπορικές επιχειρήσεις μπορούν να πωλούν υπηρεσίες επί τόπου και μπορεί να περιλαμβάνουν ιδιωτικές ιατρικές υπηρεσίες και μη κυβερνητικές υπηρεσίες για ψυχική και σωματική υγεία. Οι κυβερνητικές υπηρεσίες και οι επιχειρήσεις δεν πρέπει να χρησιμοποιούν αυτή την ετικέτα. Οι εμπορικές επιχειρήσεις μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν κτήρια γραφείων και επιχειρηματικά πάρκα τα οποία έχουν περιορισμένη διασύνδεση με το κοινό.		
<u>construction</u>		Ένας χώρος που βρίσκεται υπό ενεργό ανάπτυξη και κατασκευή ενός κτιρίου, συμπεριλαμβανομένης οποιασδήποτε σκόπιμης αλλαγής της γης ή της βλάστησης πάνω σε αυτό. Τα εγκαταλελειμμένα έργα και οι χώροι κατασκευής δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούν αυτή την ετικέτα.		
<u>industrial</u>		Κυρίως βιομηχανικές εκτάσεις όπως εργαστήρια, εργοστάσια ή αποθήκες.		
<u>residential</u>		Κυρίως μονοκατοικίες (μονοκατοικίες, ομαδοποιημένες κατοικίες) ή οικίες (διαμερίσματα, διαμερίσματα, μονάδες) κατοικιών.		
<u>retail</u>		Κυρίως επιχειρήσεις λιανικής πώλησης όπως καταστήματα. Οι επιχειρήσεις λιανικής πώλησης πωλούν φυσικά αγαθά όπως τρόφιμα (παρασκευασμένα ή παντοπωλεία), είδη ένδυσης, φάρμακα, στατικά, συσκευές, εργαλεία ή άλλα παρόμοια φυσικά αντικείμενα.		






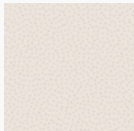



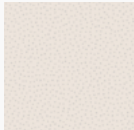



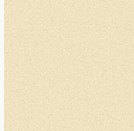

Πίνακας 4. 7 Είδη χρήσεων γης της βάσης του OSM

Πηγή: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features

Key: Natural				
Value	Element	Description	Rdering	Photo
<u>wood</u>		Δασικές περιοχές όπου δεν επικρατούν καταστάσεις ξυλείας.		
<u>tree_row</u>		Σειρά δένδρων.		
<u>tree</u>		Μοναδικά ή σημαντικά δέντρα.		
<u>scrub</u>		Μη καλλιεργημένη γη που καλύπτεται με θάμνους ή ακανθώδη δέντρα.		
<u>heath</u>		Μη καλλιεργούμενα εδάφη με θάμνους με λίγη ή καθόλου κάλυψη δέντρων.		
<u>moor</u>		Περιοχές που χαρακτηρίζονται από χαμηλή βλάστηση σε όξινα εδάφη.		
<u>grassland</u>		Η βλάστηση κυριαρχείται από χόρτα και άλλα ποώδη (μη ξυλώδη) φυτά.		

Πίνακας 4.8 α Είδη της φύσης της βάσης του OSM

Πηγή: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features

Key: Natural				
Value	Element	Description	Rdering	Photo
<u>bare rock</u>		Μια περιοχή με αραιή ή καθόλου βλάστηση, έτσι ώστε ο βράχος να γίνεται ορατός.		
<u>scree</u>	 	Βράχοι που σχηματίζονται από παρακείμενα πετρώματα και καιρικές συνθήκες.		
<u>shingle</u>	 	Συσώρευση βράχων διαβρωμένων με νερό, συνήθως βότσαλα και χαλίκια.		
<u>sand</u>	 	Επίγεια κάλυψη κυρίως σωματιδίων πυρόλιθου ή χαλαζία, χωρίς ή πολύ αραιή βλάστηση		

Πίνακας 4.8 b *Είδη της φύσης της βάσης του OSM*

Πηγή: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features

Key: Building			
Value	Element	Description	Photo
<u>apartments</u>		Ένα κτήριο διευθετημένο σε μεμονωμένες κατοικίες, συχνά σε ξεχωριστούς ορόφους.	
<u>farm</u>		Ένα κτήριο κατοικιών σε ένα αγρόκτημα (αγροικία).	
<u>hotel</u>		Ένα κτήριο σχεδιασμένο με ξεχωριστά δωμάτια διαθέσιμα για διανυκτέρευση.	
<u>house</u>		Μια μονάδα κατοικίας που κατοικείται από ένα μόνο νοικοκυριό (οικογένεια ή μικρή ομάδα που μοιράζεται εγκαταστάσεις όπως κουζίνα).	
<u>detached</u>		Μία ενιαία μονάδα κατοικίας που κατοικείται από οικογενειακές μονάδες ή μικρές εγκαταστάσεις κοινής χρήσης όπως μια κουζίνα.	
<u>residential</u>		Μια γενική ετικέτα για ένα κτήριο που χρησιμοποιείται κυρίως για οικιακούς σκοπούς.	
<u>dormitory</u>		Ένα κοινό κτήριο, όπου χρησιμοποιείται από τους σπουδαστές κολλεγίων / πανεπιστημίων (δεν είναι κοινόχρηστος χώρος για πολλαπλούς κατοίκους).	
<u>terrace</u>		Μιας γραμμική σειρά οικιστικών κατοικιών, η καθεμία συνήθως έχει δική της είσοδο.	

Πίνακας 4.9 α *Είδη κτηρίων της βάσης του OSM*

Πηγή: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features

Key: Building			
Value	Element	Description	Photo
<u>static_caravan</u>		Ένα κινητό σπίτι που εγκαταστάθηκε μόνιμα σε έναν ενιαίο τόπο	
<u>cabin</u>		Μια καμπίνα που είναι ένα μικρό, χτισμένο σπίτι συνήθως με εξωτερικό ξύλο και συνήθως βρίσκεται στις αγροτικές περιοχές.	
<u>commercial</u>		Ένα κτήριο όπου πραγματοποιούνται μη ειδικές εμπορικές δραστηριότητες, όχι απαραίτητα ένα κτήριο γραφείων	
<u>office</u>		Ένα κτήριο γραφείων	
<u>industrial</u>		Ένα κτήριο όπου διεξάγεται κάποια βιομηχανική διαδικασία	
<u>retail</u>		Ένα κτήριο που χρησιμοποιείται κυρίως για την πώληση αγαθών που πωλούνται στο κοινό	
<u>warehouse</u>		Ένα κτήριο που χρησιμοποιείται κυρίως για την αποθήκευση αγαθών ή ως μέρος ενός συστήματος διανομής.	
<u>kiosk</u>		Μικρό κτήριο λιανικής.	

Πίνακας 4.9 b Είδη κτηρίων της βάσης του OSM

Πηγή: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features

4.3. Εφαρμογές με χρήση των γεωχωρικών δεδομένων OSM

Λόγω της ελεύθερης και ανοικτής διαθεσιμότητας των δεδομένων του OSM και της αυξανόμενης δημοτικότητάς του παγκοσμίως, θα ήταν αδύνατο να αναφερθούν όλα τα υπάρχοντα έργα και εφαρμογές. Η χρήση των δεδομένων OSM έγινε τόσο εύκολη και άμεση ώστε τα νέα εργαλεία δημιουργούνται σχεδόν καθημερινά. Ορισμένες από αυτές τις εφαρμογές γίνονται πολύ δημοφιλείς και γνωστές, ενώ άλλες εφαρμογές περιορίζονται σε μεμονωμένες γλώσσες ή ομάδες χρηστών. Επιγραμματικά ορισμένες από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές και υπηρεσίες έχουν να κάνουν με : εφαρμογές λήψης δεδομένων και υπηρεσιών, εκπαιδευτική και ερευνητική χρήση του OSM, ανθρωπιστική βοήθεια σε περιόδους καταστροφών και κρίσεων, κυβερνητική και βιομηχανική χρήση, οπτικοποίηση των δεδομένων του OSM, λογισμικό συλλογής δεδομένων OSM, υπηρεσίες δρομολόγησης, απόδοση, διασφάλιση της ποιότητας του OSM, παιχνίδια και αναψυχή (Mooney and Minghini, 2017).

4.3.1. Θεματική χαρτογράφηση για το κοινωνικό καλό

Όπως αναφέρθηκε, ένα από τα πλεονεκτήματα του OSM είναι η ευελιξία του να αποθηκεύει οποιοδήποτε είδος χαρακτηριστικού, δεδομένων των πολλών ετικετών που υπάρχουν ήδη. Σε ορισμένες περιπτώσεις, έχουν δημιουργηθεί εξειδικευμένοι θεματικοί χάρτες γύρω από ένα υποσύνολο τύπων χαρακτηριστικών. Παραδείγματα αυτών περιλαμβάνουν (<https://www.e-education.psu.edu/geog585/node/738>):

- OpenCycleMap, που ειδικεύεται στο σχεδιάγραμμα ποδηλατικών μονοπατιών που έχουν υποβάλει οι άνθρωποι στο OSM.
- OpenSkiMap, με ανελκυστήρες και μονοπάτια για σκι.
- Wheelmap, επιτρέποντας την περιήγηση και τη σήμανση των θέσεων που είναι προσβάσιμες από αναπηρικά αμαξίδια.
- Philly Fresh Food Map, παρουσιάζοντας αστικούς γεωργικούς πόρους και καταστήματα διανομής φρέσκων τροφίμων στη Φιλαδέλφεια της Πενσυλβάνιας.

Σε αυτούς τους χάρτες, το OSM λειτουργεί ως ελεύθερα προσιτό αποθετήριο για την τοπική γνώση χρήσιμων πραγμάτων. Ορισμένα από αυτά τα χαρτογραφημένα χαρακτηριστικά προσφέρουν μεγάλη αξία σε μια κοινότητα, αλλά δεν είναι κερδοφόρα και μπορούν να αποκλειστούν από τους εμπορικούς χάρτες ιδιοκτησίας.

4.3.2. Υπηρεσίες λήψης δεδομένων του OpenStreetMap

Η λήψη δεδομένων απευθείας από την ιστοσελίδα του OSM είναι εφικτή, ωστόσο τα δεδομένα αυτά έχουν μορφή XML οπότε απαιτούν επιπλέον διαχείριση. Για τις περιπτώσεις που θέλουμε να επεξεργαστούμε παραπάνω τα δεδομένα, να εξάγουμε αποτελέσματα και να εκτελέσουμε διαδικασίες, χρησιμοποιούμε τις υπηρεσίες ιστού που παρέχουν δεδομένα του OSM σε κατάλληλη μορφή. Υπάρχουν διάφορες υπηρεσίες ιστού που παρέχουν αποσπάσματα

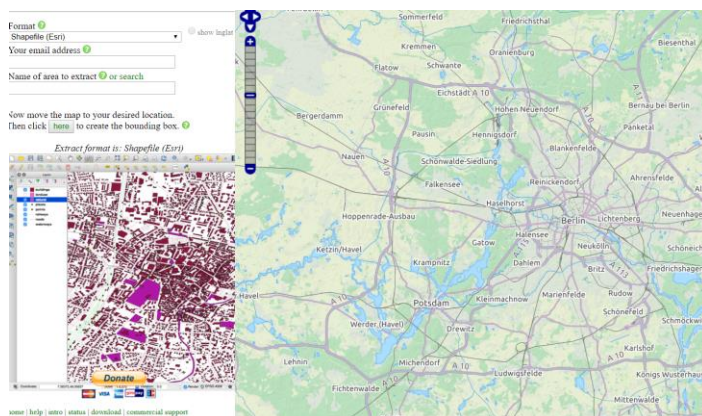
δεδομένων για μια περιοχή της επιλογής σας. Οι πιο γνωστές και διαδεδομένες είναι οι παρακάτω.

GeoFabrik: Η GeoFabrik είναι μια εταιρεία που ειδικεύεται στην εργασία της με το OpenStreetMap. Παρέχεται μια ποικιλία από ελεύθερα αποσπάσματα σε μορφότυπο shapefile ή σε πρωτογενή μορφή του OSM (XML) στην ιστοσελίδα λήψης της εταιρείας. Το πλεονέκτημα της λήψης δεδομένων από την ιστοσελίδα της GeoFabrik είναι ότι ενημερώνεται κάθε μέρα και είναι εύκολη και αξιόπιστη. Ένα μειονέκτημα είναι ότι τα δεδομένα εξάγονται ανά χώρα και δεν είναι όλες οι χώρες διαθέσιμες. Ιστοσελίδα GeoFabrik: <https://www.geofabrik.de/>



Εικόνα 4. 1 Ιστοσελίδα του GeoFabrik

BBBike: Η ιστοσελίδα του BBBike παρέχει αποσπάσματα σε μορφότυπο shapefile ή σε πρωτογενή μορφή του OSM (XML) για πόλεις από όλο τον κόσμο, που εξάγονται εβδομαδιαίως. Αυτό είναι χρήσιμο εάν ο χρήστης αναζητά αποσπάσματα δεδομένων για μια συγκεκριμένη πόλη. Ιστοσελίδα BBBike: <https://extract.bbbike.org/>.



Εικόνα 4. 2 Ιστοσελίδα BBBike

Τα δεδομένα που εξάγονται από αυτές τις ιστοσελίδες είναι οργανωμένα στα ακόλουθα θεματικά επίπεδα.

- Σημεία Ενδιαφέροντος (Points of Interest- POIs), σημεία δηλαδή με ετικέτες που περιγράφουν τη λειτουργία που εκπροσωπούν και μπορεί να είναι ένα μέρος του τόπου, ένα αξιοθέατο, μνημείο, εστιατόριο, σούπερ μάρκετ, φαρμακείο, σχολείο, μία σημειακή τοποθεσία που κάποιος μπορεί να θεωρεί χρήσιμη ή ενδιαφέρουσα.

- Τόποι (Places), σε μορφή σημείων.
- Κτήρια (Buildings), σε μορφή πολυγώνων.
- Χρήσεις Γης (Landuse), σε μορφή πολυγώνων.
- Φύση (Nature), σε μορφή πολυγώνων.
- Οδικό δίκτυο (Roads), σε γραμμική μορφή.
- Σιδηροδρομικό δίκτυο (Railways), σε γραμμική μορφή.
- Υδρολογικό δίκτυο (Waterways), σε γραμμική μορφή.

Όσον αφορά τις παραπάνω οντότητες, η διαφορά των δύο ιστοσελίδων ως προς αυτές, είναι ότι η ιστοσελίδα του GeoFabrik δεν παρέχει ένα ενιαίο αρχείο με τα σημεία ενδιαφέροντος. Αντίθετα, παρέχει υποκατηγορίες των σημείων ενδιαφέροντος. Αυτές είναι:

- Οντότητες που αφορούν αποκλειστικά τη φύση (δένδρα, κορυφές, γκρεμούς κ.ά).
- Οντότητες που αφορούν αποκλειστικά εκκλησίες.
- Οντότητες με τα σημεία ενδιαφέροντος (αξιοθέατα, τόπους διαμονής, εστιατόρια κ.ά).
- Οντότητες που αφορούν αποκλειστικά στοιχεία που σχετίζονται με το οδικό δίκτυο (διασταυρώσεις, στάσεις λεωφορείων, στάσεις τραμ κ.ά).

Αξίζει να σημειωθεί επίσης ότι οι λειτουργίες του OpenStreetMap έχουν απεριόριστο αριθμό ετικετών αλλά τα αρχεία έχουν αποθηκευμένες περιγραφικές ιδιότητες σε περιορισμένο αριθμό στηλών. Αυτό σημαίνει ότι όταν τα δεδομένα του OSM μετατρέπονται σε μορφότυπο shapefile, μόνο οι καθορισμένες ετικέτες θα συμπεριληφθούν. Οι ιστότοποι που αναφέρονται παραπάνω παρέχουν σχηματικά αρχεία με προεπιλεγμένο σύνολο κοινών ετικετών, αλλά αν κάποιος χρήστης θέλει να κάνει εξαγωγή συγκεκριμένων ετικετών, θα πρέπει ή να το κάνει ο ίδιος ή να χρησιμοποιήσει μία πιο εξειδικευμένη υπηρεσία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. Αξιολόγηση της συνέπειας και της πληρότητας της ΕΓΠ

Η εκτίμηση της ποιότητας της ΕΓΠ είναι κάθε άλλο παρά μια απλή διαδικασία αλλά ταυτόχρονα ιδιαίτερα σημαντική για τη σωστή χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση της πραγματικότητας στο ψηφιακό περιβάλλον. Στο Κεφάλαιο 3 αναφέρθηκαν ορισμένοι δείκτες που αποτελούν μέτρο αξιολόγησης της ποιότητας των εθελοντικών δεδομένων.

Παρατηρούμε λοιπόν πως ένα από τα μεγαλύτερα ερωτήματα που προκύπτουν από τη μελέτη των γεωγραφικών πληροφοριών που βασίζονται σε εθελοντές είναι το κατά πόσο η ακρίβεια και η ποιότητα τους είναι σωστή και με ποιον τρόπο μπορούν να αξιολογηθούν οι έννοιες αυτές. Για αυτό το λόγο, δημιουργήθηκε ένα εργαλείο εκτίμησης της ποιότητας των εθελοντικών δεδομένων του OSM. Το εργαλείο αυτό εφαρμόζει ελέγχους στα γεωχωρικά δεδομένα μίας περιοχής ενδιαφέροντος και εξάγει τις εσφαλμένες οντότητες. Στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου παρουσιάζονται ποιοι δείκτες αξιολόγησης της ποιότητας χρησιμοποιεί το εργαλείο και γίνεται μία επεξήγηση στη σημασία των ελέγχων.

Στο Κεφάλαιο 3 έγινε μία λεπτομερής περιγραφή της ποιότητας των γεωχωρικών δεδομένων. Τα χαρακτηριστικά των γεωχωρικών δεδομένων καθορίζονται σύμφωνα με συγκεκριμένες παραμέτρους ποιότητας, όπως αυτές ορίστηκαν από το πρότυπο ISO 19157(ISO, 2013). Συγκεκριμένα αυτές ήταν η πληρότητα, η λογική συνέπεια, η ακρίβεια θέσης, η χρονική ακρίβεια, η θεματική ακρίβεια και η ευχρηστία για τις οποίες και έγινε περιγραφή στο ίδιο κεφάλαιο. Στη συνέχεια, μέσα από μελέτες και έρευνες που έγιναν, παρουσιάστηκαν ορισμένοι δείκτες που αφορούν την ποιότητα των εθελοντικών δεδομένων. Αυτοί οι δείκτες δεν αφορούσαν τη σύγκριση της ΕΓΠ με επίσημα σύνολα δεδομένων, αλλά προκύπτουν από την ίδια την ΕΓΠ και αποτελούσαν πολλές και διαφορετικές προσεγγίσεις της ποιότητας.

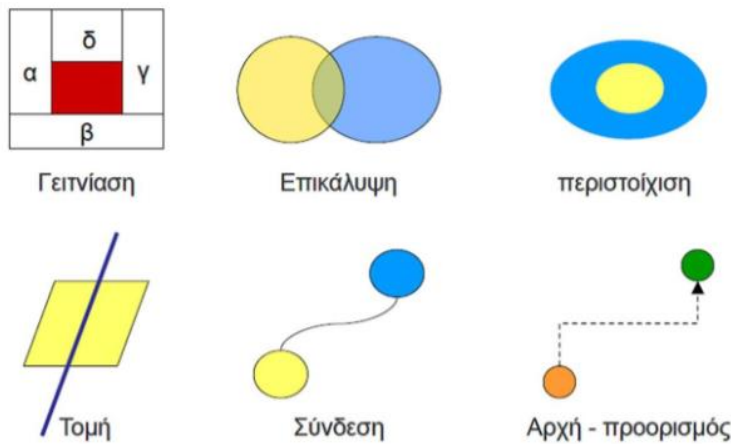
Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται στο νέο εργαλείο που δημιουργήθηκε αφορούν τη λογική συνέπεια της ΕΓΠ και βασίζονται στην αξιοποίηση των χωρικών σχέσεων που εκφράζει η τοπολογία σε ένα θεματικό επίπεδο ή ανάμεσα σε θεματικά επίπεδα, καθώς και στην πληρότητα της ως προς τις περιγραφικές ιδιότητες των δεδομένων. Η εφαρμογή του εργαλείου ελέγχου στηρίχθηκε σε δείκτες που αφορούν την ίδια την ΕΓΠ και οι οποίοι περιγράφονται στη συνέχεια μαζί με τους τρόπους αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν στον καθένα.

5.1.1. Τοπολογία

Η τοπολογία περιγράφει τις χωρικές σχέσεις ανάμεσα στις χωρικές οντότητες (σημεία, γραμμές, πολύγωνα) μιας περιοχής. Πρόκειται για μια μαθηματική έννοια που περιγράφει τις σχέσεις μεταξύ των χωρικών οντοτήτων που δεν αλλάζουν από τους χαρτογραφικούς μετασχηματισμούς π.χ. αλλαγή απεικόνισης, γενίκευση, γεωγραφική προσαρμογή κ.ά (Τσούλος κ.ά, 2015).

Οι χωρικές σχέσεις προσδιορίζουν τον τρόπο που τα γεωγραφικά αντικείμενα συνδυάζονται στο χώρο, άλλες φορές ποσοτικά και άλλες φορές ποιοτικά. Συνήθως, κατηγοριοποιούνται σε μετρικές (metric) και σε τοπολογικές (topological) σχέσεις. (Κάβουρας κ.ά., 2016). Οι

τοπολογικές σχέσεις αφορούν στη συνδεσιμότητα (connectivity) και στη γειννίαση (contiguity) των γεωγραφικών αντικειμένων (Εικόνα 5.1). Ορίζονται ανεξάρτητα από τη θέση, τον προσανατολισμό, το σχήμα και το μέγεθος των αντικειμένων. Επομένως, παραμένουν αμετάβλητες κάτω από οποιοδήποτε μετασχηματισμό του συστήματος αναφοράς συντεταγμένων.

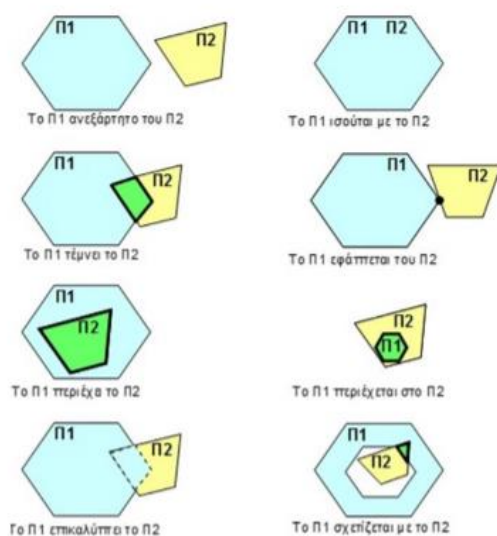


Εικόνα 5.1 Χωρικές σχέσεις μεταξύ γεωγραφικών οντοτήτων

(Πηγή: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/6392>)

Στη συνέχεια απαριθμούνται βασικές τοπολογικές σχέσεις μεταξύ δύο πολυγωνικών γεωγραφικών αντικειμένων Π1 και Π2, οι οποίες απεικονίζονται και παρακάτω (Εικόνα 5.2) (Κάβουρας κ.ά., 2016).

- Το Π1 ισούται με το Π2.
- Το Π1 είναι ανεξάρτητο του Π2.
- Το Π1 τέμνει το Π2.
- Το Π1 εφάπτεται του Π2.
- Το Π1 περιέχει το Π2.
- Το Π1 περιέχεται στο Π2.
- Το Π1 επικαλύπτει το Π2.
- Το Π1 σχετίζεται με το Π2.



Εικόνα 5.2 Βασικές τοπολογικές σχέσεις μεταξύ πολυγωνικών αντικειμένων

Πηγή: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/6392>

Συνήθως, τα σφάλματα της ψηφιακής καταγραφής εμποδίζουν την ορθή καταγραφή της γεωμετρίας και κατά συνέπεια την ανασύσταση των τοπολογικών σχέσεων. Για παράδειγμα, όταν τα τμήματα ενός δικτύου δεν συνδέονται καταγράφεται παράβαση της συνδεσιμότητας, όταν οι παραλιακοί δρόμοι τέμνονται με την ακτογραμμή καταγράφεται παράβαση της σχέσης εντός, όταν τα όρια των οικοπέδων και των οικοδομικών τετραγώνων τέμνονται καταγράφεται παράβαση της σχέσης εντός, όταν υπάρχουν κενά ανάμεσα στα πολύγωνα των χρήσεων γης καταγράφεται παράβαση της γειννίας κ.ά. Η αδυναμία αναδημιουργίας των τοπολογικών σχέσεων στη βάση χαρτογραφικών δεδομένων, υποβαθμίζει την ποιότητα των γεωχωρικών δεδομένων με αποτέλεσμα την αμφισβήτηση της αξιοπιστίας της βάσης δεδομένων (Τσούλος κ.ά., 2015).

5.1.2. Τοπο-εννοιολογική συνέπεια

Η συνέπεια των δεδομένων είναι από τους σημαντικότερους δείκτες αξιολόγησης της ποιότητας η οποία συνδέεται με την ακρίβεια των δεδομένων. Ασυνέπεια υπάρχει στις ΕΓΠ λόγω ελλιπών περιορισμών και για αυτό το λόγο εξαρτάται από την γνώση του ατόμου που συνεισφέρει στα δεδομένα.

Συγκεκριμένα, ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζει η έννοια της τοπο – εννοιολογικής συνέπειας (topo - semantic consistency) , η οποία είναι ένα υποσύνολο της λογικής συνέπειας όπως έχει οριστεί από τον Kainz (1990). Η τοπο – εννοιολογική συνέπεια αφορά στην ορθότητα των τοπολογικών σχέσεων μεταξύ δύο αντικειμένων σύμφωνα με την εννοιολογία τους. Μπορεί να χωριστεί στη συνέπεια γεωγραφικών αντικειμένων με άλλα γεωγραφικά αντικείμενα του ίδιου θέματος (intra-theme consistency) ή σε γεωγραφικά αντικείμενα άλλων θεμάτων (inter-theme consistency). Κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα από τοπο-εννοιολογικούς περιορισμούς είναι: δύο αγροτεμάχια να μην επικαλύπτονται (must not overlap), ένα σπίτι να είναι μέσα στο αγροτεμάχιο (must be inside), δύο δρόμοι δεν πρέπει να ταυτίζονται (must not be equal), ένα

ποτάμι και ένας δρόμος δεν πρέπει να διασταυρώνονται εκτός και αν υπάρχει ως γεωγραφικό αντικείμενο μια γέφυρα, τα αγροτεμάχια δεν πρέπει να επικαλύπτονται κ.τ.λ. Προκειμένου να ελεγχθεί η συνέπεια των δεδομένων, οι περιορισμοί μπορούν να διατυπωθούν βασισμένοι σε αυτές τις τοπο-εννοιολογικές σχέσεις και τα σφάλματα μπορούν να εντοπιστούν όταν οι περιορισμοί αυτοί έχουν παραβιαστεί. Τόσο η γεωμετρία όσο και η εννοιολογία των αντικειμένων απαιτούνται για τον έλεγχο των περιορισμών. Για την εννοιολογική πληροφόρηση σχετικά με τα γεωγραφικά δεδομένα χρησιμοποιείται το θεματικό επίπεδο που ανήκουν π.χ. Σημεία Ενδιαφέροντος και οι τιμές των περιγραφικών ιδιοτήτων που καταγράφονται για αυτά π.χ. εκκλησία.

Ένα σύνολο μέτρων για την αξιολόγηση του βαθμού παραβίασης των τοπο-εννοιολογικών περιορισμών έχει προταθεί έπειτα από έρευνες που έχουν γίνει, όπως ο αριθμός των αντικειμένων στο σύνολο δεδομένων που παρουσιάζουν τουλάχιστον μία παραβίαση ενός τοπολογικού περιορισμού (Martínez et al., 2006) και της Σημασιολογικής Απόστασης (SD) (Papadias et al., 1998), η οποία ποσοτικοποιεί τις ασυνέπειες ως την ομαλοποιημένη σημασιολογική απόσταση στο εννοιολογικό γράφημα των τοπολογικών σχέσεων. Οι Rodríguez et al. (2010) παρουσίασαν μια σειρά μέτρων που συγκρίνουν τις τοπολογικές σχέσεις μεταξύ των γεωμετριών που αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων σε σχέση με τις αναμενόμενες τοπολογικές σχέσεις. Από αυτά τα μέτρα, μετά από γνωστική επικύρωση (Brisaboa et al., 2011), η επικαλυπτόμενη περιοχή και η εξωτερική απόσταση θεωρούνται ως τα κύρια μέτρα. Αυτά τα μέτρα μπορούν να συγκεντρωθούν για να περιγράψουν συνολικά την ποιότητα των δεδομένων μιας βάσης δεδομένων, να προσδιοριστεί εάν πληρούνται οι περιορισμοί και αν υπάρχουν αντιφατικές αναπαραστάσεις (Brisaboa et al., 2014). Επιπλέον, η διαδικασία συλλογής δεδομένων μπορεί να εφαρμοστεί σε διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας (δηλ. επίπεδο μεγέθυνσης) με αποτέλεσμα περισσότερες από μία γεωμετρικές αναπαραστάσεις του ίδιου αντικειμένου, γεγονός που οδηγεί σε επιπρόσθετα προβλήματα ασυνέπειας. Η ύπαρξη προβλημάτων συνέπειας στα δεδομένα του OSM έχει επαληθευτεί σε διάφορες μελέτες (π.χ. Girres and Touya, 2010; Jokar Arsanjani et al., 2013; Ali και Schmid, 2014; Sehra et al., 2014).

Σύμφωνα με τη μελέτη της τοπο – εννοιολογικής συνέπειας του OSM που έγινε στην ευρύτερη περιοχή του Παρισιού (Antonίου et al., 2016), στην περιοχή ενδιαφέροντος υπήρχαν 22.527 POIs του OSM με δύο κύριες ετικέτες χαρακτηριστικών που σχετίζονται με την ταυτότητά τους: Όνομα και Τύπος. Οι τοπολογικές σχέσεις των POIs σε σχέση με άλλα θεματικά επίπεδα μελετήθηκαν βάσει ορισμένων ελέγχων και τα σφάλματα εξετάστηκαν χρησιμοποιώντας φωτογραφίες από την ιστοσελίδα Flickr. Ήταν σημαντικό να διερευνηθεί η τοπολογική σχέση μεταξύ σημείων ενδιαφέροντος και κτηρίων, εξετάζοντας εάν τα POIs πρέπει να βρίσκονται εντός ή εκτός των κτηρίων. Αρχικά ένας αριθμός των POIs αποκόπηκαν από την περιοχή που καλύπτεται από κτήρια δίνοντας ως αποτέλεσμα 60136 σημεία. Τα 21872 από αυτά βρέθηκαν εντός των κτηρίων, τα 2338 (4%) βρέθηκαν πάνω στο όριο των κτηρίων και 35926 (60%) βρέθηκαν εκτός αυτών. Εξετάστηκε εάν η θέση των POIs που βρέθηκαν εκτός κτηρίων ήταν έγκυρη σύμφωνα με την εννοιολογία που τους είχε δοθεί από το χαρακτηρισμό στο είδος τους (type). Βάσει αυτής της δοκιμής, 30497 σημεία (το 85% της αρχικής εκτίμησης) μπορούσαν να βρίσκονται έξω, αλλά τα υπόλοιπα 5429 (15% της αρχικής εκτίμησης) έπρεπε να βρίσκονταν εντός των κτηρίων και χρειαζόνταν επιπλέον διερεύνηση. Ομοίως ένας αριθμός σημείων (24210) βρίσκονταν μέσα σε κτήρια. Με βάση μία παρόμοια δοκιμή, τα 22047 σημεία από αυτά (91%)

βρίσκονταν ορθώς εντός των κτηρίων, ενώ τα υπόλοιπα 2163 σημεία (9%) έπρεπε να είχαν τοποθετηθεί εκτός των κτηρίων και χρειάζονταν περαιτέρω διερεύνηση. Στην παραπάνω μελέτη, η σωστή θέση των σημείων σε σχέση με τα κτήρια αποφασίστηκε σύμφωνα με την κοινή λογική.

Σε μία άλλη μελέτη (Touya et al., 2017) τα POIs που σχετίζονταν εννοιολογικά με τους δρόμους και τους σιδηροδρόμους εξετάστηκαν σε σχέση με τη γεωμετρία του δικτύου. Όσον αφορά τα POIs που είχαν χαρακτηρισμό ετικέτας «διασταύρωση» τα οποία σε αριθμό ήταν 12612, τα 12552 από αυτά (99,5%) βρίσκονταν σε οδικές διασταυρώσεις και μόνο 60 από το συνολικό αριθμό (0,5%) είχαν διαφορετική θέση και χρειάζονταν έλεγχο. Όσον αφορά τα POIs που είχαν χαρακτηρισμό ετικέτας «φωτεινοί σηματοδότες», τα οποία σε αριθμό ήταν 2612, τα 2292 από αυτά (99,2%) βρίσκονταν σε οδικές διασταυρώσεις και μόνο 18 από το συνολικό αριθμό (0,8%) είχαν διαφορετική θέση και χρειάζονταν έλεγχο. POIs που είχαν χαρακτηρισμό ετικέτας «ισόπεδη διάβαση» και «σιδηροδρομική διέλευση» βρίσκονται στις διασταυρώσεις του σιδηροδρομικού δικτύου. Τα σημεία που σχετίζονται εννοιολογικά με τις διασταυρώσεις οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου όπως οι ισόπεδες διαβάσεις ελέγχονται σε σχέση με τις πραγματικές διασταυρώσεις του οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου. Από τα 1101 σημεία που υπήρχαν, τα 949 (86%) βρίσκονταν πάνω στις διασταυρώσεις, ενώ τα υπόλοιπα 152 (14%) είχαν διαφορετική θέση και χρειάζονταν επιπλέον διερεύνηση. Φυσικά η κλίμακα του χάρτη είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας όταν εξετάζεται η απόσταση. Για παράδειγμα, η απόσταση μεταξύ των διασταυρώσεων δικτύου και των POIs που έχουν χαρακτηριστεί ως διασταυρώσεις μπορεί να είναι αμελητέα σε σχέση με την κλίμακα.

Η επιθεώρηση των τοπο-εννοιολογικών σχέσεων επισημαίνει περιοχές όπου η συνέπεια δεν πληρείται και πρέπει να διορθωθεί κατά τη διαδικασία της χαρτογράφησης. Η προ επεξεργασία που βασίζεται σε τοπο-εννοιολογικές σχέσεις περιορίζει την παρέμβαση των χαρτογράφων μόνο στις περιπτώσεις που χαρακτηρίζονται προβληματικές (Touya et al., 2017).

5.1.3. Πληρότητα

Σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση της ποιότητας της εθελοντικής πληροφορίας έχει η απουσία πληρότητας στα δεδομένα ως προς την περιγραφική πληροφορία τους, τις ιδιότητες τους και τις μεταξύ τους σχέσεις. Έχουν γίνει αρκετές μελέτες προκειμένου να φανεί η απουσία και η έλλειψη πληρότητας σε σύνολα εθελοντικών δεδομένων. Οι Koukoletsos et al., (2012) συνδύασαν γεωμετρικούς περιορισμούς και περιορισμούς χαρακτηριστικών ώστε να ταιριάζουν τα τμήματα μίας οδού στο OSM με αυτά που βρίσκονται σε ένα έγκυρο σύνολο δεδομένων και να επιτυγχάνεται μια αξιολόγηση της πληρότητας. Σε άλλη μελέτη, οι Hecht et al., (2013) πρότειναν μια αντικειμενική προσέγγιση για την αξιολόγηση της πληρότητας στην αποτύπωση κτηρίων. Ο Haklay (2010) εντόπισε μια προκατάληψη στην κάλυψη δεδομένων του OSM του Ηνωμένου Βασιλείου ως προς τις πιο εύπορες περιοχές και η οποία σχετιζόταν με το γεγονός ότι οι κοινωνικά οριακές (και λιγότερο χαρτογραφημένες) περιοχές μπορεί να είναι αυτές όπου λειτουργούν φιλανθρωπικά ιδρύματα και οργανισμοί που απαιτούν ελεύθερα δεδομένα. Οι Brovelli et al., (2017) ανέπτυξαν μια διαδικτυακή εφαρμογή για τη σύγκριση των δεδομένων του οδικού δικτύου μίας περιοχής του OSM με τα αντίστοιχα έγκυρα δεδομένα, επιτρέποντας την αξιολόγηση της πληρότητας και της ακρίβειας θέσης των δεδομένων του OSM. Οι Cierpluch et al., (2010) συνέκριναν την χωρική κάλυψη του OSM με εκείνη των Χαρτών Google και των

χαρτών Bing και προσδιόρισαν περιοχές με διαφορετικά επίπεδα κάλυψης στα τρία αυτά σύνολα δεδομένων.

Εξακολουθεί να ισχύει επομένως η απουσία πληρότητας και πληροφοριών στα εθελοντικά δεδομένα μίας περιοχής, τόσο χωρικά όσο και θεματικά, δυσκολεύοντας την εξαγωγή σωστών αποτελεσμάτων.

5.1.4. Έλεγχοι πληρότητας

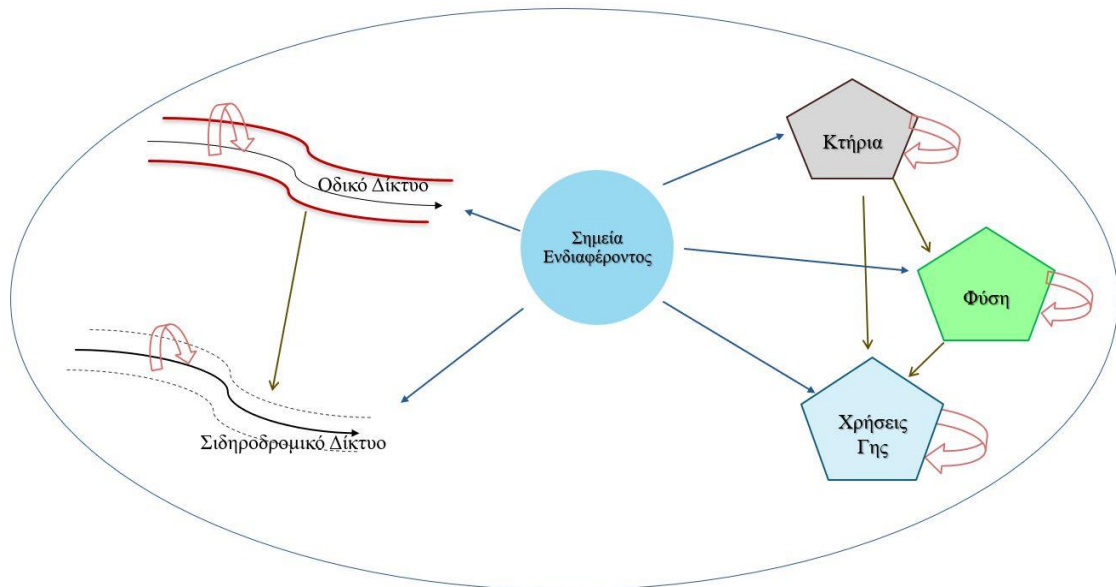
Η προσπάθεια δημιουργίας ενός εργαλείου το οποίο θα χρησιμοποιείται για να ελέγχει και να αξιολογεί τόσο την πληρότητα όσο και τη συνέπεια των εθελοντικών δεδομένων ξεκίνησε αρχικά από την επιλογή του συμμετοχικού έργου το οποίο θα παρείχε τα εθελοντικά δεδομένα προς μελέτη. Η επιλογή αυτή ήταν το OpenStreetMap (OSM) ως το πιο γνωστό συμμετοχικό έργο γεωγραφικής πληροφορίας. Συνεπώς, η μελέτη επικεντρώθηκε στις χωρικές οντότητες του OSM, των οποίων η λήψη τους έγινε από την ιστοσελίδα της GeoFabrik (<https://www.geofabrik.de/>). Οι χωρικές οντότητες είναι: Σημεία Ενδιαφέροντος (Points of Interest – POIs), Κτήρια (Buildings), Χρήσεις Γης (Landuse), Φύση (Nature), Οδικό δίκτυο (Roads), Σιδηροδρομικό δίκτυο (Railways) Υδρολογικό δίκτυο (Waterways).

Ως πρώτη παράμετρος αξιολόγησης της ποιότητας των εθελοντικών δεδομένων στο εργαλείο που επρόκειτο να δημιουργηθεί, μελετήθηκε η πληρότητα. Στη βάση δεδομένων του OSM παρατηρείται μεγάλη ετερογένεια, καθώς παρουσιάζεται μια μεγάλη και αρκετά ανομοιογενής ποικιλία πηγών δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί. Η πληρότητα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εμπειρία και γνώση του κάθε χρήστη αλλά και από την εκάστοτε περιοχή μελέτης. Προκειμένου να αποφανθεί η έλλειψη ή μη πληρότητας στο σύνολο των εθελοντικών δεδομένων, σκοπός του εργαλείου θα ήταν να διερευνά κατά πόσο τα δεδομένα της περιοχής ενδιαφέροντος είναι πλήρη, όσον αφορά την περιγραφική πληροφορία που υποδεικνύει την τιμή του είδους (type). Με αυτό τον τρόπο, όλα τα είδη της κάθε οντότητας θα καταγράφονται και ο χρήστης θα μπορούσε να κρίνει αν ικανοποιούν τις ανάγκες του από πλευρά πληρότητας.

5.1.5. Έλεγχοι συνέπειας

Η δεύτερη παράμετρος αξιολόγησης της ποιότητας που έπρεπε να περιέχει το εργαλείο, αφορά την έννοια της λογικής συνέπειας. Η λογική συνέπεια μπορεί να αξιολογηθεί με ελέγχους που εξετάζουν τις χωρικές οντότητες ως προς τις τοπολογικές τους σχέσεις (εσωτερική λογική συνέπεια) και με ελέγχους που εξετάζουν την τοπο – εννοιολογική συνέπεια ως προς τη συνοχή της γεωμετρίας και των περιγραφικών ιδιοτήτων των οντοτήτων (εξωτερική λογική συνέπεια) (Εικόνα 5.3). Στο κεφάλαιο 1 έγινε μία αναφορά σε ορισμένα προβλήματα ασυνέπειας που εντοπίζονται στο OSM (Εικόνα 1.1, Εικόνα 1.2, Εικόνα 1.3) στα οποία παρατηρείται ότι ορισμένες οντότητες έχουν τοποθετηθεί λανθασμένα (π.χ στην Εικόνα 1.1 η σημειακή οντότητα της στάσης λεωφορείου βρίσκεται πάνω στο δρόμο) ή ότι υπάρχει ασυμφωνία περιγραφικής πληροφορίας σε οντότητες της ίδιας περιοχής (π.χ στην Εικόνα 1.3 το κτήριο έχει χαρακτηριστεί ως οικιστική περιοχή η οποία δε συνάδει με την περιγραφή της χρήσης γης της αντίστοιχης περιοχής η οποία χαρακτηρίζεται ως βιομηχανική). Τα παραδείγματα αποτελούν ορισμένα από τα σφάλματα που πρέπει να διερευνηθούν και αφορούν την έννοια της τοπο – εννοιολογικής

συνέπειας δηλαδή οι χωρικές οντότητες πρέπει να ελεγχθούν με κριτήριο τη γεωμετρία τους και την περιγραφική πληροφορία του είδους τους.



Εικόνα 5. 3 Συνολική εικόνα που δείχνει τη σχέση των ελέγχων που πρόκειται να εφαρμοστούν (βέλη) με τις χωρικές οντότητες

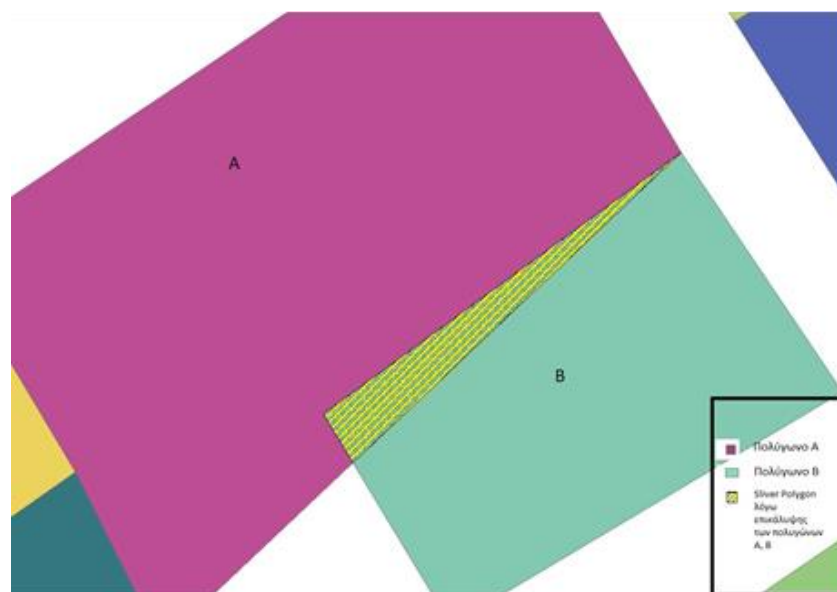
5.1.5.1. Εσωτερική λογική συνέπεια

Η εσωτερική λογική συνέπεια αφορά τις τοπολογικές σχέσεις των χωρικών οντοτήτων. Ένα σύνολο δεδομένων, για να θεωρηθεί αξιόπιστο σε μία πρώτη φάση, πρέπει να χαρακτηρίζεται από ορθές τοπολογικές σχέσεις. Συνεπώς το εργαλείο πριν την εφαρμογή των τοπο – εννοιολογικών ελέγχων ανά θεματικό επίπεδο, θα έπρεπε να εφαρμόζει ένα σύνολο τοπολογικών ελέγχων των χωρικών οντοτήτων. Έχοντας ως επιλεγμένες χωρικές οντότητες αυτές που παρέχονται από το OSM, σκοπός του εργαλείου θα ήταν η εφαρμογή γενικών τοπολογικών ελέγχων εξετάζοντας τις πολυγωνικές οντότητες (κτήρια, χρήσεις γης, πολύγωνα φύσης) ως προς την επικάλυψη (must not overlap) και στη συνέχεια τις γραμμικές οντότητες (οδικό δίκτυο, σιδηροδρομικό δίκτυο, υδρολογικό δίκτυο) είτε ξεχωριστά είτε μεταξύ τους ως προς την επικάλυψη και την τομή (must not overlap, must not intersect, must not self-overlap, must not self-intersect, must not overlap with). Για αυτό το λόγο δημιουργήθηκε μία λίστα με βασικούς τοπολογικούς ελέγχους των πολυγώνων και του δικτύου που θα έπρεπε να εφαρμοστούν (Πίνακας 5.1).

Πολύγωνα	Δίκτυο
Τα κτήρια δεν πρέπει να επικαλύπτονται μεταξύ τους	Το οδικό δίκτυο δεν πρέπει να επικαλύπτεται από τμήμα άλλης γραμμής
Οι χρήσεις γης δεν πρέπει να επικαλύπτονται μεταξύ τους	Το οδικό δίκτυο δεν πρέπει να επικαλύπτεται ή να τέμνεται από κάποιο τμήμα του εαυτού της
Τα κτήρια δεν πρέπει να καλύπτουν το οδικό δίκτυο	Το οδικό δίκτυο δεν πρέπει να επικαλύπτεται με τον εαυτό του
Τα κτήρια δεν πρέπει να καλύπτουν το σιδηροδρομικό δίκτυο	Το σιδηροδρομικό δίκτυο δεν πρέπει να επικαλύπτεται από τμήμα άλλης γραμμής
Τα κτήρια δεν πρέπει να καλύπτουν το υδρολογικό δίκτυο	Το σιδηροδρομικό δίκτυο δεν πρέπει να επικαλύπτεται ή να τέμνεται από κάποιο τμήμα του εαυτού της
	Το σιδηροδρομικό δίκτυο δεν πρέπει να επικαλύπτεται με τον εαυτό του
	Το υδρολογικό δεν πρέπει να επικαλύπτεται από τμήμα άλλης γραμμής
	Το υδρολογικό δίκτυο δεν πρέπει να επικαλύπτεται ή να τέμνεται από κάποιο τμήμα του εαυτού της
	Το υδρολογικό δίκτυο δεν πρέπει να επικαλύπτεται με τον εαυτό του
	Το οδικό δίκτυο δεν πρέπει να επικαλύπτεται με το σιδηροδρομικό δίκτυο
	Το οδικό δίκτυο δεν πρέπει να επικαλύπτεται με το υδρολογικό δίκτυο

Πίνακας 5. 1 Λίστα με βασικούς τοπολογικούς ελέγχους των πολυγώνων και του δικτύου

Όσον αφορά την επικάλυψη των πολυγωνικών οντοτήτων, ένας επιπλέον έλεγχος που θα μπορούσε να περιληφθεί στους τοπολογικούς ελέγχους είναι η εύρεση των Sliver Polygons (Εικόνα 5.4).



Εικόνα 5. 4 Παράδειγμα Sliver Polygon

Τα Sliver Polygons είναι μικρά, στενά πολυγωνικά χαρακτηριστικά που εμφανίζονται κατά μήκος των ορίων πολυγώνων που επικαλύπτονται εσφαλμένα και δημιουργούν σφάλματα τοπολογίας. Η μαθηματική συνθήκη που εφαρμόζεται προκειμένου να διερευνηθεί αν ένα πολύγωνο χαρακτηρίζεται ως Sliver είναι: $\text{Εμβαδόν πολυγώνου} / \text{Περίμετρο πολυγώνου} \leq 1$. Τα πολύγωνα αυτά δημιουργούνται από σφάλματα θέσης των οντοτήτων που υπάρχουν στο σύνολο δεδομένων που εισάγεται και συγκεκριμένα από επικαλύψεις δύο ή περισσότερων οντοτήτων, από μετατροπές γραμμικών οντοτήτων σε πολυγωνικές, από μία γραμμή που τέμνεται με τον εαυτό της και δημιουργεί ένα βρόχο κοντά στο άκρο της ή ακόμη και από σφάλματα των χρηστών που εισάγουν δεδομένα στο OSM και δεν εφαρμόζουν το κατάλληλο επίπεδο μεγέθυνσης. Συνεπώς η διερεύνηση τους θα μπορούσε να συμπεριληφθεί στην εφαρμογή γενικών τοπολογικών ελέγχων έτσι ώστε ο χρήστης να γνωρίζει την ύπαρξή τους.

5.1.5.2. Εξωτερική λογική συνέπεια

Η εξωτερική λογική συνέπεια αφορά τη μελέτη των χωρικών οντοτήτων συνδυάζοντας τις τοπολογικές και εννοιολογικές τους σχέσεις. (τοπο-εννοιολογική συνέπεια). Οι χωρικές οντότητες που διατίθενται από το OSM θα έπρεπε να μελετηθούν με κριτήριο τη γεωμετρία αλλά και τις περιγραφικές πληροφορίες τους ώστε να θεωρούνται σε ένα βαθμό αξιόπιστες. Εκτός από τη γεωμετρία, η ύπαρξη πληθώρας ετικετών (tags) παρέχει ένα πλούσιο εννοιολογικό σύνολο δεδομένων και έτσι μπορούν να διερευνηθούν οι τοπο-εννοιολογικές σχέσεις τους. Συγκεκριμένα, η περιγραφική πληροφορία του είδους των οντοτήτων συνδέεται με τη σωστή γεωμετρική θέση που πρέπει να έχουν και θα μπορούσε να αποτελεί κριτήριο αξιολόγησης της συνέπειας. Επομένως το εργαλείο εφαρμογής θα έπρεπε να περιέχει μία λειτουργία η οποία να αξιολογεί την τοπολογία των χωρικών οντοτήτων λαμβάνοντας υπόψη ταυτόχρονα την εννοιολογία των δεδομένων όπως περιγράφονται από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματά τους (attributes).

Αρχικά, μελετήθηκε κατά πόσο τα Σημεία Ενδιαφέροντος (ΣΕ) βρίσκονται σε σωστή θέση σε σχέση με άλλα θεματικά επίπεδα (κτήρια, πολύγωνα φύσης, οδικό δίκτυο, σιδηροδρομικό

δίκτυο) σύμφωνα με την έννοια της περιγραφικής πληροφορίας τους. Για παράδειγμα μία καφετέρια θα πρέπει να βρίσκεται εντός κτηρίου και παράλληλα εκτός δρόμου, μία στάση του τραμ να βρίσκεται πάνω σε σιδηροδρομική γραμμή και ταυτόχρονα εκτός κτηρίου, κ.ά.

Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε μία αρχική λίστα (Πίνακας 5.2) με βασικούς τοπο – εννοιολογικούς περιορισμούς μεταξύ σημείων ενδιαφέροντος και άλλων θεματικών επιπέδων που έπρεπε να εφαρμοστούν στο εργαλείο.

Σημεία Ενδιαφέροντος
Συγκεκριμένα ΣΕ πρέπει να βρίσκονται εντός κτηρίων
Συγκεκριμένα ΣΕ πρέπει να βρίσκονται εκτός κτηρίων
Συγκεκριμένα ΣΕ πρέπει να βρίσκονται πάνω σε διασταυρώσεις του οδικού δικτύου
Συγκεκριμένα ΣΕ πρέπει να βρίσκονται πάνω σε διασταυρώσεις του σιδηροδρομικού δικτύου
Συγκεκριμένα ΣΕ πρέπει να βρίσκονται πάνω σε διασταυρώσεις του οδικού και του σιδηροδρομικού δικτύου
Συγκεκριμένα ΣΕ πρέπει να βρίσκονται εντός των πολυγώνων χρήσεως γης
Συγκεκριμένα ΣΕ πρέπει να βρίσκονται εκτός των πολυγώνων της φύσης

Πίνακας 5. 2 Λίστα με βασικούς τοπο-εννοιολογικούς περιορισμούς των ΣΕ

Στη συνέχεια, μελετώντας τις χωρικές οντότητες του OSM, δημιουργήθηκε μία επιπλέον λίστα (Πίνακες 5.3α και 5.3β) με βασικούς τοπο-εννοιολογικούς περιορισμούς μεταξύ των σημείων ενδιαφέροντος και των υπόλοιπων θεματικών επιπέδων σύμφωνα με την περιγραφική πληροφορία του είδους του κάθε σημείου.

Εντός κτηρίων	Εκτός κτηρίων	Εκτός πολυγώνων φύσης	Εντός πολυγώνων φύσης	Εντός πολυγώνων χρήσεως γης	Πάνω σε διασταυρώσεις του οδικού δικτύου	Εκτός του οδικού δικτύου	Πάνω σε διασταυρώσεις του σιδηροδρομικού δικτύου	Εκτός του υδρολογικού δικτύου
Aquarium	Bicycle entrance	Apartment	Animal shelter	Casino	Crossing	Bus stop	Level crossing	Boat rental
Arts center	Bicycle parking	Atm	Aquarium	Cinema	Crossing traffic	Bus station	Railway crossing	Boat storage
Atm	Bicycle rental	Bank	Archaeological site	Construction	Motorway junction	Bicycle rental	Station	Ferry terminal
Bank	Boat rental	Bar	Arts centre	Grave yard	Stop	Parking	Subway entrance	
Bar	Bus station	Car wash	Artwork	Lighthouse	Traffic signals	Parking entrance	Tram stop	
Cafe	Bus stop	Car rental	Monument	Public building		Street lamp		
Casino	Camp site	Cinema	Museum					
Clinic	Crossing	Casino	Theme park					
College	Drinking water	Clinic	Zoo					
Community center	Ferry terminal	Hospital						
Driving school	Kiosk	Marketplace						
Embassy	Level crossing	Money transfer						
Fast food	Motorcycle parking	Music school						
Gallery	Motorcycle junction	Nightclub						
Hospital	Parking	Parking						
Hostel	Parking entrance	Parking entrance						
Hotel	Parking space	Parking space						
Internet cafe	Picnic site	School						
Kindergarten	Post box	Taxi						
Language school	Pumping station							
Library	Railway crossing							
Love hotel	Speed camera							

Πίνακας 5.3 α Προεπισκόπηση των ΣΕ του OSM

Εντός κτηρίων	Εκτός κτηρίων	Εκτός πολυγώνων φύσης	Εντός πολυγώνων φύσης	Εντός πολυγώνων χρήσεως	Πάνω σε διασταυρώσεις του οδικού δικτύου	Εκτός του οδικού δικτύου	Πάνω σε διασταυρώσεις του σιδηροδρομικού δικτύου	Εκτός του υδρολογικού δικτύου
Marketplace	Station							
Money transfer	Stop							
Motel	Street cabinet							
Museum	Street lamp							
Music school	Subway entrance							
Nightclub	Taxi							
Pharmacy	Telephone							
Police	Traffic signals							
Pub	Tram stop							
Public bookcase	Waste basket							
Public building								
Restaurant								
School								
Theatre								
Townhall								
University								
Water tower								

Πίνακας 5.3 b Προεπισκόπηση των ΣΕ του OSM

Στους Πίνακες 5.3a και 5.3b παρατηρείται το είδος του κάθε ΣΕ και ο έλεγχος στον οποίο πρέπει να συμμετέχει. Ορισμένα ΣΕ πρέπει να ελεγχθούν ως προς περισσότερα από ένα θεματικά επίπεδα.

Επομένως το εργαλείο που θα αναπτυχθεί, θα πρέπει να εφαρμόζει τους παραπάνω τοπο - εννοιολογικούς περιορισμούς, να βρίσκει σε κάθε μία από τις περιπτώσεις τις εσφαλμένες χωρικές οντότητες που εξετάστηκαν και υπάρχουν στο σύνολο δεδομένων, να τις επισημαίνει καταχωρώντας τις στη βάση δεδομένων και να τις οπτικοποιεί, δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα διόρθωσής τους. Επιπλέον η λειτουργία αυτή θα μπορούσε να περιέχει και την απόσταση της κάθε εσφαλμένης χωρικής οντότητας από το θεματικό επίπεδο αναφοράς. Αυτό θα

ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο για το χρήστη, καθώς πολλές φορές η απόκλιση είναι πολύ μικρή και μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα ανάλογα με την κλίμακα εργασίας.

Η εφαρμογή τοπο-εννοιολογικών ελέγχων θα μπορούσε να εμπλουτιστεί περαιτέρω, ερευνώντας σε ορισμένα θεματικά επίπεδα που ταυτίζονται εννοιολογικά, αν υπάρχει συμβατότητα στις περιγραφικές τους πληροφορίες και σε τι βαθμό. Όπως είδαμε και στην ενότητα 4.1 στον Πίνακα 4.7 με τα είδη των χρήσεων γης του OSM και στους Πίνακες 4.9a και 4.9b με τα είδη των κτηρίων του OSM, ορισμένες τιμές που παίρνουν τα κτήρια και οι χρήσεις γης ταυτίζονται καθώς και ορισμένες τιμές των κτηρίων και των ΣΕ. Είναι επόμενο λοιπόν να χρειάζεται μία επιπλέον διερεύνηση στο κατά πόσο σε μία συγκεκριμένη περιοχή τα θεματικά επίπεδα παρέχουν συμβατές χωρικές πληροφορίες. Αν δηλαδή μία χρήση γης έχει προσδιοριστεί ως βιομηχανική και τα κτήρια που υπάρχουν εκεί έχουν επίσης το χαρακτηρισμό αυτό ή αν έχουν χαρακτηρισμό κατοικίας είναι κάτι που πρέπει να αξιολογηθεί και αντικατοπτρίζει το βαθμό της συνέπειας που υπάρχει στο σύνολο δεδομένων.

Προκειμένου να εφαρμοστεί ο παραπάνω έλεγχος, το εργαλείο θα έπρεπε να εξετάσει αν υπάρχει ταύτιση στο πεδίο του είδους μεταξύ των ΣΕ και των κτηρίων, των χρήσεων γης και των πολυγώνων φύσης. Όσον αφορά τις πολυγωνικές οντότητες, θα μπορούσε να εφαρμοστούν ξεχωριστοί έλεγχοι μόνο για αυτές, όπου σε αυτή την περίπτωση το εργαλείο δεν θα λειτουργούσε μόνο ως ένα εργαλείο εύρεσης κοινών πεδίων ως προς το είδος, αλλά θα διερευνούσε και το βαθμό της ταύτισης που υπάρχει. Συγκεκριμένα θα μπορούσε να βρίσκει ταυτόχρονα ποιες περιοχές καλύπτονται περιγραφικά από την μία οντότητα ενώ από την άλλη όχι, να βρίσκει τις περιοχές όπου υπάρχει περιγραφική πληροφορία και από τις δύο και τέλος αν αυτή η πληροφορία ταυτίζεται μεταξύ των δύο πηγών.

Συνολικά, οι διαδικασίες των ελέγχων καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος των ελέγχων πληρότητας και συνέπειας που θα έπρεπε να γίνονται για την αξιολόγηση της ποιότητας της εθελοντικής πληροφορίας του OSM συνδυάζοντας την τοπολογία των χωρικών οντοτήτων, τη γεωμετρία τους, την εννοιολογία και την περιγραφική πληροφορία τους, ενώ προς διευκόλυνση του χρήστη το εργαλείο εξάγει για την κάθε διαδικασία πίνακες με στατιστικούς δείκτες των αποτελεσμάτων.

5.1.6. Δημιουργία ελέγχων στο λογισμικό ΣΓΠ ArcGIS

Η παραπάνω θεωρητική προσέγγιση των ελέγχων που πρέπει να γίνουν για την αξιολόγηση της πληρότητας και της συνέπειας σε ένα σύνολο εθελοντικών δεδομένων, προκειμένου να αποκτήσει πρακτική εφαρμογή έπρεπε να βρεθεί ένα ΣΓΠ που να περιέχει κατάλληλα εργαλεία για την εκτέλεση της σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Συνεπώς ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε ο Δήμος Αθηναίων και ως ΣΓΠ μελετήθηκε το ArcGIS. Αρχικά αξιολογήθηκαν τα εργαλεία που διαθέτει για την εφαρμογή των τοπολογικών ελέγχων.

Συνήθως, στο περιβάλλον ενός ΣΓΠ π.χ. ArcGIS, QGIS οι τοπολογικές σχέσεις ελέγχονται με μια σειρά από κανόνες που περιγράφουν τη συμπεριφορά των χωρικών δεδομένων (π.χ. οι ισούψεις δεν πρέπει να τέμνονται ούτε να επικαλύπτονται), επιτρέπουν την καταγραφή των χωρικών σχέσεων (π.χ. οι πρωτεύουσες πρέπει να βρίσκονται εντός των πολυγώνων των κρατών), ελέγχουν την αξιοπιστία της βάσης χαρτογραφικών δεδομένων (π.χ. δεν πρέπει να υπάρχουν κενά ανάμεσα σε όμορα πολύγωνα). Οι κανόνες επιλέγονται από ένα προκαθορισμένο κατάλογο

κανόνων που αφορούν σε σημεία, γραμμές και πολύγωνα. Ένας κανόνας μπορεί να αφορά στις σχέσεις: ενός χωρικού στοιχείου συγκεκριμένου θεματικού επιπέδου με τον εαυτό του, μεταξύ του συνόλου των χωρικών στοιχείων ενός θεματικού επιπέδου και τέλος των χωρικών στοιχείων ενός θεματικού επιπέδου ως προς τα χωρικά στοιχεία ενός άλλου θεματικού επιπέδου. Η επιλογή των κανόνων εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε θεματικού επιπέδου και βασίζεται στις βασικές τοπολογικές σχέσεις: εφάπτεται, περιέχεται, περιέχει, τέμνεται, καλύπτεται κ.ά (Τσούλος κ.ά., 2015).

Στο πλαίσιο διερεύνησης των εθελοντικών δεδομένων ως προς τις τοπολογικές σχέσεις τους, το περιβάλλον του ArcGIS παρέχει ένα σύνολο τοπολογικών κανόνων που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν. Στους Πίνακες 5.4, 5.5 και 5.6 παρουσιάζονται ορισμένοι κανόνες τοπολογίας που υπάρχουν στο περιβάλλον του ArcGIS ανάλογα με τη χωρική οντότητα (σημειακή, γραμμική, πολυγωνική).

Κανόνας	Έλεγχος
Must be covered by	Τα σημεία θα πρέπει να καλύπτονται από ένα άλλο θεματικό επίπεδο.
Must be covered by endpoints of	Τα σημεία θα πρέπει να καλύπτονται από τους κόμβους ενός γραμμικού θεματικού επιπέδου.
Must be inside	Τα σημεία θα πρέπει να βρίσκονται εντός των πολυγώνων ενός άλλου θεματικού επιπέδου.
Must not have duplicates	Δεν θα πρέπει να υπάρχουν σημεία με την ίδια γεωμετρική θέση.
Must not have invalid geometries	Η γεωμετρία θα πρέπει να είναι έγκυρη
Must not have multi-part-geometries	Δεν επιτρέπεται η ύπαρξη γεωμετριών πολλαπλών οντοτήτων.
Must Be Properly Inside Polygons	Τα σημεία ενός χωρικού πίνακα πρέπει να βρίσκονται εντός των πολυγώνων ενός άλλου χωρικού πίνακα. Σημειακά σφάλματα προκύπτουν όταν τα σημεία βρίσκονται εκτός ή επάνω στο όριο των πολυγώνων π.χ. οι πρωτεύουσες των νομών (σημεία) πρέπει να βρίσκονται εντός των πολυγώνων των νομών.
Must Be Disjoint	Τα σημεία ενός χωρικού πίνακα δεν πρέπει να επικαλύπτονται από σημεία του ίδιου χωρικού πίνακα. Σημειακά σφάλματα δημιουργούνται όταν τα σημεία επικαλύπτονται π.χ. οι θέσεις των σημείων γνωστού υψομέτρου πρέπει να είναι μοναδικές.

Πίνακας 5.4 Κανόνες τοπολογίας για σημειακές οντότητες

Κανόνας	Έλεγχος
End points must be covered by	Οι κόμβοι ενός γραμμικού θεματικού επίπεδου θα πρέπει να καλύπτονται από σημεία.
Must not have dangles	Δεν πρέπει να υπάρχουν αιωρούμενοι κόμβοι. Ως κόμβοι θεωρούνται οι κορυφές όπου συναντιούνται τρεις τουλάχιστον γραμμές.
Must not have duplicates	Δεν θα πρέπει να υπάρχουν γραμμές με την ίδια ακριβώς γεωμετρία.
Must not have invalid geometries	Η γεωμετρία θα πρέπει να είναι έγκυρη.
Must not have multi-part geometries	Δεν επιτρέπεται η ύπαρξη γεωμετριών πολλαπλών οντοτήτων.
Must not have pseudos	Δεν θα πρέπει να υπάρχουν ψευδο-κόμβοι. Κάθε κόμβος κάθε γραμμής πρέπει να ενώνεται με δύο κόμβους άλλων δύο γραμμών. Εάν ο κόμβος ενώνεται μόνο με έναν κόμβο άλλης γραμμής χαρακτηρίζεται ως ψευδο-κόμβος.
Must Not Self-Overlap	Μια γραμμή δεν πρέπει να επικαλύπτεται από τον εαυτό της. Οι γραμμές μπορούν να εφάπτονται σε μια κορυφή ή να τέμνονται. Γραμμικά σφάλματα δημιουργούνται όταν οι γραμμές επικαλύπτουν τον εαυτό τους.
Must Not Self-Intersect	Μια γραμμή δεν πρέπει να επικαλύπτεται ή να τέμνεται από κάποιο τμήμα του εαυτού της, ενώ οι κόμβοι της γραμμής μπορούν να εφάπτονται με τη γραμμή. Γραμμικά σφάλματα δημιουργούνται όταν οι γραμμές επικαλύπτονται και σημειακά σφάλματα όταν οι γραμμές τέμνονται.
Must Not Overlap	Μια γραμμή δεν πρέπει να επικαλύπτεται από κάποιο τμήμα μιας άλλης γραμμής. Οι γραμμές μπορούν να εφάπτονται σε επίπεδο κόμβου, να τέμνονται ή να επικαλύπτονται από τον εαυτό τους. Γραμμικά σφάλματα προκύπτουν όταν οι γραμμές επικαλύπτονται.
Must Not Overlap With	Μια γραμμή ενός χωρικού πίνακα δεν πρέπει να επικαλύπτεται από τη γραμμή ενός άλλου χωρικού πίνακα, ενώ γραμμικά σφάλματα δημιουργούνται όταν οι γραμμές δύο διαφορετικών θεματικών επιπέδων επικαλύπτονται. Ο κανόνας χρησιμοποιείται όταν οι γραμμές ενός θεματικού επιπέδου δεν πρέπει να καταλαμβάνουν τον ίδιο χώρο με τις γραμμές ενός άλλου θεματικού επιπέδου.
Must Not Intersect Or Touch Interior	Μια γραμμή δεν πρέπει να επικαλύπτεται ή να τέμνεται από κάποιο άλλο τμήμα μιας άλλης γραμμής. Επιπλέον, δεν επιτρέπεται ο κόμβος μιας γραμμής να βρίσκεται επάνω σε μια άλλη γραμμή, δηλαδή οι γραμμές δεν πρέπει να τέμνονται ή να επικαλύπτονται παρά μόνο να συναντιούνται σε επίπεδο κόμβων. Γραμμικά σφάλματα προκύπτουν όταν οι γραμμές επικαλύπτονται, ενώ σημειακά σφάλματα όταν οι γραμμές τέμνονται.
Must Be Single Part	Μια γραμμή που ανήκει σε ένα θεματικό επίπεδο πρέπει να είναι συνεχής και να μην αποτελείται από πολλαπλά τμήματα.
Must Be Inside	Οι γραμμές ενός χωρικού πίνακα πρέπει να βρίσκονται εντός των ορίων των πολυγώνων ενός άλλου χωρικού πίνακα. Γραμμικά σφάλματα εντοπίζονται εκεί όπου οι γραμμές δεν βρίσκονται εντός των πολυγώνων.

Πίνακας 5. 5 Κανόνες τοπολογίας για γραμμικές οντότητες

Κανόνας	Έλεγχος
Must contain	Ένα πολυγωνικό θεματικό επίπεδο πρέπει να περιέχει δεδομένα από ένα άλλο θεματικό επίπεδο.
Must not have duplicates	Δεν θα πρέπει να υπάρχουν πολύγωνα με την ίδια γεωμετρία.
Must not have gaps	Δεν θα πρέπει να υπάρχουν κενά ανάμεσα στα γειτονικά πολύγωνα που συνορεύουν.
Must not have invalid geometries	Η γεωμετρία θα πρέπει να είναι έγκυρη.
Must not have multi-part geometries	Δεν επιτρέπεται η ύπαρξη γεωμετριών πολλαπλών οντοτήτων.
Must not overlap	Τα πολύγωνα ενός θεματικού επιπέδου δεν πρέπει να επικαλύπτονται μεταξύ τους.
Must not overlap with	Τα πολύγωνα ενός θεματικού επιπέδου δεν πρέπει να επικαλύπτονται με τα πολύγωνα ενός άλλου θεματικού επιπέδου.

Πίνακας 5. 6 Κανόνες τοπολογίας για πολυγωνικές οντότητες

Το περιβάλλον του ArcGIS περιέχει τους κανόνες που χρειάζονται για την εφαρμογή των τοπολογικών ελέγχων που θα περιέχει το εργαλείο για τα πολύγωνα και το δίκτυο. Πιο συγκεκριμένα, η αρχική λίστα (Πίνακα 5.1) με τους βασικούς τοπολογικούς περιορισμούς των πολυγώνων και του δικτύου διαμορφώθηκε εκ νέου σύμφωνα με τους κανόνες του ArcGIS και παρουσιάζεται παρακάτω (Πίνακας 5.7)

POLYGONS	LINES
Buildings must not overlap	Roads must not overlap
Landuse polygons must not overlap	Roads must not self-intersect
Buildings should not cover Roads	Roads must not self-overlap
Buildings should not cover Railways	Railways must not overlap
Buildings should not cover Waterways	Railways must not self-intersect
	Railways must not self-overlap
	Waterways must not overlap
	Waterways must not self-intersect
	Waterways must not self-overlap

Πίνακας 5. 7 Βασικοί τοπολογικοί περιορισμοί πολυγώνων και δικτύου σύμφωνα με το ArcGIS

Το νέο αυτό εργαλείο καταφέρνει να εφαρμόζει τοπολογικούς ελέγχους συνδυάζοντας τη γεωμετρία αλλά και τις ιδιότητες των χωρικών οντοτήτων, ξεπερνώντας τις δυνατότητες του ArcGIS που περιορίζονται μόνο σε ένα θεματικό επίπεδο (feature class) το οποίο συμμετέχει συνολικά σε έναν τοπολογικό έλεγχο χωρίς να είναι δυνατή η επιλογή επιμέρους στοιχείων για

συγκεκριμένους ελέγχους. Το περιβάλλον του ArcGIS διαθέτει διαδικασίες υπολογισμού των πεδίων των χωρικών οντοτήτων οι οποίες μπορούν να τροποποιηθούν και να ενσωματωθούν κατάλληλα στο εργαλείο εφαρμογής γενικών τοπολογικών ελέγχων, επιτρέποντας στο χρήστη να γνωρίζει πέρα από τα τοπολογικά σφάλματα των χωρικών οντοτήτων και αυτά που χαρακτηρίζονται ως *sliver polygons* λόγω επικάλυψης των πολυγωνικών οντοτήτων.

Όσον αφορά τους ελέγχους πληρότητας που πρέπει να εφαρμόζει το εργαλείο, προκειμένου να διερευνηθούν όλες οι διαφορετικές τιμές στο πεδίο του είδους της κάθε χωρικής οντότητας που υπάρχουν στο σύνολο δεδομένων, σε τι ποσοστό ως προς το σύνολο είναι η κάθε τιμή του είδους, αν υπάρχει έλλειψη πληρότητας πληροφοριών στο πεδίο αυτό καθώς και σε τι βαθμό είναι η έλλειψη αυτή, το περιβάλλον του ArcGIS διαθέτει ορισμένα εργαλεία με στατιστικούς δείκτες όπως το *Summary Statistics* που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτή τη λειτουργία.

Τέλος για την περίπτωση των ελέγχων της συνέπειας των εθελοντικών δεδομένων του OSM, το ArcGIS παρέχει ορισμένα εργαλεία και διαδικασίες προκειμένου να επιτευχθούν οι τοποεννοιολογικοί έλεγχοι. Κάποια από αυτά που βρίσκονται στη βιβλιοθήκη εργαλείων του ArcGIS είναι το *Select by Location*, *Select by Attribute*, *Calculate Field*, *Alter Field*, το *Summary Statistics* για τους πίνακες με στατιστικούς δείκτες αποτελεσμάτων, καθώς και το εργαλείο *Near* το οποίο είναι χρήσιμο για τον υπολογισμό της απόστασης. Διερευνώντας τους τοποεννοιολογικούς περιορισμούς των ΣΕ με τα υπόλοιπα θεματικά επίπεδα στην περιοχή του Δήμου Αθηναίων, η αρχική λίστα (Πίνακας 5.3α και 5.3β) διαμορφώθηκε λαμβάνοντας υπόψη την περιοχή ενδιαφέροντος που επιλέχθηκε και τα είδη των σημείων που υπάρχουν σε αυτή. (Πίνακας 5.8).

Inside Building	Outside Building	Outside of Nature	Inside Landuse	On Roads	Outside of Roads	On Railways
Arts center	Bicycle entrance	Apartment	Casino	Crossing	Bus stop	Level crossing
Atm	Bicycle parking	Atm	Cinema	Crossing traffic	Bus station	Railway crossing
Bank	Bicycle rental	Bank	Construction	Motorway junction	Bicycle rental	Station
Bar	Boat rental	Bar	Grave yard	Stop	Parking	Subway entrance
Cafe	Bus station	Car wash	Lighthouse	Traffic signals	Parking entrance	Tram stop
Casino	Bus stop	Car rental	Public building		Street lamp	
Clinic	Camp site	Cinema				
College	Crossing	Casino				
Community center	Drinking water	Clinic				
Driving school	Ferry terminal	Hospital				
Embassy	Kiosk	Marketplace				
Fast food	Level crossing	Money transfer				
Gallery	Motorcycle parking	Music school				
Hospital	Motorcycle junction	Nightclub				
Hostel	Parking	Parking				
Hotel	Parking entrance	Parking entrance				
Internet cafe	Parking space	Parking space				
Kindergarten	Picnic site	School				
Language school	Post box	Taxi				
Library	Pumping station					
Marketplace	Railway crossing					
Money transfer	Speed camera					
Motel	Station					
Museum	Stop					
Music school	Street cabinet					
Nightclub	Street lamp					
Pharmacy	Subway entrance					
Police	Taxi					
Pub	Telephone					
Public bookcase	Traffic signals					
Public building	Tram stop					
Restaurant	Waste basket					
School						
Theatre						
Townhall						
University						

Πίνακας 5. 8 Λίστα τοπο-εννοιολογικών περιορισμών των ΣΕ με άλλα θεματικά επίπεδα για συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος

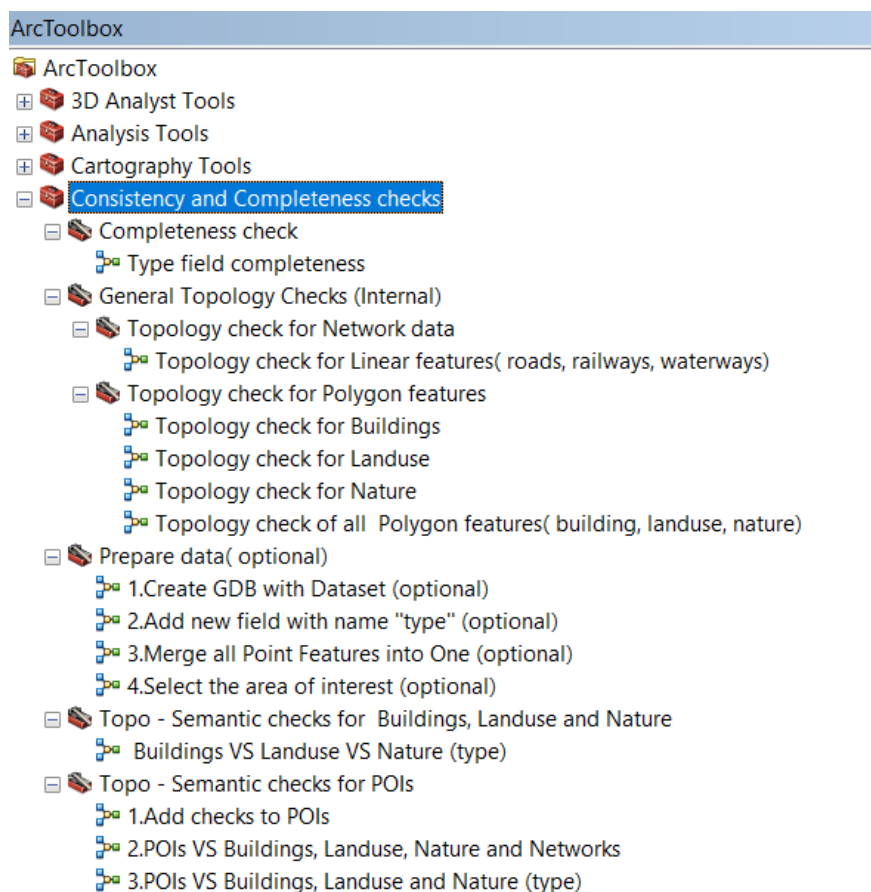
Για την τελευταία λειτουργία των τοπο-εννοιολογικών ελέγχων που αφορά την εύρεση συμβατότητας και ταύτισης στις περιγραφικές πληροφορίες των θεματικών επιπέδων, το ArcGIS καθιστά αποτελεσματική την εφαρμογή της μέσω εργαλείων που διαθέτει όπως το Union και το Intersect καθώς και το Summary Statistics για την εξαγωγή πινάκων με στατιστικούς δείκτες αποτελεσμάτων.

Ολοκληρώνοντας, οι παραπάνω έλεγχοι που αναφέρθηκαν συντέλεσαν στη δημιουργία ενός συνολικού εργαλείου ελέγχου της συνέπειας και της πληρότητας των εθελοντικών δεδομένων στο περιβάλλον ΣΓΠ ArcGIS μέσω της οπτικής γλώσσας προγραμματισμού που διαθέτει, η οποία ονομάζεται Model Builder. Το ArcGIS παρέχει μία μεγάλη ποικιλία εργαλείων τα οποία συνδυάστηκαν και με κατάλληλες διαδικασίες αποτέλεσαν τα εργαλεία εκτέλεσης. Στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά το εργαλείο εφαρμογής των ελέγχων με επιλεγείσα περιοχή μελέτης το Δήμο Αθηναίων. Η διαδικασία προγραμματισμού που εφαρμόστηκε στο Model Builder περιέχεται στο Παράρτημα Α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. Περιγραφή της λειτουργίας του εργαλείου

Το εργαλείο που παρουσιάζεται λεπτομερώς στο παρακάτω κεφάλαιο δημιουργήθηκε στο περιβάλλον του ArcGIS και στοχεύει στην αξιολόγηση της ποιότητας των εθελοντικών δεδομένων του OSM μέσα από τους δείκτες της πληρότητας, της συνέπειας και των τοπολογικών σχέσεων. Το εργαλείο ελέγχει τα ακόλουθα θεματικά επίπεδα: τα κτήρια, τα σημεία ενδιαφέροντος, το οδικό δίκτυο, το σιδηροδρομικό δίκτυο, το υδρολογικό δίκτυο, τις χρήσεις γης και τις φυσικές οντότητες. Εκτός από τα εργαλεία ελέγχου που δημιουργήθηκαν τα οποία ορίζουν τους κανόνες που πρέπει να ισχύουν για τις οντότητες και βγάζουν ως αποτέλεσμα τα σφάλματα δίνοντας στο χρήστη την δυνατότητα οπτικοποίησης τους, δημιουργούνται παράλληλα και πίνακες με τα στατιστικά αποτελέσματα όλων των ελέγχων και διαδικασιών οι οποίοι αποτελούν μία συνοπτική εικόνα της περιοχής ενδιαφέροντος. Τέλος, παρουσιάζεται η εφαρμογή στην περιοχή του Δήμου Αθηναίων.



Εικόνα 6. 1 Παρουσίαση του εργαλείου Consistency and Completeness checks στον πίνακα του ArcToolbox

6.1. Περιγραφή του εργαλείου υλοποίησης των ελέγχων

Το νέο εργαλείο Consistency and Completeness checks (Εικόνα 6.1) περιλαμβάνει τρεις (3) βασικές κατηγορίες με ελέγχους:

- Έλεγχοι πληρότητας και συμβατότητας, όπου περιλαμβάνονται έλεγχοι μεταξύ των θεματικών επιπέδων για την εξαγωγή σφαλμάτων ενώ δημιουργούνται παράλληλα και πίνακες με στατιστικούς δείκτες των αποτελεσμάτων.
- Τοπολογικοί έλεγχοι, όπου περιλαμβάνονται οι εσωτερικοί έλεγχοι των θεματικών επιπέδων (πολυγώνων ή δικτύου) όσον αφορά την τοπολογία και τη γεωμετρία τους και εξάγονται πίνακες με στατιστικούς δείκτες των αποτελεσμάτων.
- Τοπο – εννοιολογικοί έλεγχοι, όπου περιλαμβάνονται έλεγχοι μεταξύ των θεματικών επιπέδων π.χ. των Σημείων Ενδιαφέροντος και των υπόλοιπων θεματικών επιπέδων κ.ά. Οι έλεγχοι είναι χωρισμένοι σε κατηγορίες και για κάθε έλεγχο εξάγονται πίνακες με στατιστικούς δείκτες των αποτελεσμάτων.

Τέλος περιέχει μία επιπλέον λειτουργία που περιλαμβάνει ένα σύνολο προαιρετικών διαδικασιών για χρήστες που τα δεδομένα τους δεν έχουν την κατάλληλη μορφή και απαιτούνται περαιτέρω μετασχηματισμοί. Το νέο εργαλείο απευθύνεται:

1. Σε χρήστες που έχουν ήδη δική τους Γεωβάση (ArcGIS Geodatabase) και η οποία περιλαμβάνει ένα Dataset με όλα τα απαραίτητα δεδομένα που διαχειρίζονται, δηλαδή χωρικούς πίνακες (feature classes) με τα κτήρια, τα σημεία ενδιαφέροντος, το οδικό δίκτυο, το σιδηροδρομικό δίκτυο, το υδρολογικό δίκτυο, τις χρήσεις γης και τις οντότητες της φύσης της περιοχής που τους ενδιαφέρει να ελεγχθεί.
2. Σε χρήστες που διαθέτουν χωρικά δεδομένα σε μορφότυπο shapefile της περιοχής ή ολόκληρης της Ελλάδας με τα παραπάνω θεματικά επίπεδα (πολύγωνα, σημεία, δίκτυο κ.τ.λ) και επιθυμούν να ελέγξουν όλα τα δεδομένα ή ένα υποσύνολό τους, χωρίς να διαθέτουν κάποια γεωβάση δεδομένων.

Το παρακάτω σύνολο οδηγιών για τη χρήση του εργαλείου ξεκινά περιγράφοντας την προετοιμασία των δεδομένων η οποία περιλαμβάνει τέσσερις (4) λειτουργίες και στη συνέχεια τις υπόλοιπες τρεις (3) κατηγορίες ελέγχων.

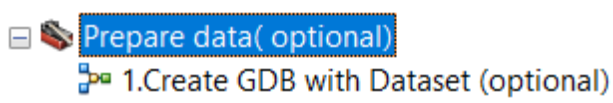
6.1.1. Προετοιμασία δεδομένων

Ανοίγοντας την εφαρμογή του **ArcMap**, επιλέγετε στο **ArcToolbox** το νέο εργαλείο που δημιουργήθηκε με τίτλο **Consistency and Completeness checks**.

6.1.1.1. Δημιουργία βάσης δεδομένων

Σε περίπτωση που οι χρήστες διαθέτουν τα δεδομένα τους σε μορφότυπο shapefile σε κάποιο φάκελο στον υπολογιστή τους, πρώτο βήμα είναι η δημιουργία μίας **Γεωβάσης (Geodatabase)** και ενός **Dataset** για την αποθήκευση των δεδομένων σε μορφή feature class, καθώς και η μετατροπή του συστήματος συντεταγμένων τους (Coordinate System) σε ΕΓΣΑ'87 (Greek Grid).

Για το σκοπό αυτό επιλέγετε από το **Consistency and Completeness checks** το Toolset “**Prepare data (optional)**” (Εικόνα 6.2) και στη συνέχεια το εργαλείο που περιέχει το οποίο ονομάζεται “**1.Create GDB with Dataset (optional)**”. Πατώντας πάνω στο εργαλείο (Εικόνα 6.3), σας δίνεται η επιλογή να ονομάσετε και να προσδιορίσετε τη τοποθεσία της γεωβάσης, να δημιουργήσετε ένα σύνολο δεδομένων (Dataset) στο οποίο και θα εισάγετε τα δεδομένα σας, ενώ η μετατροπή του συστήματος συντεταγμένων σε ΕΓΣΑ’87 (Greek Grid) γίνεται αυτόματα. Πατώντας το Ok (Εικόνα 6.4), το εργαλείο θα αρχίσει να εκτελείται, και μόλις βγει η παρακάτω ένδειξη σημαίνει πως η διαδικασία ήταν επιτυχής. Η παρακάτω ένδειξη θα βγαίνει κάθε φορά που εκτελείται ένα από τα εργαλεία. Πηγαίνοντας στο Catalog φαίνεται ότι ο φάκελος με τα επιθυμητά δεδομένα δημιουργήθηκε (Εικόνα 6.5).

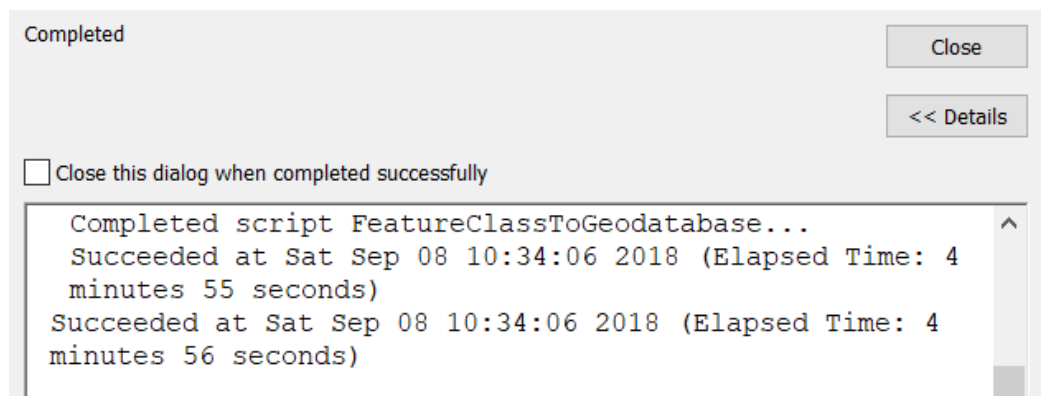


Εικόνα 6. 2 Toolset: Prepare data (optional), Tool: 1.Create GDB with Dataset (optional).

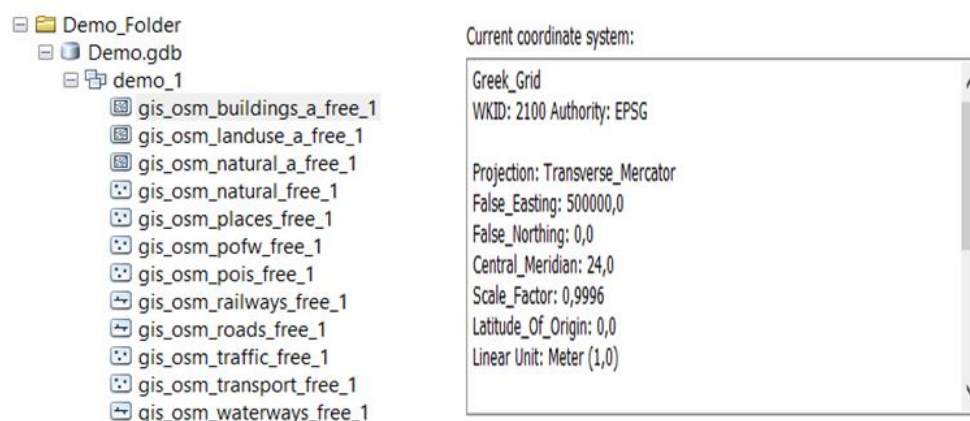
 A screenshot of the '1.Create GDB with Dataset (optional)' dialog box. The dialog has several fields and a list of input features.

- Name the GDB:** Demo
- Location of the GDB:** C:\Users\Dimitra\Desktop\Demo_Folder
- Name the Dataset:** demo_1
- Input features to the Dataset:** A list of files from the desktop:
 - C:\Users\Dimitra\Desktop\greece-latest-free.shp\gis_osm_waterways_free_1.shp
 - C:\Users\Dimitra\Desktop\greece-latest-free.shp\gis_osm_transport_free_1.shp
 - C:\Users\Dimitra\Desktop\greece-latest-free.shp\gis_osm_traffic_free_1.shp
 - C:\Users\Dimitra\Desktop\greece-latest-free.shp\gis_osm_roads_free_1.shp
 - C:\Users\Dimitra\Desktop\greece-latest-free.shp\gis_osm_railways_free_1.shp
 - C:\Users\Dimitra\Desktop\greece-latest-free.shp\gis_osm_pois_free_1.shp
 - C:\Users\Dimitra\Desktop\greece-latest-free.shp\gis_osm_pofw_free_1.shp
 - C:\Users\Dimitra\Desktop\greece-latest-free.shp\gis_osm_places_free_1.shp
 - C:\Users\Dimitra\Desktop\greece-latest-free.shp\gis_osm_natural_free_1.shp
- Coordinate System (optional):** Greek_Grid

Εικόνα 6. 3 Περιεχόμενο του εργαλείου 1.Create GDB with Dataset (optional).



Εικόνα 6. 4 Ένδειξη ότι το εργαλείο εκτελέστηκε επιτυχώς



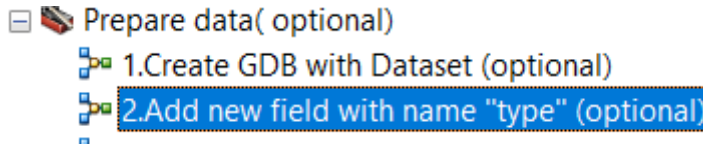
Εικόνα 6. 5 Αποτελέσματα μετά την εκτέλεση του 1.Create GDB with Dataset (optional)

6.1.1.2. Αλλαγή πεδίου αποθήκευσης είδους

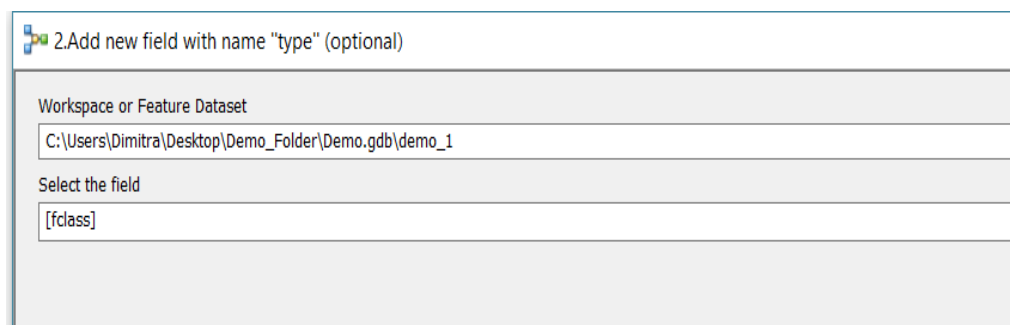
Σε ορισμένες περιπτώσεις τα θεματικά επίπεδα με τα δεδομένα του OSM (points, buildings, roads, κ.τ.λ) έχουν διαφορετικές ονομασίες στο πεδίο που καταγράφει το είδος τους. Για παράδειγμα (Εικόνα 6.6) το πεδίο αυτό συνήθως έχει την ονομασία type (π.χ. πλατφόρμα λήψης δεδομένων OSM BBBike), ωστόσο κάποιες φορές το βλέπουμε και με την ονομασία fclass (π.χ. πλατφόρμα λήψης δεδομένων OSM Geofabrik) ή κάποια άλλη. Στις περιπτώσεις αυτές επόμενο βήμα είναι η εκτέλεση ενός εργαλείου το οποίο θα δημιουργεί ένα επιπλέον πεδίο ονόματι type και θα περιέχει τις αντίστοιχες τιμές (values) που αναφέρονται στο είδος του κάθε θεματικού επιπέδου. Τα παραπάνω υλοποιούνται με το εργαλείο που ονομάζεται “2.Add new field with name "type" (optional)”, το οποίο βρίσκεται στο παραπάνω Toolset (Εικόνα 6.7) και η εκτέλεση του γίνεται μόνο στην περίπτωση που το πεδίο που αναφέρεται στο είδος του Feature class δεν λέγεται type. Σαν επιλογή (Εικόνα 6.8) δίνετε το σύνολο δεδομένων (Feature Dataset) και επιλέγετε το πεδίο που περιέχει τις τιμές του είδους και έχει την άλλη ονομασία σε VB Script. Μετά την εκτέλεση, ανατρέχοντας στο Attribute table εμφανίζεται νέο πεδίο type (Εικόνα 6.9).

FID *	Shape *	osm id	code	fclass	name
94	Point	256921637	2401	hotel	ILIAKTIDA APARTMENTS
95	Point	258063180	2721	attraction	Μπάλος
96	Point	259196189	2401	hotel	Vouras

Εικόνα 6. 6 Παράδειγμα περίπτωσης όπου το πεδίο του είδους έχει άλλη ονομασία



Εικόνα 6. 7 Toolset: Prepare data (optional), Tool: 2.Add new field with name "type" (optional)



Εικόνα 6. 8 Περιεχόμενο του εργαλείου 2.Add new field with name "type" (optional)

code	fclass	name	type
2082	school	45ο, 122ο Δημοτικά Σχολεία	school
2301	restaurant	Το Μπαλκόνι του Αιγαίου	restaurant
2301	restaurant	Eucalyptus Taverna	restaurant
2101	pharmacy	Λυκουρέσης Καραμπάτσου Ο.Ε	pharmacy

Εικόνα 6. 9 Αποτέλεσμα του εργαλείου 2.Add new field with name "type" (optional)

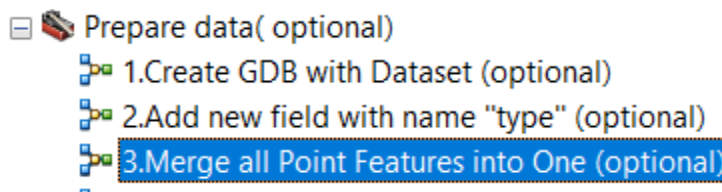
6.1.1.3. Δημιουργία ενιαίου χωρικού πίνακα σημείων ενδιαφέροντος

Επόμενο προαιρετικό βήμα είναι η **συγχώνευση** ορισμένων σημειακών οντοτήτων σε ένα ενιαίο Point Feature Class για τις μετέπειτα διαδικασίες. Κάποιες φορές οι πηγές δεδομένων π.χ GeoFabrik, BBBike περιλαμβάνουν υποκατηγορίες των Σημείων Ενδιαφέροντος και παρουσιάζονται σαν ξεχωριστές οντότητες (Εικόνα 6.10). Αυτό δεν συμβαίνει πάντα, στις περισσότερες περιπτώσεις όλα τα σημεία βρίσκονται σε ένα ενιαίο θεματικό επίπεδο (π.χ. Points). Ωστόσο για τις περιπτώσεις όπως η παραπάνω (π.χ Natural Points, Pois, Pofw, Traffic Points, Transport Points), εκτελείται το εργαλείο που ονομάζεται “**3.Merge all Point Features into One (optional)**” το οποίο βρίσκεται επίσης στο ίδιο Toolset (Εικόνα 6.11). Στο εργαλείο αυτό εισάγετε (Εικόνα 6.12) τα σημειακά feature classes που θέλετε να συγχωνεύσετε στο **Input Datasets**, ενώ στο **Output Dataset** υποδεικνύετε το φάκελο προορισμού και την ονομασία του

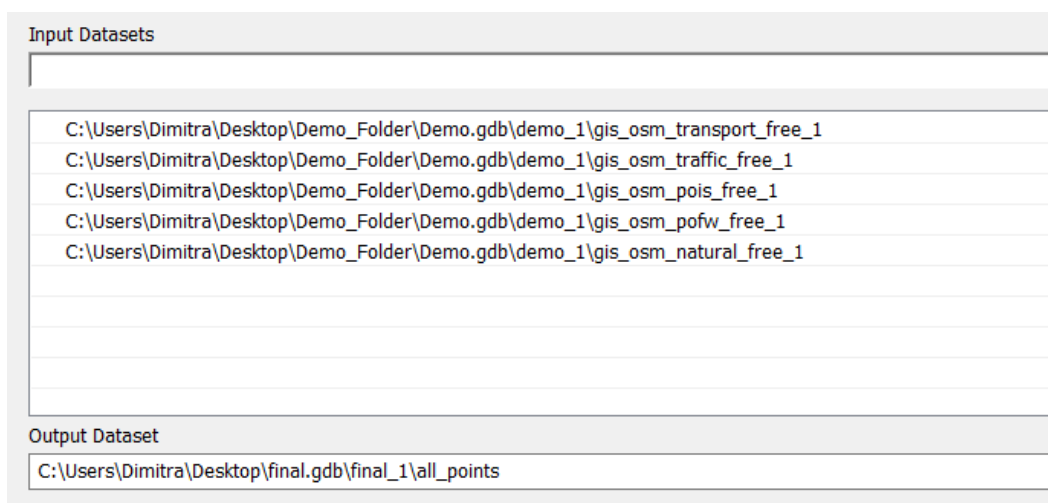
feature class. Πηγαίνοντας στο Catalog φαίνεται ότι ο φάκελος με τα επιθυμητά δεδομένα δημιουργήθηκε (Εικόνα 6.13).



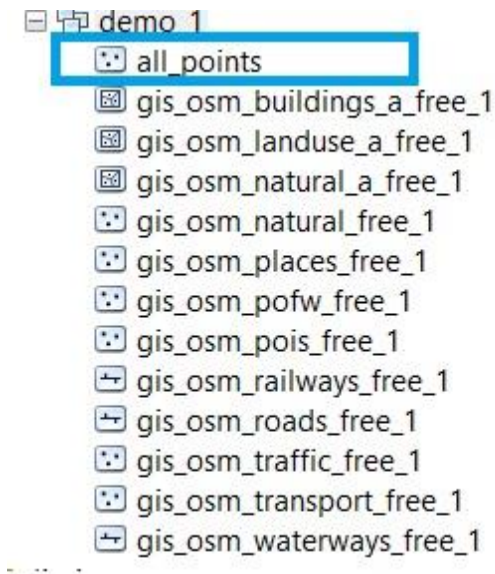
Εικόνα 6. 10 Παράδειγμα περίπτωσης όπου οι σημειακές οντότητες είναι πάνω από μία



Εικόνα 6. 11 Toolset: Prepare data (optional), Tool: 3.Merge all Point Features into One (optional)



Εικόνα 6. 12 Περιεχόμενο του εργαλείου 3.Merge all Point Features into One (optional)



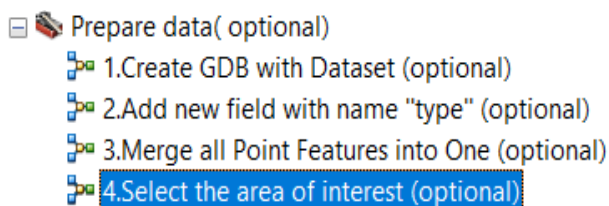
Εικόνα 6. 13 Αποτελέσματα του εργαλείου 3.Merge all Point Features into One (optional)

6.1.1.4. Επιλογή υποπεριοχής των δεδομένων

Η τελευταία προαιρετική λειτουργία αφορά την επιλογή της περιοχής μελέτης, την περιοχή δηλαδή που επιθυμείτε να γίνουν οι μετέπειτα έλεγχοι. Για την εκτέλεση του εργαλείου θα χρειαστείτε ένα αρχείο με τα όρια ενός πολυγώνου ή περισσότερων πολυγώνων, όπου στην περίπτωση των περισσότερων, σας δίνεται η δυνατότητα επιλογής ενός από αυτά. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα χρησιμοποιήθηκε ένα αρχείο shapefile που περιείχε τους καλλικρατικούς δήμους της Ελλάδας, από τους οποίους επιλέχθηκε ο δήμος Αθηναίων ως περιοχή μελέτης. Η εκτέλεση του γίνεται μόνο στην περίπτωση που δεν έχετε από πριν δεδομένα της επιθυμητής περιοχής που θέλετε να ελεγχθεί.

Το εργαλείο αυτό που βρίσκεται επίσης στο ίδιο Toolset ονομάζεται “ **4.Select the area of interest (optional)**” (Εικόνα 6.14) . Η λειτουργία του είναι η εξής:

1. Επιλέγει από το αρχείο που περιλαμβάνει τα πολύγωνα, το πολύγωνο ή το σύνολο πολυγώνων που θα ορίσετε εσείς.
2. Ανατρέχει σε όλο το Σύνολο Δεδομένων που δημιουργήσατε και μέσω του Select by Location επιλέγει και στη συνέχεια αποθηκεύει σε νέο feature class τις οντότητες που υπάρχουν στην περιοχή/ Δήμο ορισμού για το κάθε θεματικό επίπεδο (Εικόνα 6.15).

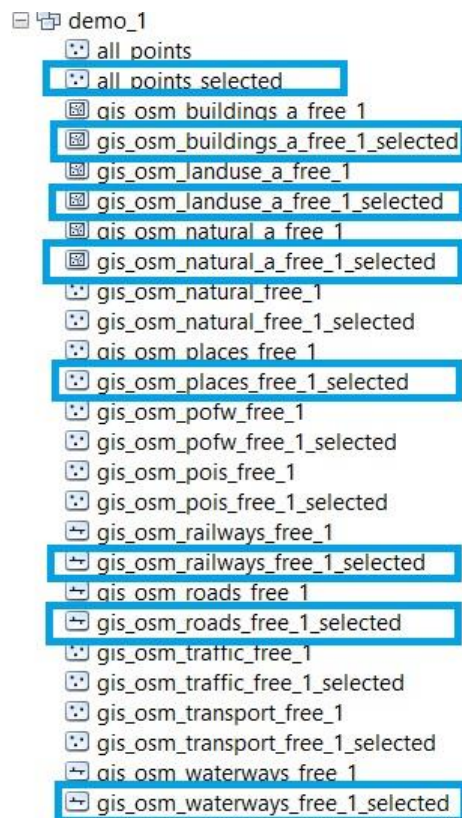


Εικόνα 6. 14 Toolset: Prepare data (optional), Tool: 4.Select the area of interest (optional)

Αποτέλεσμα της λειτουργίας αυτής είναι να προστεθούν στο Dataset για κάθε θεματικό επίπεδο, το αντίστοιχο αλλά της περιοχής που ορίσατε (στο συγκεκριμένο παράδειγμα του Δήμου Αθηναίων). Τα feature classes που τελειώνουν σε selected είναι αυτά της επιλεγμένης περιοχής (Εικόνα 6.16).

Input the Polygon Feature
C:\Users\Dimitra\Desktop\kallikratikoi_dimoi\kallikratikoi_dimoi\ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΙΚΟΙ_ΔΗΜΟΙ.shp
Select the polygon area of interest
"LEKTIKO" = 'ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ'
Insert the Feature Dataset
C:\Users\Dimitra\Desktop\Demo_Folder\Demo.gdb\demo_1

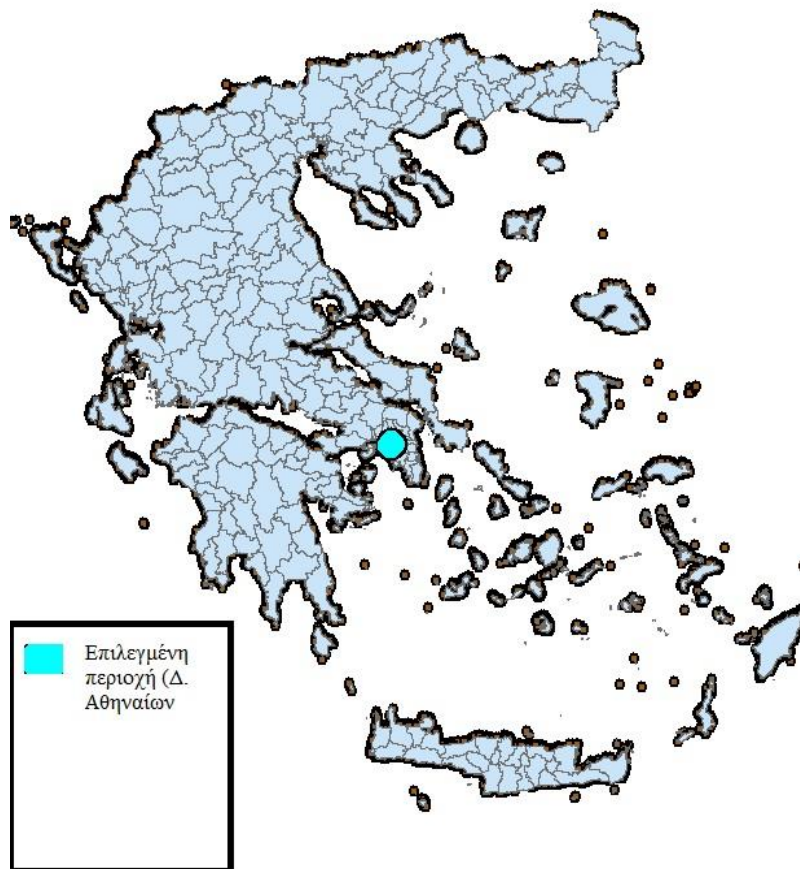
Εικόνα 6. 15 Περιεχόμενο του εργαλείου 4.Select the polygon area (optional)



Εικόνα 6. 16 Αποτελέσματα του εργαλείου 4.Select the polygon area (optional)



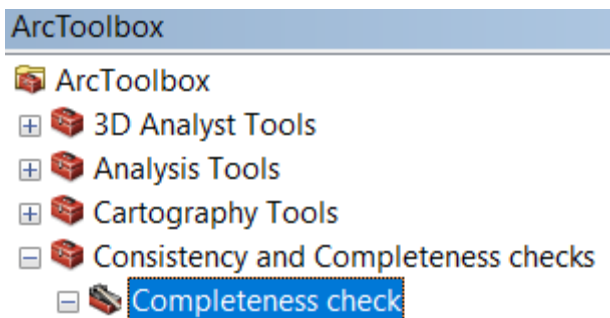
Εικόνα 6. 17 Αρχείο με τα όρια πολλών πολυγώνων (εδώ ολόκληρης της Ελλάδας).



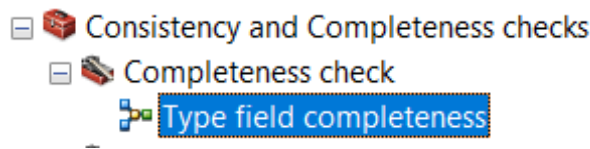
Εικόνα 6. 18 Επιλεγμένη περιοχή ενδιαφέροντος (Δήμος Αθηναίων).

6.1.2. Έλεγχοι πληρότητας

Οι έλεγχοι αφορούν την πληρότητα των δεδομένων. Οι χρήστες που επιθυμούν να ερευνήσουν αν τα δεδομένα της περιοχής τους είναι πλήρη ως προς το πεδίο του είδους αλλά και να γνωρίζουν για κάθε χωρική οντότητα τις τιμές που υπάρχουν στο πεδίο του είδους, μπορούν να χρησιμοποιήσουν το εργαλείο αυτό. Για την εκτέλεσή του πηγαίνετε στο **ArcToolbox > Consistency and Completeness checks > Completeness check** (Εικόνα 6.19). Στη συνέχεια επιλέγετε τη λειτουργία που περιέχει η οποία ονομάζεται **“Type field completeness”** (Εικόνα 6.20).



Εικόνα 6. 19 Εργαλείο “Completeness check”



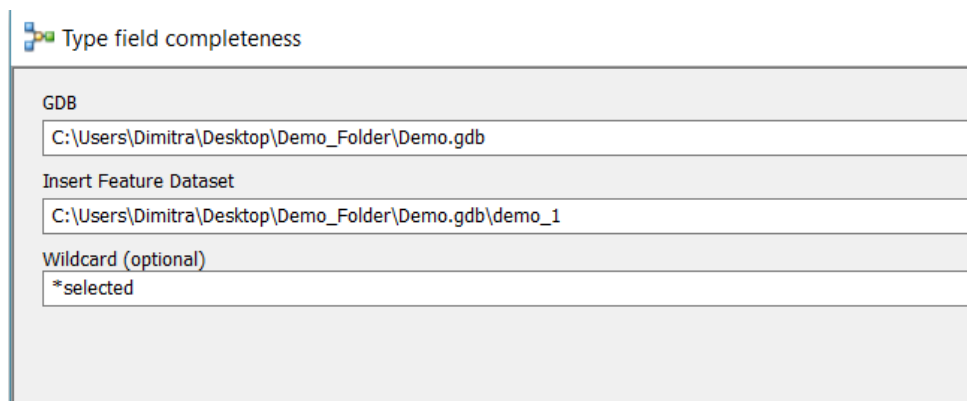
Εικόνα 6. 20 Λειτουργία “Type field completeness”

Η λειτουργία αυτή είναι μία επαναληπτική διαδικασία και αποτελεί έναν έλεγχο πληρότητας. Βρίσκει για κάθε χωρικό πίνακα (feature class) που υπάρχει στο σύνολο δεδομένων σας (Dataset) τις διάφορες τιμές που υπάρχουν στο πεδίο του είδους (type), κενές ή μη και τα ποσοστά τους. Ο χρήστης θα πρέπει να γνωρίζει ότι:

1. Η εκτέλεση της λειτουργίας πρέπει να γίνει πριν τους τοπολογικούς ελέγχους, επομένως καλό είναι να εφαρμόζεται πρώτη ή αμέσως μετά των εργαλείων προετοιμασίας.
2. Αν χρειάστηκε να εφαρμοστούν οι προαιρετικές διαδικασίες, τότε στο σύνολο δεδομένων θα υπάρχουν οι οντότητες της περιοχής ενδιαφέροντος οι οποίες έχουν την κατάληξη selected αλλά και οι αρχικές οντότητες. Προκειμένου να εφαρμοστεί το εργαλείο μόνο στα δεδομένα που σας ενδιαφέρουν θα χρειαστεί να συμπληρώσετε το πεδίο Wildcard(optional) με τη φράση *selected όπως θα δείτε στην Εικόνα 6.21.

3. Αν δεν εφαρμόστηκαν οι προαιρετικές διαδικασίες τότε το πεδίο Wildcard(optional) το αφήνετε κενό.

Στα πεδία που απαιτούνται (Εικόνα 6.21) βάζετε την τοποθεσία της γεωβάσης (Geodatabase), την τοποθεσία του συνόλου δεδομένων (Feature Dataset) και αν χρειάζεται την επιλογή *selected στο πεδίο Wildcard(optional). Αφού πατήσετε Ok και γίνει η εκτέλεση του εργαλείου, θα δείτε στο *Catalog* ένα σύνολο πινάκων (Εικόνα 6.22) που ο καθένας αφορά ξεχωριστά κάθε χωρικό πίνακα (feature class) και περιέχει μία στήλη με τις τιμές του είδους (type), μία στήλη με τον αριθμό των στοιχείων που υπάρχουν στο κάθε είδος καθώς και μία στήλη με το ποσοστό του αριθμού αυτού ως προς το σύνολο των στοιχείων (Πίνακας 6.1). Στο πεδίο Type καταγράφονται τα είδη, στο πεδίο COUNT_type το πλήθος των στοιχείων που ανήκουν σε αυτό το type και στο πεδίο percentage το αντίστοιχο ποσοστό.



Εικόνα 6. 21 Περιεχόμενο του εργαλείου “Type field completeness”

- gis_osm_waterways_free_1_selected_statistics
- gis_osm_roads_free_1_selected_statistics
- gis_osm_railways_free_1_selected_statistics
- gis_osm_natural_a_free_1_selected_statistics
- gis_osm_landuse_a_free_1_selected_statistics
- gis_osm_buildings_a_free_1_selected_statistics
- all_points_selected_statistics

Εικόνα 6. 22 Αποτελέσματα του εργαλείου “Type field completeness” στο Catalog

all_points_selected_statistics				
	OBJECTID *	type	COUNT type	percentage
	34	crossing	1420	12,019638
	113	traffic signals	1111	9,404097
	17	bus stop	876	7,414931
	10	bench	805	6,81395
	19	cafe	749	6,339936
	92	restaurant	586	4,960217
	29	clothes	503	4,25766
	116	tree	432	3,656679
	41	fast food	374	3,165736
	78	pharmacy	365	3,089555
	57	kiosk	282	2,386998
	6	bakery	255	2,158456
	55	jeweller	239	2,023024
	33	convenience	227	1,921449
	123	waste basket	194	1,64212
	8	bar	193	1,633655
	107	telephone	179	1,515152
	105	supermarket	175	1,481293
	51	hairstylist	174	1,472829
	7	bank	149	1,261216
	15	bookshop	124	1,049602
	97	shoe shop	122	1,032673
	3	artwork	116	0,981886
	54	hotel	106	0,897241
	45	fuel	89	0,753343
	94	school	87	0,736414
	70	optician	82	0,694092
	108	theatre	80	0,677163
	61	memorial	72	0,609446
	48	gift shop	70	0,592517
	103	stop	67	0,567124
	63	mobile phone shop	65	0,550195
	4	atm	60	0,507872
	43	florist	58	0,490943
	5	attraction	53	0,44862
	89	recycling	52	0,440156
	73	parking	46	0,389369
	11	beverages	41	0,347046
	49	greengrocer	41	0,347046
	39	drinking water	38	0,321652
	58	laundry	37	0,313188
	110	tourist info	34	0,287794
	84	post office	33	0,27933
	38	doityourself	30	0,253936
	109	toilet	30	0,253936
	25	christian	29	0,245471
	56	kinderqarten	29	0,245471
	69	nightclub	29	0,245471

Πίνακας 6. 1 Αποτελέσματα εργαλείου "Type field completeness" για Points

Παρακάτω παρουσιάζονται παραδείγματα του εργαλείου για κάθε χωρικό πίνακα. Για παράδειγμα για τις Χρήσεις Γης Πίνακας 6.2, για τα Κτήρια Πίνακας 6.3, για το Οδικό Δίκτυο Πίνακας 6.4, για τις Φυσικές οντότητες Πίνακας 6.5, για το Σιδηροδρομικό Δίκτυο Πίνακας 6.6, Πίνακας 6.7 για το υδρολογικό δίκτυο και Πίνακας 6.8 για τους τόπους.

gis_osm_landuse_a_free_1_selected_statistics				
	FID *	type	COUNT type	percentage
	1	cemetery	4	0,324149
	2	commercial	33	2,67423
	3	farm	12	0,972447
	4	forest	67	5,429498
	5	grass	169	13,6953
	6	heath	2	0,162075
	7	industrial	14	1,134522
	8	meadow	1	0,081037
	9	military	6	0,486224
	10	orchard	6	0,486224
	11	park	410	33,225284
	12	recreation ground	70	5,672609
	13	residential	390	31,604538
	14	retail	32	2,593193
	15	scrub	17	1,377634
	16	vineyard	1	0,081037

Πίνακας 6. 2 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Χρήσεις γης

gis_osm_buildings_a_free_1_selected_statistics				
	OBJECTID *	type	COUNT type	percentage
	1		65539	97,251859
	2	apartments	671	0,995682
	3	brewery	1	0,001484
	4	cabin	1	0,001484
	5	chapel	4	0,005936
	6	church	30	0,044516
	7	cinema	1	0,001484
	8	civic	32	0,047484
	9	civil service	3	0,004452
	10	collapsed	9	0,013355
	11	college	1	0,001484
	12	commercial	96	0,142452
	13	construction	1	0,001484
	14	detached	5	0,007419
	15	dormitory	4	0,005936
	16	garage	8	0,011871
	17	garages	3	0,004452
	18	greenhouse	17	0,025226
	19	hospital	45	0,066774

Πίνακας 6. 3 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Κτήρια.

gis_osm_roads_free_1_selected_statistics					
	FID *	type	FREQUENCY	COUNT type	percentage
▶	1	cycleway	6	6	0,05772
	2	footway	1787	1787	17,190957
	3	living street	14	14	0,13468
	4	motorway	3	3	0,02886
	5	motorway link	1	1	0,00962
	6	path	345	345	3,318903
	7	pedestrian	843	843	8,109668
	8	primary	341	341	3,280423
	9	primary link	79	79	0,759981
	10	residential	3793	3793	36,488696
	11	secondary	596	596	5,733526
	12	secondary link	63	63	0,606061
	13	service	1072	1072	10,31265
	14	steps	468	468	4,502165
	15	tertiary	857	857	8,244348
	16	tertiary link	27	27	0,25974
	17	track	36	36	0,34632
	18	track grade1	6	6	0,05772
	19	track grade2	16	16	0,15392
	20	unclassified	42	42	0,40404

Πίνακας 6. 4 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Οδικό δίκτυο

gis_osm_natural_a_free_1_selected_statistics					
	FID *	type	FREQUENCY	COUNT type	percentage
▶	1	cliff	1	1	100

Πίνακας 6. 5 Αποτελέσματα εργαλείου για Φύση

gis_osm_railways_free_1_selected_statistics					
	FID *	type	FREQUENCY	COUNT type	percentage
▶	1	funicular	1	1	0,735294
	2	narrow gauge	1	1	0,735294
	3	rail	28	28	20,588235
	4	subway	77	77	56,617647
	5	tram	29	29	21,323529

Πίνακας 6. 6 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Σιδηροδρομικό δίκτυο

gis_osm_waterways_free_1_selected_statistics					
	FID *	type	FREQUENCY	COUNT type	percentage
▶	1	canal	1	1	10
	2	river	2	2	20
	3	stream	7	7	70

Πίνακας 6. 7 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Υδρολογικό δίκτυο

gis_osm_places_free_1_selected_statistics					
	FID *	type	FREQUENCY	COUNT type	percentage
▶	1	locality	13	13	76,470588
	2	national capital	1	1	5,882353
	3	suburb	3	3	17,647059

Πίνακας 6. 8 Αποτελέσματα εργαλείου “Type field completeness” για Τόπους

Το εργαλείο αυτό είναι χρήσιμο στο χρήστη για:

- να πληροφορηθεί για το είδος των στοιχείων σε κάθε θεματικό επίπεδο
- να διαπιστώσει αν η ποικιλία και το είδος των στοιχείων καλύπτει τις ανάγκες του
- να διαπιστώσει εάν υπάρχουν στοιχεία χωρίς πληροφορία όσον αφορά στο είδος π.χ. στην περίπτωση των κτηρίων θα παρατηρήσετε ότι όσον αφορά το συγκεκριμένο παράδειγμα του Δήμου Αθηναίων, το 97% περίπου των στοιχείων δεν διαθέτουν τιμή στο πεδίο του είδους (Πίνακας 6.3).

6.1.3. Τοπολογικοί έλεγχοι

Η δεύτερη κατηγορία ελέγχου περιλαμβάνει τους γενικούς τοπολογικούς ελέγχους που αφορούν ένα θεματικό επίπεδο και εφαρμόζονται ανάμεσα στα στοιχεία που αυτό περιέχει. Το εργαλείο βασίζεται στην επεξεργασία των θέσεων των κορυφών των γεωχωρικών στοιχείων ενός θεματικού επιπέδου και περιλαμβάνει δύο (2) περιπτώσεις: την τοπολογία του δικτύου (οδικό, σιδηροδρομικό, υδρολογικό) και την τοπολογία των πολυγώνων (κτήρια, χρήσεις γης, φύση).

6.1.3.1. Τοπολογικοί έλεγχοι πολυγωνικών θεματικών επιπέδων (κτήρια, χρήσεις γης κ.ά.)

Για την περίπτωση της τοπολογίας των πολυγώνων το εργαλείο αυτό λειτουργεί ως εξής. Για κάθε θεματικό επίπεδο που περιέχει πολύγωνα:

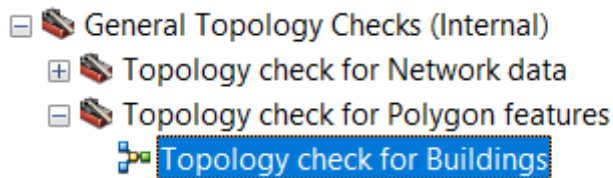
- Δημιουργεί μία δομή τοπολογίας με το όνομα του θεματικού επιπέδου (παράδειγμα για τα κτήρια θα είναι `building_topology`, για τις χρήσεις γης είναι `landuse_topology`, για τη φύση είναι `nature_topology`) ενώ για την παράμετρο Cluster Tolerance έχει οριστεί η τιμή 0,001 μέτρα.
- Προσθέτει το αντίστοιχο Feature Class (για παράδειγμα στην `building_topology` προσθέτει το `feature class building`)
- Προσθέτει τους κανόνες προς έλεγχο, που στην περίπτωση των πολυγώνων είναι `Must be larger than cluster tolerance` και `Must Not Overlap (Area)`
- Εφαρμόζει τη διαδικασία αξιολόγησης (`validate`) όπου γίνεται ο έλεγχος των κανόνων και ο προσδιορισμός των σφαλμάτων από τη μη επαλήθευσή του

- Εξάγει τα τοπολογικά λάθη που βρέθηκαν σε δύο (2) μορφές, γραμμικά και πολυγωνικά (στη συγκεκριμένη περίπτωση που η τοπολογία αφορά πολύγωνα, η δεύτερη μορφή είναι αυτή που μας ενδιαφέρει)

Επιπλέον, για κάθε θεματικό επίπεδο υπολογίζει τα παρακάτω:

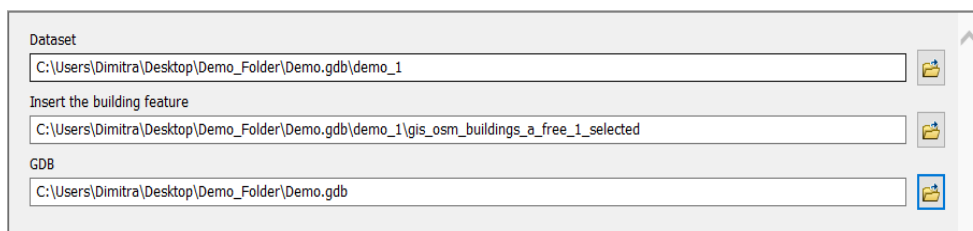
- Τον συνολικό αριθμό στοιχείων που περιλαμβάνει το χαρακτηριστικό feature class όταν εισάγεται στην Τοπολογία
- Τον συνολικό αριθμό στοιχείων που περιλαμβάνει κάθε μία από τις δύο (2) μορφές τοπολογικών λαθών που εξάγονται
- Για την περίπτωση των λαθών σε μορφή πολυγώνων, που προκύπτουν από τον έλεγχο της επικάλυψης, βρίσκει ποια από αυτά τα πολύγωνα χαρακτηρίζονται ως “sliver”, δηλαδή πολύ λεπτά και μικρά πολύγωνα που δημιουργούνται λόγω επικάλυψης των γειτονικών πολυγώνων από εσφαλμένη καταγραφή του κοινού τους ορίου. Δημιουργείται ένας πίνακας για τα λάθη αυτά με το συνολικό αριθμό των λαθών, τον αριθμό αυτών που είναι sliver polygons και το ποσοστό τους.

Ανοίγοντας το ArcMap, πηγαίνετε στο ArcToolbox, διαλέγετε το εργαλείο “Consistency and Completeness checks” και στη συνέχεια το Toolset “General Topology Checks (Internal)”. Επιλέγετε το φάκελο “Topology check for Polygon features” και το εργαλείο “Topology check for Buildings” (Εικόνα 6.23).






Εικόνα 6. 23 Εργαλείο για τοπολογικούς ελέγχους των κτηρίων “Topology check for Buildings”

Στη συνέχεια προσθέτετε το σύνολο δεδομένων (Dataset) που βρίσκεται το Feature class, εισάγετε το building feature class και τέλος τη γεωβάση (Geodatabase) που βρίσκονται τα δύο (2) προηγούμενα (Εικόνα 6.24).



Εικόνα 6. 24 Περιεχόμενο εργαλείου “Topology check for Buildings”

Αφού πατήσετε Ok, και το εργαλείο εκτελεστεί, πηγαίνοντας στο *Programs>ArcGIS > ArcCatalog* ή στην επιλογή *Catalog* του *ArcMap* θα δείτε τρεις (3) νέους πίνακες (Εικόνα 6.25).

-  building_linetopology_count
-  building_polygontopology_count
-  buildings_count_polygons_with_sliver

Εικόνα 6. 25 Πίνακες αποτελεσμάτων του εργαλείου “Topology check for Buildings”

Ο Πίνακας 6.9 building_linetopology_count περιέχει το σύνολο των σφαλμάτων (errors) που υπάρχουν σε μορφή γραμμών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι κενός.

building_linetopology_count			
	OID *	FREQUENCY	COUNT OID

Πίνακας 6. 9 Στοιχεία του πίνακα building_linetopology_count\

Ο πίνακας 6.10 building_polygontopology_count περιέχει το σύνολο των σφαλμάτων που υπάρχουν σε μορφή πολυγώνων.

building_polygontopology_count			
	OID *	COUNT	OID
	1		217

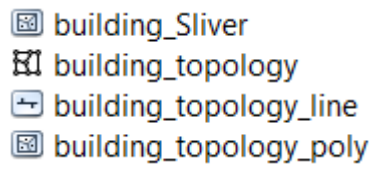
Πίνακας 6. 10 Στοιχεία του πίνακα building_polygontopology_count

Ο πίνακας 6.11 building_count_polygons_with_sliver περιέχει το σύνολο των λαθών, πόσα από αυτά οφείλονται σε sliver polygons και το ποσοστό τους.

buildings_count_polygons_with_sliver				
	OID *	Number of sliver errors	Number of errors	percentage of Sliver polygons
	1	181	217	83,410138

Πίνακας 6. 11 Στοιχεία του πίνακα building_count_polygons_with_sliver

Εκτός από τους πίνακες στατιστικών, έχουμε τη δομή της τοπολογίας , καθώς και τη γεωμετρία των σφαλμάτων σε μορφή feature class (Εικόνα 6.26).



Εικόνα 6. 26 Αποτελέσματα του εργαλείου “Topology check for Buildings” ως προς τη δομή και τη γεωμετρία

Επιπλέον ο χρήστης μπορεί να οπτικοποιήσει τα σφάλματα. Τα τοπολογικά σφάλματα που υπάρχουν στα κτήρια (building_topology) υποδεικνύονται με κόκκινο χρώμα, σύμφωνα με τη μορφή τους (area errors, line errors, point errors) (Εικόνα 6.27).



Εικόνα 6. 27 Εξαγωγή τοπολογικών σφαλμάτων στα κτήρια

Επιπλέον δημιουργείται ο χωρικός πίνακας των τοπολογικών σφαλμάτων (Εικόνα 6.28) με μορφή πολυγώνων (building_topology_poly) με τις ακόλουθες στήλες καθώς και η οπτική πληροφορία των σφαλμάτων (Εικόνα 6.29):

- Feature 1 και Feature 2 που καταγράφουν τους κωδικούς των πολύγωνων Class1 και Class2 αντίστοιχα που αποδείχθηκαν εσφαλμένα τοπολογικά ως προς τον κανόνα δηλαδή επικαλύπτονται.
- Rule Type και Rule Description που περιγράφουν το είδος του τοπολογικού κανόνα που ελέγχθηκε (εδώ must not overlap).
- Exception που καταγράφει τις περιπτώσεις που δηλώσαμε κάποιο σφάλμα ως εξαίρεση.
- Την περίμετρο (Shape Length) και το εμβαδόν (Shape Area) του πολυγώνου

- Calculate sliver, που περιλαμβάνει το αποτέλεσμα της πράξης που έγινε για να διαπιστωθεί αν το πολύγωνο θα χαρακτηριστεί ως sliver ($[Shape_Area] / [Shape_Length] \leq 1$).

OID *	Shape *	Class 1	Feature 1	Class 2	Feature 2	Rule Type	Rule Description	Exception	Shape_Length	Shape_Area	calculate_sliver
1	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64368	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64388	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	51.941065	129.842655	2.498806
2	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64369	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64389	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	40.262384	89.285103	2.192744
3	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64370	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64390	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	39.936785	86.970673	2.233638
4	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64371	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64391	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	38.813693	86.726585	2.234433
5	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64363	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64383	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	41.605317	98.759362	2.37372
6	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64362	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64382	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	42.663757	100.22725	2.349236
7	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64375	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64395	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	38.033183	85.546979	2.275565
8	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64372	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64392	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	47.192736	118.904383	2.519548
9	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64360	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64380	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	41.673973	95.719441	2.296864
10	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64361	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64381	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	43.990817	96.337136	2.189937
11	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64376	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64396	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	40.805248	101.045265	2.476281
12	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64364	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64384	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	45.785388	124.54431	2.720176
13	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64373	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64393	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	47.853394	108.989344	2.258998
14	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64365	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64385	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	43.763021	120.914072	2.762928
15	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64378	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64398	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	49.101508	126.426844	2.574806
16	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64367	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64387	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	54.230343	178.405371	3.28377
17	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64366	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64386	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	38.146226	92.038645	2.412782
18	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64377	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64397	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	49.014822	122.31792	2.495529
19	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64374	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64394	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	46.747777	117.794497	2.519788
20	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64379	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	64399	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	44.865226	113.05513	2.519883
21	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	36225	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	36242	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	4.107476	0.57173	0.139193
22	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	36676	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	36681	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	4.597372	0.055004	0.011964
23	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	10175	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	10177	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	3.72627	0.034583	0.009265
24	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	10176	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	10177	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	19.509864	0.192225	0.009342
25	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	9180	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	9181	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	37.771209	6.582141	0.174263
26	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	9168	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	9176	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	22.149456	0.987364	0.044577
27	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	9169	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	9170	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	26.843181	1.653535	0.063328
28	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	9170	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	9171	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	25.257557	2.648013	0.100848
29	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	9190	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	9191	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	18.231146	2.141877	0.117484
30	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	10011	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	10013	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	43.586048	0.812621	0.019541
31	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	10010	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	10013	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	3.453544	0.066126	0.019147
32	Polygon	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	10009	gis_osm_buildings_a_free_1_selected	10010	esnTRTAreaNoOverlap	Must Not Overlap	0	20.437237	0.681238	0.033333

Εικόνα 6. 28 Περιεχόμενα του χωρικού πίνακα *building_topology_poly*

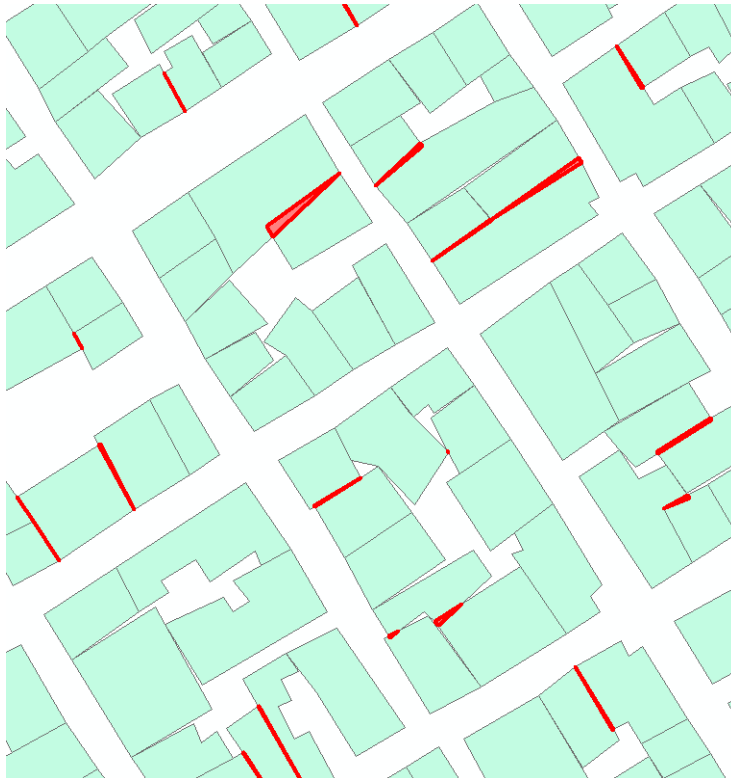


Εικόνα 6. 29 *Building_topology_poly* παράδειγμα τοπολογικού σφάλματος

Από τον πίνακα αυτό είναι δυνατό να απομονωθούν σε ένα χωρικό πίνακα μόνο πολύγωνα που χαρακτηρίστηκαν ως sliver polygons (Εικόνα 6.30) και να οπτικοποιηθούν (Εικόνα 6.31).

building_sliver											
OID *	Shape *	Class 1	Feature 1	Class 2	Feature 2	Rule Type	Rule Description	Exceptio	calculate sliver	Shape Length	Shape Area
1	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	36225	gis osm buildings a free 1 selected	36242	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.139193	4.107476	0.57173
2	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	36676	gis osm buildings a free 1 selected	36681	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.011964	4.597372	0.055004
3	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	10175	gis osm buildings a free 1 selected	10177	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.009265	3.732627	0.034563
4	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	10176	gis osm buildings a free 1 selected	10177	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.009342	19.505864	0.182225
5	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9180	gis osm buildings a free 1 selected	9181	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.174263	37.771209	6.582141
6	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9168	gis osm buildings a free 1 selected	9176	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.044577	22.149456	0.987364
7	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9169	gis osm buildings a free 1 selected	9170	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.057328	28.843181	1.653535
8	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9170	gis osm buildings a free 1 selected	9171	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.100948	26.257557	2.648013
9	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9190	gis osm buildings a free 1 selected	9191	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.117484	18.231146	2.141877
10	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	10011	gis osm buildings a free 1 selected	10013	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.019541	41.586048	0.812621
11	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	10010	gis osm buildings a free 1 selected	10013	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.019147	3.453544	0.066126
12	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	10009	gis osm buildings a free 1 selected	10010	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.033333	20.437237	0.681238
13	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9994	gis osm buildings a free 1 selected	9995	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.001303	29.356929	0.038247
14	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	10018	gis osm buildings a free 1 selected	10019	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.014586	32.409708	0.473045
15	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	32769	gis osm buildings a free 1 selected	67332	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.006818	29.210595	0.199154
16	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	32770	gis osm buildings a free 1 selected	67332	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.006815	21.400836	0.145857
17	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9899	gis osm buildings a free 1 selected	9905	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.026318	28.608697	0.752929
18	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	10003	gis osm buildings a free 1 selected	10004	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.020342	24.159474	0.491441
19	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	5897	gis osm buildings a free 1 selected	6904	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.265803	4.494858	1.194748
20	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9896	gis osm buildings a free 1 selected	9897	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.131202	47.543026	6.237743
21	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	10051	gis osm buildings a free 1 selected	10052	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.012596	20.512556	0.258371
22	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	6517	gis osm buildings a free 1 selected	6528	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.065697	17.957095	1.179729
23	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	10043	gis osm buildings a free 1 selected	10045	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.00752	2.907992	0.021869
24	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	10044	gis osm buildings a free 1 selected	10045	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.00759	29.368345	0.222909
25	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9926	gis osm buildings a free 1 selected	9927	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.055532	16.481171	0.915239
26	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9926	gis osm buildings a free 1 selected	9927	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.01489	6.77348	0.100862
27	Polygon	gis osm buildings a free 1 selected	9884	gis osm buildings a free 1 selected	9886	esnTRTAreaNoOverla	Must Not Overlap	0	0.038777	0.915987	0.03552

Εικόνα 6. 30 Περιεχόμενα του χωρικού πίνακα building_sliver



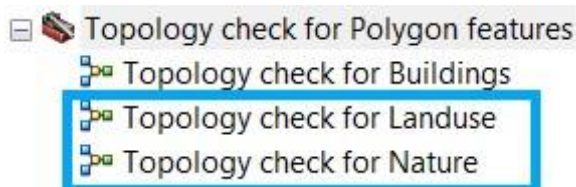
Εικόνα 6. 31 Παράδειγμα των sliver polygons ως οπτική πληροφορία τοπολογικού σφάλματος

Επιπλέον δημιουργείται ο χωρικός πίνακας των τοπολογικών σφαλμάτων (Εικόνα 6.32) με μορφή γραμμών (building_topology_line) ο οποίος είναι κενός στη συγκεκριμένη περίπτωση.

building_topology_line									
OID *	Shape *	Class 1	Feature 1	Class 2	Feature 2	Rule Type	Rule Description	Exception	Shape Length

Εικόνα 6. 32 Περιεχόμενα του χωρικού πίνακα building_topology_line

Η διαδικασία αυτή που εφαρμόστηκε παραπάνω για τα κτήρια, είναι η ίδια που εφαρμόζεται και για τις υπόλοιπες οντότητες πολυγώνων. Για τις χρήσεις γης επιλέγετε *ArcToolbox* > “*Consistency and Completeness checks*” > “*General Topology Checks*” > “*Topology check for Polygon features*” > *Topology check for Landuse*, ενώ για τα πολύγωνα της φύσης *ArcToolbox* > “*Consistency and Completeness checks*” > “*General Topology Checks*” > “*Topology check for Polygon features*” > *Topology check for Nature*. (Εικόνα 6.33).



Εικόνα 6. 33 Εργαλεία για τους τοπολογικούς ελέγχους των χρήσεων γης και πολυγώνων φύσης

Ένα ακόμη εργαλείο είναι το “*Topology check of all Polygon features (building, landuse, nature)*”, όπου σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να κάνει όλα τα παραπάνω και όχι μόνο κάποια από αυτά, μπορεί να το επιλέξει. Το εργαλείο αυτό δημιουργεί τρεις (3) Τοπολογίες και κάνει όλες τις παραπάνω διαδικασίες μαζικά (Εικόνα 6.34).



Εικόνα 6. 34 Εργαλείο *Topology check of all Polygon features(building, landuse, nature)*

6.1.3.2. Τοπολογικοί έλεγχοι γραμμικών θεματικών επιπέδων δικτύων(οδικό, σιδηροδρομικό και υδρογραφικό)

Συνέχεια έχουν οι τοπολογικοί έλεγχοι των γραμμικών θεματικών επιπέδων δικτύων όπως το οδικό, σιδηροδρομικό και υδρογραφικό. Το εργαλείο λειτουργεί ως εξής:

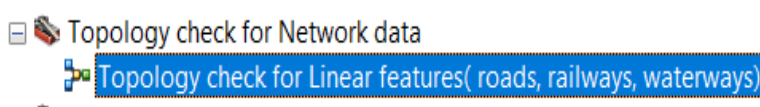
- Δημιουργεί μία δομή τοπολογίας με το όνομα *lines_topology*.
- Προσθέτει τις γραμμικές οντότητες, δηλαδή το οδικό, το σιδηροδρομικό και το υδρολογικό δίκτυο.
- Προσθέτει Κανόνες οι οποίοι είναι: *Roads Must Not Overlap (Line)*, *Roads Must Not Self-Overlap (Line)*, *Roads Must Not Self-Intersect (Line)*, *Roads Must Not Overlap With (Line-Line)* *Railways* και *Roads Must Not Overlap With (Line-Line) Waterways*.

- Εφαρμόζει τη διαδικασία αξιολόγησης (validate) όπου γίνεται ο έλεγχος των κανόνων και ο προσδιορισμός των σφαλμάτων από τη μη επαλήθευσή τους.
- Εξάγει τα τοπολογικά λάθη που βρέθηκαν σε δύο (2) μορφές γεωμετρίας, σημειακά και γραμμικά.

Επιπλέον, για κάθε ένα από τα δίκτυα, ο έλεγχος γεωμετρίας δημιουργεί :

- Πίνακα με το σύνολο των στοιχείων που ελέγχθηκαν.
- Πίνακα με τον συνολικό αριθμό στοιχείων που περιλαμβάνει κάθε μία από τις δύο (2) μορφές τοπολογικών λαθών που εξάγονται.

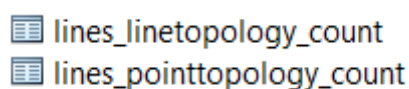
Ανοίγοντας το ArcMap, πηγαίνετε στο ArcToolbox, διαλέγετε το εργαλείο “*Consistency and Completeness checks*” και στη συνέχεια το Toolset “*General Topology Checks*”. Επιλέγετε το φάκελο “*Topology check for Network data*” και το εργαλείο “*Topology check for Linear features (roads, railways, waterways)*” (Εικόνα 6.35). Στη συνέχεια προσθέτετε το σύνολο δεδομένων (Dataset) που βρίσκονται τα Feature Classes, εισάγετε τη γεωβάση (Geodatabase) και τέλος τις τρεις (3) γραμμικές οντότητες (Εικόνα 6.36). Αφού πατήσετε Ok και ολοκληρωθεί η εκτέλεση του προγράμματος, πηγαίνοντας στο *Programs>ArcGIS > ArcCatalog* ή στην επιλογή *Catalog* του *ArcMap* θα δείτε τους νέους πίνακες (Εικόνα 6.37) οι οποίοι περιλαμβάνουν το σύνολο των errors στις διάφορες μορφές (σημείο, γραμμή).



Εικόνα 6. 35 Εργαλείο “*Topology check for Linear features (roads, railways, waterways)*”



Εικόνα 6. 36 Περιεχόμενο του εργαλείου “*Topology check for Linear features (roads, railways, waterways)*”



Εικόνα 6. 37 Πίνακες αποτελεσμάτων του εργαλείου “*Topology check for Linear features (roads, railways, waterways)*”

Φυσικά, επειδή εδώ η τοπολογία αφορά γραμμικές οντότητες, τα λάθη θα φαίνονται στον πίνακα `lines_linetopology_count`, ενώ ο άλλος πίνακας θα είναι κενός. Ο πρώτος Πίνακας 6.12, `lines_topology_count` περιέχει το σύνολο των τοπολογικών λαθών σε μορφή γραμμών. Ο δεύτερος Πίνακας 6.13 `lines_pointtopology_count` περιέχει το σύνολο των τοπολογικών λαθών σε μορφή σημείων (στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι κενός).




lines_linetopology_count	
OID *	Number of errors
1	32

Πίνακας 6. 12 Στοιχεία του πίνακα `lines_topology_count`

lines_pointtopology_count	
OID *	Number of errors

Πίνακας 6. 13 Στοιχεία του πίνακα `lines_pointtopology_count`

Εκτός από τους πίνακες στατιστικών, έχουμε τη δομή της τοπολογίας, καθώς και τη γεωμετρία των σφαλμάτων σε μορφή `feature class` (Εικόνα 6.38). Πιο συγκεκριμένα, έχουμε τα τη δομή της τοπολογίας με τα τοπολογικά σφάλματα που υπάρχουν στο δίκτυο (`lines_topology`) με κόκκινο χρώμα, σύμφωνα με τη μορφή τους (`area errors`, `line errors`, `point errors`) (Εικόνα 6.39).

-  `lines_topology`
-  `lines_topology_line`
-  `lines_topology_point`

Εικόνα 6. 38 Αποτελέσματα του εργαλείου “Topology check for Linear features (roads, railways, waterways) ως προς τη δομή και τη γεωμετρία



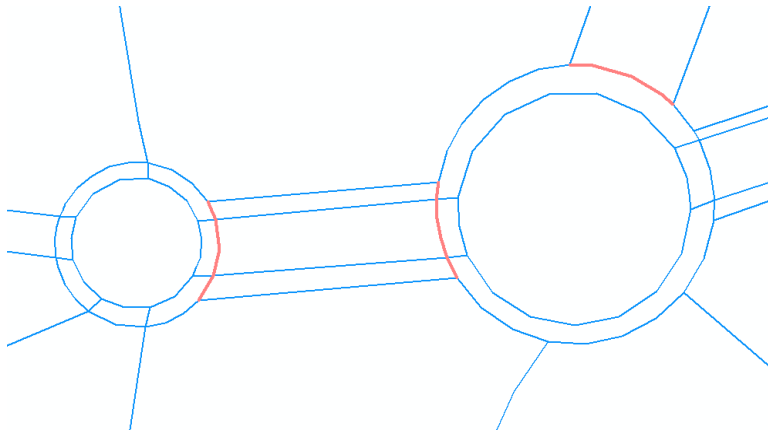
Εικόνα 6. 39 Εξαγωγή τοπολογικών σφαλμάτων στο δίκτυο

Ακόμα δημιουργείται ένας χωρικός πίνακας των τοπολογικών σφαλμάτων (Εικόνα 6.40) σε γραμμική μορφή (lines_topology_line) με τις ακόλουθες στήλες και η αντίστοιχη οπτική πληροφορία (Εικόνα 6.41):

- Feature 1 και Feature 2 που αποτελούν τις δύο γραμμικές οντότητες Class 1 και Class 2 αντίστοιχα που αποδείχθηκαν εσφαλμένες τοπολογικά ως προς τον κανόνα.
- Rule Type και Rule Description που περιγράφουν το είδος του τοπολογικού κανόνα που παραβιάζεται.
- Exception σε περίπτωση που δηλώσαμε κάποιο σφάλμα ως εξαίρεση.
- Το μήκος της γραμμικής οντότητας (Shape Length).

OID*	Shape*	Class 1	Feature 1	Class 2	Feature 2	Rule Type	Rule Description	Exception	Shape Length
1	Polyline	gis osm roads free 1 selected	5306	gis osm roads free 1 selected	9459	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	69.729879
2	Polyline	gis osm roads free 1 selected	4440	gis osm roads free 1 selected	8388	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	6.946217
3	Polyline	gis osm roads free 1 selected	1818	gis osm railways free 1 selected	9	esnrTRLineNoOverlapLine	Must Not Overlap With	0	253.236891
4	Polyline	gis osm roads free 1 selected	9130	gis osm railways free 1 selected	109	esnrTRLineNoOverlapLine	Must Not Overlap With	0	78.870128
5	Polyline	gis osm roads free 1 selected	9134	gis osm railways free 1 selected	111	esnrTRLineNoOverlapLine	Must Not Overlap With	0	15.919311
6	Polyline	gis osm roads free 1 selected	9136	gis osm railways free 1 selected	112	esnrTRLineNoOverlapLine	Must Not Overlap With	0	40.220872
7	Polyline	gis osm roads free 1 selected	7919	gis osm roads free 1 selected	7925	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	53.47219
8	Polyline	gis osm roads free 1 selected	7919	gis osm roads free 1 selected	8104	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	65.459725
9	Polyline	gis osm roads free 1 selected	3740	gis osm roads free 1 selected	7401	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	21.402355
10	Polyline	gis osm roads free 1 selected	3740	gis osm roads free 1 selected	3752	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	9.672131
11	Polyline	gis osm roads free 1 selected	3740	gis osm roads free 1 selected	8589	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	11.574895
12	Polyline	gis osm roads free 1 selected	8164	gis osm roads free 1 selected	8165	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	38.229964
13	Polyline	gis osm roads free 1 selected	8164	gis osm roads free 1 selected	8167	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	21.893075
14	Polyline	gis osm roads free 1 selected	8162	gis osm roads free 1 selected	8164	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	42.27414
15	Polyline	gis osm roads free 1 selected	8160	gis osm roads free 1 selected	8164	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	3.196189
16	Polyline	gis osm roads free 1 selected	7390	gis osm roads free 1 selected	8704	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	0.802205
17	Polyline	gis osm roads free 1 selected	2889	gis osm roads free 1 selected	7544	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	40.741608
18	Polyline	gis osm roads free 1 selected	7543	gis osm roads free 1 selected	7544	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	26.439964
19	Polyline	gis osm roads free 1 selected	2774	gis osm roads free 1 selected	10377	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	0.200331
20	Polyline	gis osm roads free 1 selected	1362	gis osm roads free 1 selected	9102	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	23.737162
21	Polyline	gis osm roads free 1 selected	6653	gis osm roads free 1 selected	6654	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	17.215595
22	Polyline	gis osm roads free 1 selected	6653	gis osm roads free 1 selected	6656	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	16.344497
23	Polyline	gis osm roads free 1 selected	6666	gis osm roads free 1 selected	6674	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	18.677076
24	Polyline	gis osm roads free 1 selected	6674	gis osm roads free 1 selected	9437	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	19.06138
25	Polyline	gis osm roads free 1 selected	6417	gis osm railways free 1 selected	122	esnrTRLineNoOverlapLine	Must Not Overlap With	0	0.238622
26	Polyline	gis osm roads free 1 selected	9469	gis osm roads free 1 selected	10348	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	3.237743
27	Polyline	gis osm roads free 1 selected	1197	gis osm roads free 1 selected	10278	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	6.406507
28	Polyline	gis osm roads free 1 selected	4905	gis osm roads free 1 selected	4908	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	11.885247
29	Polyline	gis osm roads free 1 selected	7813	gis osm roads free 1 selected	8803	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	7.158623
30	Polyline	gis osm roads free 1 selected	7577	gis osm roads free 1 selected	8802	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	6.802007
31	Polyline	gis osm roads free 1 selected	7812	gis osm roads free 1 selected	8802	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	6.802007
32	Polyline	gis osm roads free 1 selected	7577	gis osm roads free 1 selected	7812	esnrTRLineNoOverlap	Must Not Overlap	0	6.802007

Εικόνα 6. 40 Περιεχόμενα του χωρικού πίνακα lines_topology_line



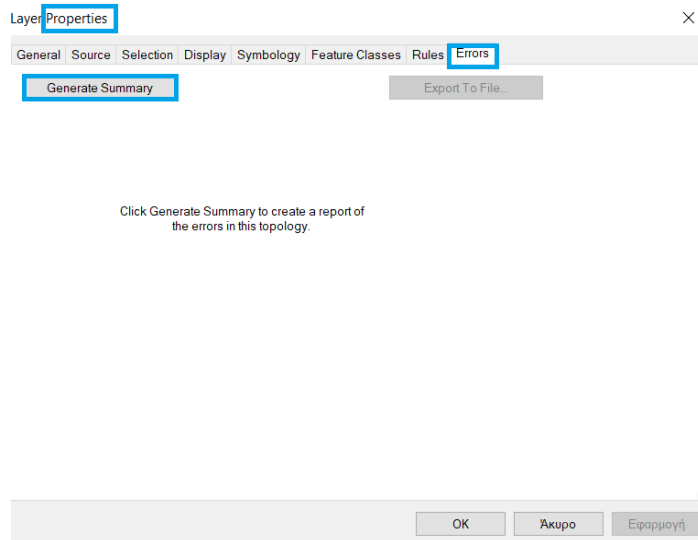
Εικόνα 6. 41 Οπτική πληροφορία γραμμικού σφάλματος *Lines_topology_line*

Ακόμα δημιουργείται ένας χωρικός πίνακας των τοπολογικών σφαλμάτων σε σημειακή μορφή (*lines_topology_point*) ο οποίος στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι κενός (Εικόνα 6.42).

lines_topology_point									
OID*	Shape*	Class 1	Feature 1	Class 2	Feature 2	Rule Type	Rule Description	Exception	

Εικόνα 6. 42 Περιεχόμενο χωρικού πίνακα *lines_topology_point*

Τέλος, σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις τοπολογίας, ο χρήστης μπορεί να πληροφορηθεί για τον αριθμό των σφαλμάτων και το είδος του κανόνα που παραβιάστηκε μέσα από την αναφορά της δομής τοπολογίας, επιλέγοντας το *Properties* της τοπολογίας και στην επιλογή *Errors* το *Generate Summary* (Εικόνα 6.43), (Εικόνα 6.44).



Εικόνα 6. 43 Properties > Errors > Generate Summary

Layer Properties

Rule	Errors	Exceptions
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	0	0
Must Not Overlap		
gis_osm_roads_free_1_selected	27	0
Must Not Overlap With		
gis_osm_roads_free_1_selected, gis_osm_water...	0	0
gis_osm_roads_free_1_selected, gis_osm_railwa...	5	0
Must Not Self-Overlap		
gis_osm_roads_free_1_selected	0	0
Must Not Self-Intersect		
gis_osm_roads_free_1_selected	0	0
Total	32	0

Εικόνα 6. 44 Παράδειγμα αναφοράς τοπολογικών σφαλμάτων στη δομή τοπολογίας του δικτύου

6.1.4. Τοπο – εννοιολογικοί έλεγχοι

Αυτή η κατηγορία ελέγχου, αφορά τους τοπο – εννοιολογικούς ελέγχους και περιλαμβάνει δύο (2) ομάδες εργαλείων. Το πρώτο ονομάζεται “*Topo - Semantic checks for POIs*” και περιλαμβάνει ελέγχους συνέπειας ανάμεσα στα Σημεία Ενδιαφέροντος και στα υπόλοιπα θεματικά επίπεδα ως προς το είδος και ως προς τη γεωμετρία τους. Το δεύτερο ονομάζεται “*Topo - Semantic checks for Buildings, Landuse and Nature*” και περιλαμβάνει ελέγχους συνέπειας μεταξύ των πολυγωνικών οντοτήτων ως προς το είδος.

6.1.4.1. Τοπο – εννοιολογικοί έλεγχοι για τα Σημεία Ενδιαφέροντος ως προς Κτήρια, Οδικό δίκτυο, Σιδηροδρομικό δίκτυο και Φυσικά πολύγωνα

Οι έλεγχοι εφαρμόζονται προκειμένου να εξαχθούν τα τοπολογικά και ταυτόχρονα εννοιολογικά λάθη που υπάρχουν. Αρχικά όταν αναφερόμαστε σε **Σημεία Ενδιαφέροντος** εννοούμε τα παρακάτω είδη βάσει των στοιχείων του OSM:

- Σημεία Διαμονής
- Τράπεζες
- Καφετέριες – Εστιατόρια
- Αλυσίδες Καταστημάτων
- Εκπαίδευση
- Ψυχαγωγία – Πολιτισμός
- Πρατήρια Κανσίμων
- Καζίνο
- Αγορές
- Σημεία Θρησκευτικού Ενδιαφέροντος
- Υγεία
- Αξιοθέατα
- Πάρκα
- Μεταφορές – Συγκοινωνίες
- Υπηρεσίες
- Δημόσιοι Χώροι

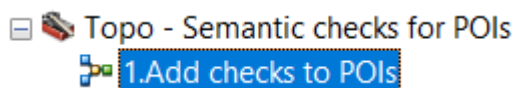
Αυτά αποτελούν ορισμένες από τις κατηγορίες που υπάρχουν. Τα σημεία αυτά έχουν κάποιες προκαθορισμένες θέσεις ως προς τις άλλες χωρικές οντότητες που πρέπει να βρίσκονται. Για παράδειγμα, οι Υπηρεσίες και τα Σημεία Διαμονής πρέπει να βρίσκονται εντός κτηρίων και όχι πάνω σε δρόμο, τα σημεία που αφορούν τις Συγκοινωνίες όπως Στάσεις Λεωφορείων πρέπει να βρίσκονται εκτός κτηρίων αλλά εκτός δρόμου κ.τ.λ. Έτσι εξηγείται η ορολογία “ τοπο – εννοιολογική” διότι τα σημεία αυτά πρέπει να είναι ορθά τοπολογικά σε σχέση με τα άλλα θεματικά επίπεδα ώστε να εξασφαλίζεται η λογική συνέπεια των δεδομένων συνδυάζοντας παράλληλα και την έννοια τους. Η ακρίβεια της θέση τους δεν μπορεί να ελεγχθεί παρά μόνο με τη χρήση μιας άλλης εξωτερικής πηγής των ιδίων δεδομένων.

Το εργαλείο αυτό αποτελείται από δύο συνδεδεμένες λειτουργίες και μία άλλη ξεχωριστή. Η πρώτη δημιουργεί στην σημειακή οντότητα της περιοχής ενδιαφέροντος επτά (7) πεδία όπου το καθένα αποτελεί μία ξεχωριστή κατηγορία ελέγχου ανάλογα με το είδος του σημείου καθώς και ακόμη επτά (7) πεδία που σχετίζονται με τις κατηγορίες και είναι βοηθητικά για το χρήστη μετά την εκτέλεση του εργαλείου. Οι κατηγορίες είναι οι εξής:

1. **Σημεία Ενδιαφέροντος** που πρέπει να βρίσκονται **εντός Κτηρίων** (POIs must be inside buildings).
2. **Σημεία Ενδιαφέροντος** που εννοιολογικά σχετίζονται με το Οδικό Δίκτυο και πρέπει να βρίσκονται **εκτός Οδικού Δικτυού** (POIs of roads that must be outside of Roads).
3. **Σημεία Ενδιαφέροντος** που εννοιολογικά σχετίζονται με το Οδικό Δίκτυο και πρέπει να βρίσκονται **εκτός Κτηρίων** (POIs of roads that must be outside of Buildings).
4. **Σημεία Ενδιαφέροντος** που εννοιολογικά σχετίζονται με το Οδικό Δίκτυο που πρέπει να βρίσκονται **επάνω στο Οδικό Δίκτυο** (POIs that should be on Roads).
5. **Σημεία Ενδιαφέροντος** που πρέπει να βρίσκονται **εκτός των πολυγώνων της Φύσης** (POIs must be outside of Natural).
6. **Σημεία Ενδιαφέροντος** που εννοιολογικά σχετίζονται με το Σιδηροδρομικό Δίκτυο και πρέπει να βρίσκονται **επάνω στο Σιδηροδρομικό Δίκτυο** (POIs that should be on Railways).
7. **Σημεία Ενδιαφέροντος** που εννοιολογικά σχετίζονται με το Οδικό Δίκτυο και πρέπει να βρίσκονται **εντός Κτηρίων** (POIs of roads that must be inside of Buildings).

Η δεύτερη λειτουργία εφαρμόζει επαναληπτικά για όλα τα Σημεία Ενδιαφέροντος ελέγχους ανά κατηγορία, δημιουργεί 7 νέα feature classes που περιλαμβάνουν τα σφάλματα (errors) της κάθε κατηγορίας και επιπλέον εξάγει τα αποτελέσματα μαζί με στατιστικούς δείκτες σε πίνακες.

Ξεκινώντας για την εφαρμογή του εργαλείου, επιλέγετε από το περιβάλλον του ArcMap *ArcToolbox > Consistency and Completeness checks > Topo - Semantic checks for POIs > 1.Add checks to POIs* που είναι η πρώτη λειτουργία (Εικόνα 6.45).

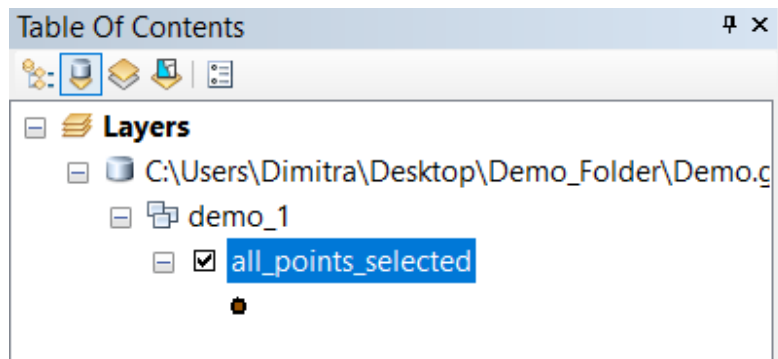


Εικόνα 6. 45 Επιλογή εργαλείου Add checks to POIs

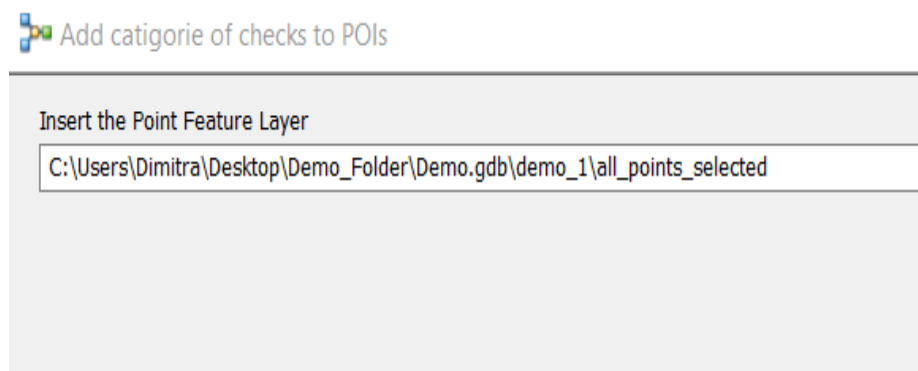
Η λειτουργία αυτή εφαρμόζεται στο Feature Class που περιέχει τα Σημεία Ενδιαφέροντος που θα ελεγχθούν π.χ. All_Points_selected (Εικόνα 6.46). Σε παραπάνω προαιρετική διαδικασία, υπάρχει περιγραφή εργαλείου το οποίο για τους χρήστες που έχουν τα σημειακά δεδομένα τους που περιλαμβάνουν τα Σημεία Ενδιαφέροντος σε παραπάνω από ένα Feature class, εφαρμόζει συγχώνευση σε ένα ενιαίο, προκειμένου να επιτευχθεί σωστά η κατηγορία αυτή των ελέγχων.

Πατώντας πάνω στο εργαλείο (Εικόνα 6.47), εισάγετε το Point Feature Class, το οποίο πρώτα θα πρέπει να το έχετε προσθέσει σαν Layer στο ArcMap και να το επιλέξετε από εκεί. Αφού πατήσετε Ok και εκτελεστεί το εργαλείο, πηγαίνοντας στο Attribute Table του Point Feature θα δείτε ότι έχουν προστεθεί καινούρια πεδία που ανάλογα με το είδος του Σημείου θα κατηγοριοποιούνται σε 7 διαφορετικούς ελέγχους (Εικόνα 6.48), (Εικόνα 6.49), (Εικόνα 6.50), (Εικόνα 6.51), (Εικόνα 6.52), (Εικόνα 6.53), Εικόνα 6.54).

Πιο συγκεκριμένα ο χωρικός πίνακας θα περιέχει:



Εικόνα 6. 46 Σημειακή οντότητα στον πίνακα των Layers



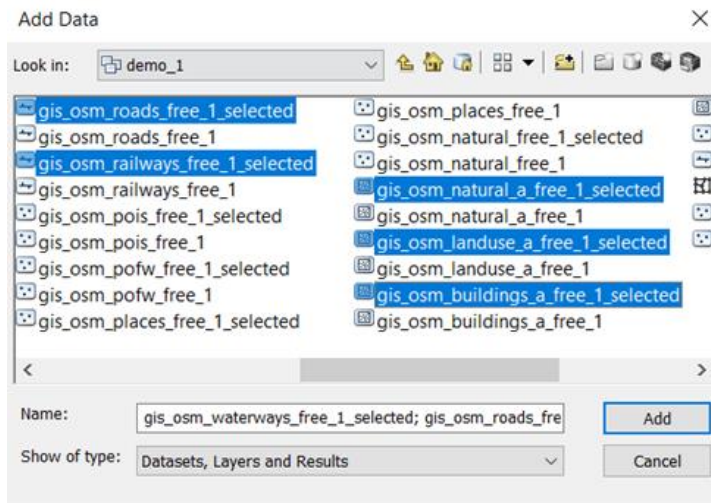
Εικόνα 6. 47 Περιεχόμενο εργαλείου Add categorie of checks to POIs

type	catigorie5
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
hospital	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
hotel	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
fast food	POIs must be outside of Natural
fast food	POIs must be outside of Natural
bar	POIs must be outside of Natural
school	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
fast food	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
cinema	POIs must be outside of Natural
fast food	POIs must be outside of Natural
school	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
fast food	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural
restaurant	POIs must be outside of Natural
bus stop	POIs must be outside of Natural

Εικόνα 6. 52 Απόσπασμα για catigorie5 και type

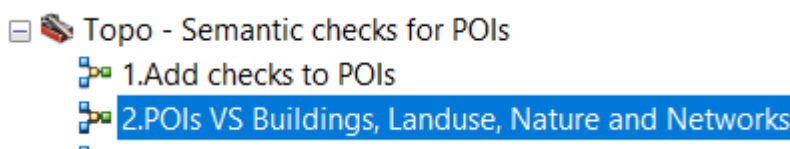
type	catigorie6
tram stop	POIs that should be on Railways
tram stop	POIs that should be on Railways
tram stop	POIs that should be on Railways
tram stop	POIs that should be on Railways
tram stop	POIs that should be on Railways
tram stop	POIs that should be on Railways
tram stop	POIs that should be on Railways
tram stop	POIs that should be on Railways
tram stop	POIs that should be on Railways
tram stop	POIs that should be on Railways

Εικόνα 6. 53 Απόσπασμα για catigorie6 και type

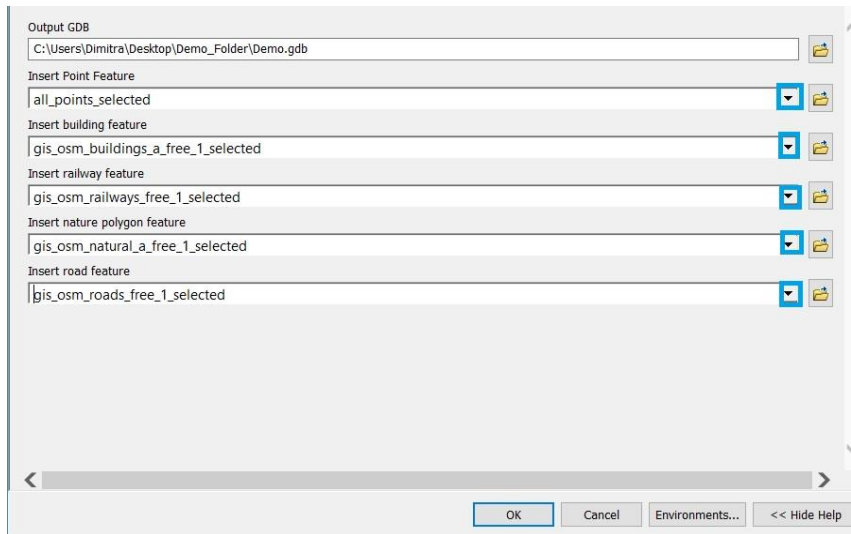


Εικόνα 6. 56 Επιλογή των επιθυμητών οντοτήτων για εισαγωγή στον πίνακα των Layers

Από το ArcToolbox επιλέγετε *Consistency and Completeness checks > Topo - Semantic checks for POIs > 2.POIs VS Buildings, Landuse, Nature and Networks* (Εικόνα 6.57). Το εργαλείο θα σας ζητήσει να εισάγετε την γεωβάση, τα σημεία (Point Feature) δηλαδή τη σημειακή οντότητα που χρησιμοποιήσατε πριν και προσθέσατε ως πεδία τις κατηγορίες, τα κτήρια (Building Feature), το οδικό δίκτυο (Road Feature), το σιδηροδρομικό δίκτυο (Railway Feature) και τέλος τα πολύγωνα της φύσης (Natural Polygon Feature). Αυτό το κάνετε πατώντας κάθε φορά το βελάκι και επιλέγοντας τα Features από τον Πίνακα των Layers (Εικόνα 6.58).



Εικόνα 6. 57 Εργαλείο POIs VS Buildings, Landuse, Nature and Network (geometry)



Εικόνα 6. 58 Περιεχόμενο του εργαλείου Εργαλείο POIs VS Buildings, Landuse, Nature and Network (geometry)

Μετά την επιτυχή εκτέλεση του θα έχετε τα εξής αποτελέσματα. Στο γενικό Point Feature class που χρησιμοποιήσατε για τον έλεγχο όλων των Σημείων Ενδιαφέροντος και περιέχει και τα πεδία των **κατηγοριών ελέγχου (catigorie1-catigorie7)**, προστέθηκαν επιπλέον οι τιμές στα **πεδία (checkcat1-checkcat7) error ή correct** ανάλογα με το αν το σημείο πέρασε τον έλεγχο ή όχι, καθώς και τα νέα **πεδία απόστασης**. Τα πεδία απόστασης είναι δύο (2) για κάθε κατηγορία και το ένα αναφέρεται στο **OBJECTID** του Feature class που ήταν στον έλεγχο με την ονομασία **near_** ακολουθούμενο από το αντίστοιχο feature class και τον αριθμό της κατηγορίας και το δεύτερο αναφέρεται στην απόσταση του σημείου από το αντίστοιχο feature class του ελέγχου με την ονομασία **near_distance** ακολουθούμενο από τον αριθμό της κατηγορίας. Στον πίνακα ιδιοτήτων του Point feature (Εικόνα 6.59, Εικόνα 6.60) θα δείτε για παράδειγμα, για το κάθε είδος του σημείου ενδιαφέροντος (**type**), στο πεδίο **catigorie1** τον τίτλο της κατηγορίας **POIs must be inside of buildings**, στο πεδίο **catigorie2** τον τίτλο της κατηγορίας **POIs of roads that must be outside of Road**, στα αντίστοιχα πεδία **checkcat1, checkcat2** το αν πέρασε (**correct**) ή όχι τον έλεγχο (**error**) ή αν δεν συμμετείχε στον έλεγχο (**Null**), το **OBJECTID** του feature class ως προς το οποίο ελέγχθηκε στο πεδία **near_building1, near_road2** και την απόσταση του από αυτό **near_distance1, near_diastance2**. Σε περίπτωση που ο έλεγχος επαληθεύεται, η τιμή της απόστασης θα είναι Null καθώς υπολογίζεται μόνο για τα σφάλματα. Τα αντίστοιχα ισχύουν για όλες τις κατηγορίες και στο Point Feature class μπορείτε να τα δείτε όλα μαζί σε έναν πίνακα.

type	catigorie1	checkcat1	near_building1	near_distance1
pharmacy	POIs must be inside buildings	error	57645	8.73824523926838
fast food	POIs must be inside buildings	error	176	7.44891458505628
restaurant	POIs must be inside buildings	error	1291	1.29552832727251
bank	POIs must be inside buildings	error	57319	5.68571974370349
bar	POIs must be inside buildings	error	9237	2.04978821472777E-02
fast food	POIs must be inside buildings	error	9352	0
restaurant	POIs must be inside buildings	error	8421	0
bar	POIs must be inside buildings	error	8436	1.56038453066474E-03
bar	POIs must be inside buildings	error	30235	4.32700332487458E-03
cafe	POIs must be inside buildings	error	50318	0
fast food	POIs must be inside buildings	correct	<Null>	<Null>
pharmacy	POIs must be inside buildings	correct	<Null>	<Null>
bank	POIs must be inside buildings	correct	<Null>	<Null>
police	POIs must be inside buildings	correct	<Null>	<Null>
hotel	POIs must be inside buildings	correct	<Null>	<Null>
restaurant	POIs must be inside buildings	correct	<Null>	<Null>

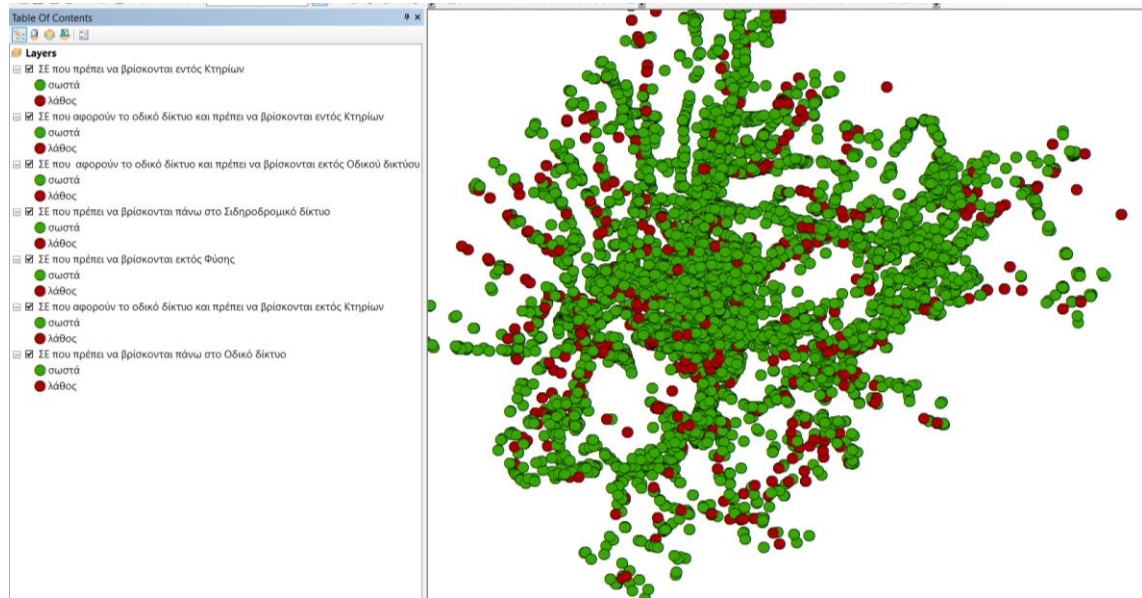
Εικόνα 6. 59 Περιεχόμενου του χωρικού πίνακα της σημειακής οντότητας

type	catigorie2	checkcat2	near_road2	near_distance2
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	error	6971	0
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	correct	<Null>	<Null>
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	error	2839	0
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	error	4998	0
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	error	650	0
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	error	7615	0
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	correct	<Null>	<Null>
bus station	POIs of roads that must be outside of Roads	correct	<Null>	<Null>
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	error	2344	0
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	error	7487	0
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	correct	<Null>	<Null>
bus stop	POIs of roads that must be outside of Roads	correct	<Null>	<Null>

Εικόνα 6. 60 Περιεχόμενου του χωρικού πίνακα της σημειακής οντότητας

Έκτος από το γενικό πίνακα των σημείων που μπορείτε να δείτε για όλες τις κατηγορίες τα αποτελέσματα, για τα εσφαλμένα σημεία αποκλειστικά δημιουργούνται επτά (7) νέα feature classes με ονομασία error_cat1, error_cat2, error_cat3, error_cat4, error_cat5, error_cat6, error_cat7 όπου το καθένα περιέχει τα σημεία που αποτελούν σφάλματα της κάθε κατηγορίας. Ο χωρικός πίνακας του κάθε feature class από τα παραπάνω θα περιέχει το πεδίο checkcat που υπάρχει σε κάθε οντότητα και θα έχει την τιμή error, την απόσταση του κάθε σημείου από το Feature class ως προς το οποίο ελέγχθηκε (Near Distance) καθώς και τον κωδικό του (OBJECTID).

Πιο συγκεκριμένα για τα αποτελέσματα ως προς τα error_cat1, error_cat2, error_cat3, error_cat4, error_cat5, error_cat6, error_cat7 δίνεται ένα παράδειγμα της οπτικής πληροφορίας που θα έχετε (Εικόνα 6.61)



Εικόνα 6. 61 Με κόκκινο χρώμα είναι τα σφάλματα του κάθε ελέγχου και με πράσινο τα σωστά

Επίσης έχει δημιουργηθεί ένα template προς τους χρήστες για διευκόλυνση της απεικόνισης το οποίο περιέχει όλες τις κατηγορίες σφαλμάτων και τις οπτικοποιεί όπως η παραπάνω Εικόνα 6.61 με αποτέλεσμα οι χρήστες να χρειάζεται μόνο να εισάγουν τη δική τους βάση που περιέχει τα δικό τους σύνολο δεδομένων που επιθυμούν να ελεγχθεί.

Τέλος, για κάθε κατηγορία ελέγχου, δημιουργούνται επτά (7) πίνακες στατιστικών, ένας για κάθε κατηγορία με ονομασία **error_and_results_catigorie** (Εικόνα 6.62) όπου ο καθένας περιέχει για την αντίστοιχη κατηγορία τον συνολικό αριθμό των σφαλμάτων (**Number of errors**), τον συνολικό αριθμό που ελέγχθηκε (**Number of features checked**), και το ποσοστό των σφαλμάτων (**percentage of errors**) (Πίνακας 6.14).

- error_and_results_catigorie1
- error_and_results_catigorie2
- error_and_results_catigorie3
- error_and_results_catigorie4
- error_and_results_catigorie5
- error_and_results_catigorie6
- error_and_results_catigorie7

Εικόνα 6. 62 Επτά πίνακες στατιστικών για την κάθε κατηγορία

error_and_results_categorie1			
OBJECTID *	Number of errors	Number of features checked	percentage of error1
1	250	2921	8.558713
error_and_results_categorie2			
OBJECTID *	Number of errors	Number of features checked	percentage of error2
1	312	936	33.333333
error_and_results_categorie3			
OBJECTID *	Number of errors	Number of features checked	percentage of error3
1	34	3485	0.97561
error_and_results_categorie4			
OBJECTID *	Number of errors	Number of features checked	percentage of error4
1	74	2598	2.848345
error_and_results_categorie5			
OBJECTID *	Number of errors	Number of features checked	percentage of error5
1	1	4072	0.024558
error_and_results_categorie6			
OBJECTID *	Number of errors	Number of features checked	percentage of error6
1	8	250	3.2
error_and_results_categorie7			
OBJECTID *	Number of errors	Number of features checked	percentage of errors7
1	18	250	7.2

Πίνακας 6. 14 Πίνακες με στατιστικούς δείκτες της κάθε κατηγορίας

6.1.4.2. Τοπο – εννοιολογικοί έλεγχοι για τα Σημεία Ενδιαφέροντος ως προς Buildings, Landuse and Nature (type) ως προς τη συμφωνία της περιγραφής

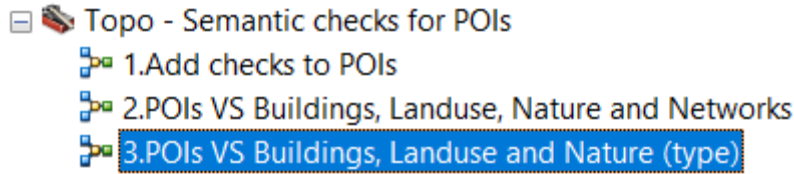
Στην ενότητα 6.1.2 έγινε η εφαρμογή του εργαλείου πληρότητας το οποίο έδωσε σαν αποτέλεσμα τις διαφορετικές τιμές που παίρνει το πεδίο του είδους για κάθε θεματικό επίπεδο. Διαπιστώθηκε ότι ορισμένες οντότητες είχαν κοινές τιμές ως προς το είδος. Για παράδειγμα τα σημεία ενδιαφέροντος με τα κτήρια, τα πολύγωνα φύσης και τις χρήσεις γης. Είναι λογικό επομένως να διερευνηθεί αν η ταύτιση αυτή είναι δόκιμη στην περιοχή ενδιαφέροντος και αν η περιγραφική πληροφορία είναι ικανοποιητική.

Για τα παραπάνω, υπάρχει η τρίτη λειτουργία του συνόλου εργαλείων Τοπο - Semantic checks for POIs και αφορά τους ελέγχους μεταξύ των πολυγώνων και των Σημείων Ενδιαφέροντος συγκεκριμένα μεταξύ των Point, Building, Landuse και Nature και εφαρμόζεται προκειμένου να φανεί και σε αυτή την περίπτωση η πληρότητα των δεδομένων ως προς το πεδίο του είδους καθώς και αν υπάρχουν σφάλματα παράλειψης και η συνέπεια.

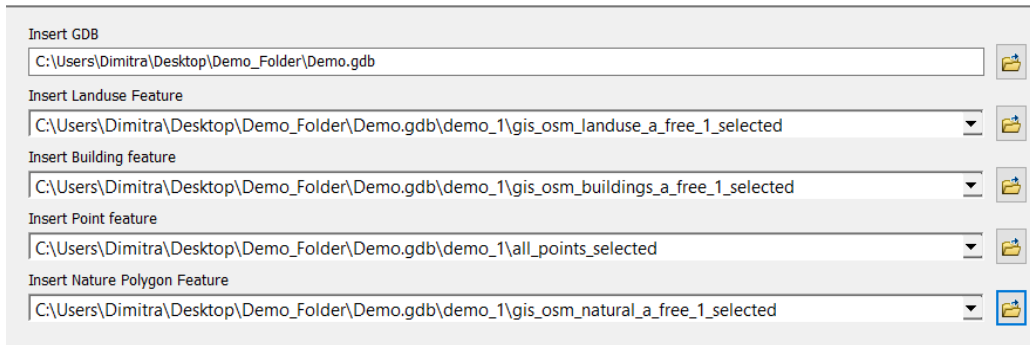
Λειτουργεί ως εξής:

- Δημιουργεί τρία (3) νέα Features σε μορφή σημείων χρησιμοποιώντας το εργαλείο Intersect όπου το καθένα αποτελεί την τομή ανάμεσα στα POIs και στην κάθε φορά διαφορετική χωρική οντότητα πολυγώνων.
- Για κάθε νέο Feature βρίσκει τα στοιχεία αυτά όπου υπάρχει ταύτιση περιγραφικής πληροφορίας και από τα δύο χαρακτηριστικά.
- Εξάγει πίνακες με τα αποτελέσματα της διαδικασίας.

Για την εκτέλεση του επιλέγετε *ArcToolbox > Consistency and Completeness checks > Τοπο - Semantic checks for POIs > 3.POIs VS Buildings, Landuse and Nature(type)* (Εικόνα 6.63). Στα πεδία που απαιτούνται για την εκτέλεση εισάγετε αρχικά τη γεωβάση σας και έπειτα τις χρήσεις γης, τα κτήρια, τα σημεία ενδιαφέροντος και τα πολύγωνα τη φύσης (Εικόνα 6.64). Αφού πατήσετε Ok και γίνει η εκτέλεση του εργαλείου, θα δείτε στο *Catalog* ή στον *κατάλογο των Layers* τα νέα Features και τους πίνακες που αναφέρθηκαν παραπάνω.

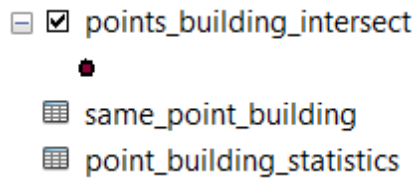


Εικόνα 6. 63 Εργαλείο POIs VS Buildings, Landuse and Nature (type)



Εικόνα 6. 64 Περιεχόμενο εργαλείου POIs VS Buildings, Landuse and Nature (type)

Για την πρώτο έλεγχο ανάμεσα στα Point Feature και Building Feature θα έχετε τα παρακάτω αποτελέσματα



Εικόνα 6. 65 Αποτελέσματα ένωσης ΣΕ με κτήρια

Το νέο σημειακό Feature class που δημιουργήθηκε point_building_intersect περιλαμβάνει τα στοιχεία τομής και περιέχει τα στοιχεία που επικαλύπτονται σε χωρικό πίνακα (Εικόνα 6.66) και σε οπτική πληροφορία (Εικόνα 6.67).

points_building_intersect											
OBJECTID*	Shape*	FID all poin	osm id	code	name	type	FID gis osm	osm id	code	name	type
1	Point	5684	3807111275	2101	Φαρμακείο Τσαμόπουλου	pharmacy	35469	475806765	1500		
2	Point	9854	4782558959	2513		florist	35518	475939809	1500		
3	Point	5830	3945906051	2501	Σκλαβενίτης	supermarket	35663	476731336	1500		
4	Point	2540	1412324257	5250	BP	fuel	66054	543831564	1500		roof
5	Point	9868	4785565867	2501	Σκλαβενίτης	supermarket	66697	545219588	1500		
6	Point	5916	3989896518	2301	Pizza Zeas	restaurant	35711	476858422	1500		
7	Point	3515	5271302449	5250		fuel	66859	545399103	1500		roof
8	Point	4262	2165698550	2401	Athens Atrium	hotel	35800	476876230	1500		
9	Point	4265	2165700269	2515		bookshop	35746	476872551	1500		

Εικόνα 6. 66 Χωρικός πίνακας point_building_intersect

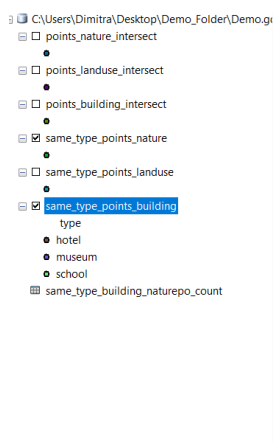


Εικόνα 6. 67 point_building_intersect

Το νέο σημειακό Feature class same_type_points_building προκύπτει από τα προηγούμενα και περιλαμβάνει τα στοιχεία που χαρακτηρίζονται με ίδιο είδος (type) και επομένως δεν προκαλούν προβλήματα ασυνέπειας, σε χωρικό πίνακα (Εικόνα 6.68) και σε οπτική πληροφορία (Εικόνα 6.69).

OBJECTID*	Shape*	FID all p	osm id	code	name	type	FID qis osm	osm id	code	name	type
331	Point	5887	3967824825	2401	The Athenian Callithoe	hotel	9175	393346648	1500		hotel
3412	Point	4659	2843829586	2082	2ο ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΕΝΙΑΙΟ ΛΥΚΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ	school	18228	6657272	1500	2ο Πειραματικό Λύκειο	school
3447	Point	8698	4456006245	2082	46ο Ενιαίο Λύκειο Αθηνών	school	18169	6657234	1500	46ο Λύκειο	school
3858	Point	4812	3005463590	2722	Επιγραφικό μουσείο	museum	1	2828	1500	Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο	museum

Εικόνα 6. 68 Χωρικός πίνακας same_type_points_building



Εικόνα 6. 69 Ταύτιση ως προς το είδος ΣΕ και κτηρίων same_type_points_building

Τέλος ο πίνακας `point_building_statistics` περιλαμβάνει τον αριθμό των στοιχείων της τομής (`COUNT_OBJECTID`) καθώς και τον αριθμό των στοιχείων που είχαν κοινό είδος (`COUNT_SAME_TYPE`) (Εικόνα 6.70). Σε περίπτωση που δεν έχουν κοινό είδος, τότε το πεδίο `COUNT_SAME_TYPE` παίρνει την τιμή Null.

point_building_statistics			
	OBJECTID *	COUNT OBJECTID	COUNT SAME TYPE
	1	5511	4

Εικόνα 6. 70 Πίνακας με συνολικό αποτέλεσμα της ένωσης

Ομοίως με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε για την τομή των ΣΕ με τα κτήρια γίνεται και για τα ΣΕ με τις χρήσεις γης καθώς και για τα ΣΕ με τα πολύγωνα φύσης και τα αντίστοιχα αποτελέσματα παρατίθενται όπως ακριβώς και στο παραπάνω παράδειγμα.

6.1.4.3. Τοπο – εννοιολογικοί έλεγχοι των πολυγωνικών οντοτήτων *Buildings, Landuse, Nature (type)* ως προς τη συμφωνία της περιγραφής

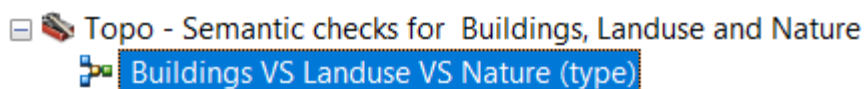
Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 6.1.4.2, εφόσον έχουμε για κάθε θεματικό επίπεδο πίνακες που περιέχουν τις διάφορες τιμές ως προς το είδος, είναι χρήσιμο να διαπιστωθεί αν οι διάφορες τιμές και χρήσεις που είναι εννοιολογικά συγγενείς, ταυτίζονται και χωρικά (Εικόνα 6.71). Στην ενότητα 6.1.4.2 αυτό διερευνήθηκε μεταξύ των πολυγωνικών οντοτήτων και των ΣΕ. Ωστόσο εδώ μελετάται η χωρική συγγένεια μεταξύ των πολυγωνικών οντοτήτων μόνο.

42	college	21	21	0.004363
43	commercial	1257	1257	0.261164
44	commercial;yes:hotel	1	1	0.000208
45	construction	121	121	0.02514
46	courthouse	1	1	0.000208
47	cowshed	1	1	0.000208
48	culvert bridge	1	1	0.000208
49	customs	1	1	0.000208
50	dam	2	2	0.000416
51	detached	161	161	0.033451
52	dfar	2	2	0.000416
53	disused	2	2	0.000416
54	dormitory	31	31	0.006441
55	es	7	7	0.001454
56	factory	8	8	0.001662
57	farm	2678	2678	0.55403
58	farm auxiliary	430	430	0.08934
59	fort	2	2	0.000416
60	garage	473	473	0.098274
61	garages	13	13	0.002701
62	gate	1	1	0.000208
63	government	5	5	0.001039
64	grandstand	1	1	0.000208
65	greenhouse	2006	2006	0.416783
66	greenhouse horticult	1	1	0.000208
67	guard house	1	1	0.000208
68	gymnasium	1	1	0.000208
69	hangar	63	63	0.013089
70	historic	2	2	0.000416
71	hospital	165	165	0.034282
72	hotel	989	989	0.205483
73	HOTEL ROMVI	1	1	0.000208
74	house	31293	31293	6.501685
75	hut	206	206	0.0428
76	industrial	6	6	0.001247
77	industrial	4290	4290	0.891325
78	kindergarten	16	16	0.003272

Εικόνα 6. 71 Με μπλε σημειώνονται για τα κτήρια ορισμένες τιμές του είδους που ταυτίζονται με αυτές των χρήσεων γης

Η εκτέλεση των παραπάνω γίνεται στο τελευταίο εργαλείο για τους τοπο – εννοιολογικούς ελέγχους. Οι χρήστες που επιθυμούν να ερευνησουν αν τα δεδομένα της περιοχής τους είναι πλήρη ως προς το πεδίο του είδους και αν υπάρχουν σφάλματα παράλειψης μεταξύ των πολυγωνικών χωρικών οντοτήτων που διαθέτουν μπορούν να χρησιμοποιήσουν το εργαλείο αυτό

Στο ArcToolbox επιλέγετε *Consistency and Completeness checks > Topo - Semantic checks for Buildings, Landuse and Nature > Buildings VS Landuse VS Nature (type)* (Εικόνα 6.72).



Εικόνα 6. 72 Εργαλείο Buildings VS Landuse VS Nature (type)

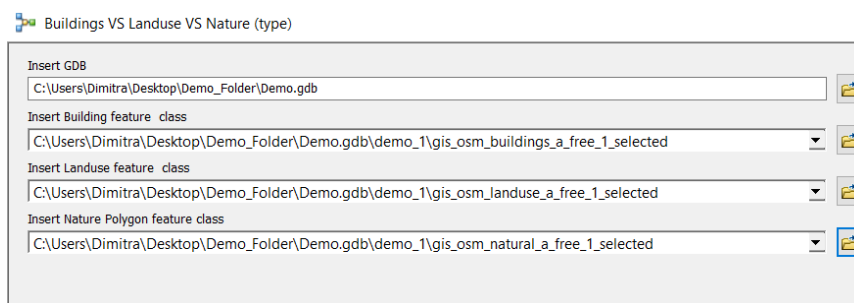
Το εργαλείο αυτό περιλαμβάνει ελέγχους μεταξύ των πολυγώνων και συγκεκριμένα μεταξύ των θεματικών επιπέδων **Building**, **Landuse** και **Nature** και λειτουργεί ως εξής:

- Δημιουργεί τρία (3) νέα Features χρησιμοποιώντας το εργαλείο Union, όπου το καθένα αποτελεί την συνένωση των παραπάνω πολυγώνων ανά δύο.
- Για κάθε νέο Feature συνένωσης δημιουργεί τέσσερα (4) Features:
 1. Το πρώτο απεικονίζει τις επιφάνειες της περιοχής όπου **στο πρώτο Feature της συνένωσης υπάρχει έλλειψη περιγραφικής πληροφορίας, ενώ παράλληλα στο δεύτερο όχι.**

2. Το δεύτερο απεικονίζει τις επιφάνειες της περιοχής όπου **στο δεύτερο Feature της συνένωσης υπάρχει έλλειψη περιγραφικής πληροφορίας, ενώ παράλληλα στο πρώτο όχι.**
3. Το τρίτο απεικονίζει τις επιφάνειες της περιοχής όπου υπάρχει **περιγραφική πληροφορία και από τα δύο Features της συνένωσης.**
4. Το τέταρτο απεικονίζει από τις επιφάνειες όπου υπάρχει περιγραφική πληροφορία και από τα δύο Features της συνένωσης **ποιες ταυτίζονται ως προς το είδος, δηλαδή σε ποιες επιφάνειες οι τιμές (values) του πεδίου που περιγράφει το είδος (type) είναι ίδιες.**

Για όλα τα νέα Features που δημιουργήθηκαν **εξάγει πίνακες που περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα της διαδικασίας.**

Στα πεδία που απαιτούνται για την εκτέλεση εισάγετε αρχικά τη γεωβάση και έπειτα τα κτήρια, τις χρήσεις γης και τα πολύγωνα φύσης της περιοχής (Εικόνα 6.73).



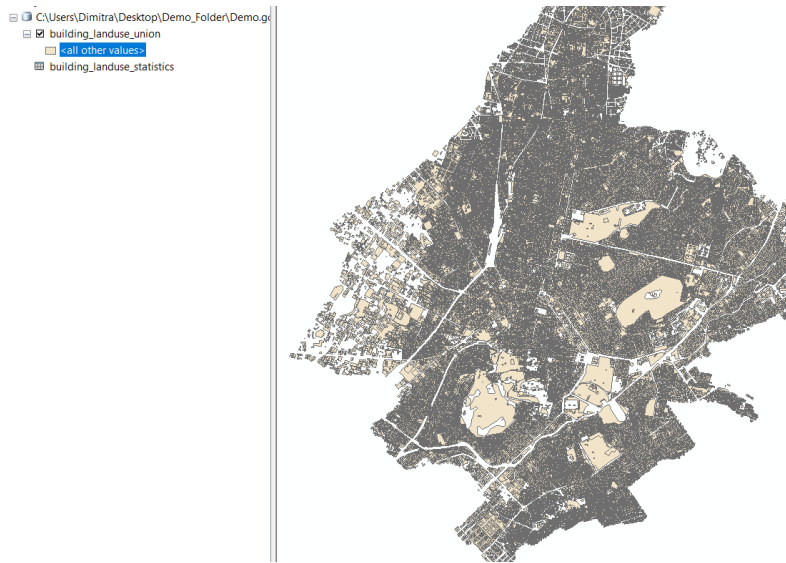
Εικόνα 6. 73 Περιεχόμενο του εργαλείου Buildings VS Landuse VS Nature (type)

Για την πρώτη συνένωση ανάμεσα στα Buildings και στο Landuse θα έχετε τα παρακάτω νέα αποτελέσματα (Πίνακας 6.15):

building_landuse_union	building_landuse_statistics
no_building_yes_landuse	no_building_yes_landuse_count
yes_building_no_landuse	yes_building_no_landuse_count
common_building_landuse	common_building_landuse_count
same_type_building_landuse	same_type_building_landuse_count

Πίνακας 6. 15 Αποτελέσματα συνένωσης κτηρίων με χρήσεις γης

Το building_landuse_union αποτελεί το feature class της συνένωσης (Εικόνα 6.74) και το building_landuse_statistics είναι ο γενικός πίνακας στατιστικών.



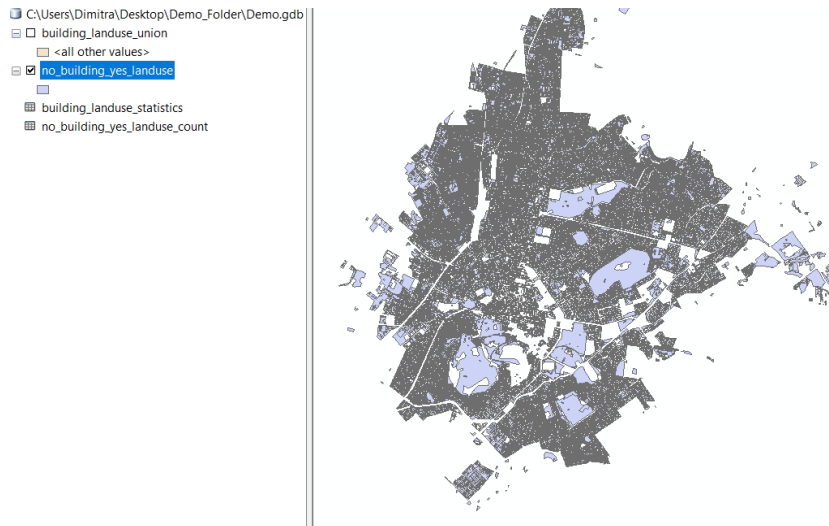
Εικόνα 6. 74 building_landuse_union

Ο γενικός πίνακας στατιστικών (Πίνακας 6.16) περιέχει τον συνολικό αριθμό των στοιχείων της συνένωσης (COUNT_OBJECTID), τον αριθμό των στοιχείων που υπήρχε έλλειψη περιγραφικής πληροφορίας στην πρώτη οντότητα της συνένωσης ενώ στη δεύτερη όχι (NO_BUILDING_YES_LANDUSE), τον αριθμό των στοιχείων που υπήρχε έλλειψη περιγραφικής πληροφορίας στη δεύτερη οντότητα της συνένωσης ενώ στην πρώτη όχι (YES_BUILDING_NO_LANDUSE), τον αριθμό των στοιχείων που υπήρχε και στα 2 περιγραφική πληροφορία (COMMON_REGION) και από τα τελευταία τον αριθμό των στοιχείων που είχαν ίδια τιμή στο πεδίο του είδους (SAME_TYPE). Υπάρχουν περιπτώσεις όπου κάποια πεδία θα είναι κοινά εφόσον δεν ικανοποιήθηκε η συνθήκη, τα οποία θα έχουν την τιμή Null.

building_landuse_statistics						
	OBJECTID *	COUNT OBJECTID	NO BUILDING YES LANDUSE	YES BUILDING NO LANDUSE	COMMON REGION	SAME TYPE
▶	1	70099	1490	18237	50372	72

Πίνακας 6. 16 Γενικός πίνακας building_landuse_statistics

Το no_building_yes_landuse αποτελεί το Feature με τις επιφάνειες όπου υπάρχει έλλειψη περιγραφικής πληροφορίας της πρώτης οντότητας ενώ της δεύτερης όχι (Εικόνα 6.75), (Εικόνα 6.76) και ο πίνακας no_building_yes_landuse_count περιέχει τον αριθμό των στοιχείων αυτών (Πίνακας 6.17).



Εικόνα 6. 75 no_building_yes_landuse

Shape *	FID	qis	osm id	code	fclass	name	type	FID	qis	osm id	code	type
Polygon	-1			0				1	10973125		7202	park
Polygon	-1			0				2	10973127		7202	park
Polygon	-1			0				3	23182647		7206	cemetery
Polygon	-1			0				4	23182656		7213	military
Polygon	-1			0				5	23215272		7211	recreation ground
Polygon	-1			0				6	23215276		7211	recreation ground
Polygon	-1			0				7	23216567		7202	park
Polygon	-1			0				8	25107892		7203	residential

Εικόνα 6. 76 Χωρικός πίνακας του no_building_yes_landuse

no_building_yes_landuse_count	
OBJECTID *	NO BUILDING YES LANDUSE
1	1490

Πίνακας 6. 17 no_building_yes_landuse_count

Το yes_building_no_landuse είναι το Feature με τις επιφάνειες όπου υπάρχει έλλειψη περιγραφικής πληροφορίας της δεύτερης οντότητας ενώ της πρώτης όχι (Εικόνα 6.77), (Εικόνα 6.78), και ο πίνακας yes_building_no_landuse_count περιέχει τον αριθμό των στοιχείων αυτών (Πίνακας 6.18).



Εικόνα 6. 77 yes_building_no_landuse

OBJECTID *	Shape *	FID_qls_osm_buildin	osm_id	code	name	type	FID_qls_osm_landu	osm_id	code
1	Polygon	1	2828	1500	Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο	museum	-1		0
2	Polygon	2	10973689	1500	Παρθενώνας		-1		0
3	Polygon	5	23183003	1500	Πρεσβεία της Γαλλίας		-1		0
4	Polygon	7	23183475	1500			-1		0
5	Polygon	8	23183539	1500	Εθνικό Ιστορικό Μουσείο (ΟΙ		-1		0
6	Polygon	9	23183770	1500	King George Hotel		-1		0
7	Polygon	10	23212071	1500	Ανωτάτη Σχολή Καλών Τεχν	public	-1		0
8	Polygon	11	23212076	1500			-1		0
9	Polygon	12	23212079	1500			-1		0
10	Polygon	13	23212080	1500	Κτήριο Γκίνη		-1		0
11	Polygon	14	23212082	1500			-1		0
12	Polygon	18	27086166	1500	Wyndham Grand		-1		0
13	Polygon	19	27917305	1500	Προπύλαια		-1		0
14	Polygon	21	31625950	1500	Αέρηδες		-1		0
15	Polygon	22	32041980	1500	1ο Δημοτικό Σχολείο Κεισαρ		-1		0
16	Polygon	24	32226087	1500	Παλαιό Μουσείο της Ακρόπ		-1		0
17	Polygon	25	32227149	1500	Μητροπολιτικός Ναός Αθηνών	church	-1		0
18	Polygon	26	32227159	1500	Άγιος Ελευθέριος		-1		0
19	Polygon	27	32227307	1500	Παναγία Καπνικαρέα	church	-1		0

Εικόνα 6. 78 Χωρικός πίνακας του yes_building_no_landuse

OBJECTID *	YES BUILDING NO LANDUSE
1	18237

Πίνακας 6. 18 yes_building_no_landuse_count

Το common_building_landuse είναι το Feature με τις επιφάνειες όπου υπάρχει επάρκεια περιγραφικής πληροφορίας και στις δύο οντότητες (Εικόνα 6.79), και ο πίνακας common_building_landuse_count περιέχει τον αριθμό των στοιχείων αυτών (Πίνακας 6.19).



Εικόνα 6. 79 common_building_landuse

common_building_landuse_count	
OBJECTID *	COMMON REGION
1	50372

Πίνακας 6. 19 common_building_landuse_count

Το same_type_building_landuse είναι το Feature με τις επιφάνειες όπου εκτός από επάρκεια περιγραφικής πληροφορίας έχουν και ίδια τιμή στο πεδίο του είδους (type) (Εικόνα 6.80), (Εικόνα 6.81), και ο πίνακας same_type_building_landuse_count περιέχει τον αριθμό των στοιχείων αυτών (Πίνακας 6.20).



Εικόνα 6. 80 same_type_building_landuse

same_type_building_landuse													
OBJECTID *	Shape *	FID qis_osm_buildings	osm_id	code	name	type	FID qis_osm_landuse	osm_id	code	name	type	Shape Length	Shape Area
1	Polygon	408	132737117	1500	Loring Hall	residential	469	115388324	7203	residential	residential	95.698533	439.403101
2	Polygon	1051	193956368	1500		residential	638	157181830	7203	residential	residential	44.68647	124.123805
3	Polygon	1256	195211144	1500		commercial	296	86218610	7209	commercial	commercial	140.772048	660.412461
4	Polygon	1952	217328427	1500		industrial	703	217328494	7204	EBFA	industrial	357.560065	6607.094767
5	Polygon	1953	217328428	1500		industrial	703	217328494	7204	EBFA	industrial	90.866282	399.257416
6	Polygon	1955	217328430	1500		industrial	703	217328494	7204	EBFA	industrial	257.63424	2664.516207
7	Polygon	1962	217328437	1500		industrial	703	217328494	7204	EBFA	industrial	103.600938	450.755276
8	Polygon	1964	217328439	1500		industrial	703	217328494	7204	EBFA	industrial	14.524748	10.590594
9	Polygon	1965	217328440	1500		industrial	703	217328494	7204	EBFA	industrial	43.074187	87.091367
10	Polygon	1968	217328443	1500		industrial	703	217328494	7204	EBFA	industrial	46.312352	77.938871
11	Polygon	1974	217328450	1500		industrial	703	217328494	7204	EBFA	industrial	134.405279	925.389601
12	Polygon	1975	217328451	1500		industrial	703	217328494	7204	EBFA	industrial	139.603542	1048.038021
13	Polygon	1976	217328452	1500		industrial	703	217328494	7204	EBFA	industrial	201.604787	2322.947544
14	Polygon	1984	217342384	1500		industrial	704	217328501	7204	OASA	industrial	90.957579	504.002265
15	Polygon	1988	217342388	1500		industrial	704	217328501	7204	OASA	industrial	84.142794	372.478462
16	Polygon	1989	217342389	1500		industrial	704	217328501	7204	OASA	industrial	93.948638	434.419879
17	Polygon	1995	217342395	1500		industrial	704	217328501	7204	OASA	industrial	134.157321	1119.490031
18	Polygon	1996	217342396	1500		industrial	704	217328501	7204	OASA	industrial	84.9861	441.070437
19	Polygon	1997	217342397	1500		industrial	704	217328501	7204	OASA	industrial	76.344471	364.261051
20	Polygon	1998	217342398	1500		industrial	704	217328501	7204	OASA	industrial	183.718455	1935.275743
21	Polygon	1999	217342399	1500		industrial	704	217328501	7204	OASA	industrial	249.617285	3607.874018
22	Polygon	2061	217504120	1500		industrial	727	217498007	7204	industrial	industrial	189.89998	1155.484815
23	Polygon	2063	217504122	1500		industrial	727	217498007	7204	industrial	industrial	240.376087	3241.953659
24	Polygon	3253	223178755	1500	Πλαίσιο	commercial	318	86440073	7209	commercial	commercial	65.164635	243.980562
25	Polygon	6502	262193915	1500		residential	186	81797156	7203	residential	residential	53.457352	175.316325
26	Polygon	6505	262193918	1500		residential	186	81797156	7203	residential	residential	64.903647	262.484593
27	Polygon	6508	262193922	1500		residential	186	81797156	7203	residential	residential	57.204296	197.159324

Εικόνα 6. 81 Χωρικός πίνακας same_type_building_landuse

same_type_building_landuse_count		
OBJECTID *	SAME TYPE	
1	72	

Πίνακας 6. 20 same_type_building_landuse_count

Η παραπάνω διαδικασία της ένωσης κτηρίων και χρήσεων γης μαζί με τα αντίστοιχα αποτελέσματα εφαρμόζεται ομοίως και για τις άλλες περιπτώσεις συνένωσης των πολυγωνικών οντοτήτων.

6.1.5. Εφαρμογή στο Δήμο Αθηναίων

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα συμπεράσματα που εξαγάγαμε από την εφαρμογή του εργαλείου στο δήμο Αθηναίων.

Στην αρχή ελέγξαμε την πληρότητα των δεδομένων ως προς τις περιγραφικές ιδιότητες με βάση τις τιμές που έχουν στο πεδίο που χαρακτηρίζει το είδος τους. Οι έλεγχοι πληρότητας εφαρμόστηκαν επιτυχώς και καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως σχεδόν όλες οι οντότητες ήταν πλήρεις ως προς την πληροφορία του είδους και με πλούσιο περιεχόμενο (Πίνακας 6.1, Πίνακας 6.2, Πίνακας 6.4, Πίνακας 6.5, Πίνακας 6.6, Πίνακας 6.7, Πίνακας 6.8) εκτός από τα κτήρια. Τα κτήρια (Πίνακας 6.3 και Πίνακας 6.21) είχαν σημαντική έλλειψη πληροφορίας του είδους καθώς το 97% των στοιχείων δεν είχε κάποιο χαρακτηρισμό. Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στους χρήστες που χρειάζονται την πληροφορία του είδους των κτηρίων για τις εργασίες τους.

gis_osm_buildings_a_tree_1_selected_statistics			
OBJECTID *	type	COUNT	percentage
1		65539	97,251859
2	apartments	671	0,995682
3	brewery	1	0,001484
4	cabin	1	0,001484
5	chapel	4	0,005936
6	church	30	0,044516
7	cinema	1	0,001484
8	civic	32	0,047484
9	civil service	3	0,004452
10	collapsed	9	0,013355
11	college	1	0,001484
12	commercial	96	0,142452
13	construction	1	0,001484
14	detached	5	0,007419
15	dormitory	4	0,005936
16	garage	8	0,011871
17	garages	3	0,004452
18	greenhouse	17	0,025226
19	hospital	45	0,066774

Πίνακας 6. 21 Λίστα με τα είδη που υπάρχουν στα κτήρια και σημαντική έλλειψη πληροφορίας σε ποσοστό 97%

Στους γενικούς τοπολογικούς ελέγχους που ακολούθησαν συμπεράναμε ότι σε σχέση με το συνολικό αριθμό των στοιχείων, τα τοπολογικά λάθη ήταν λίγα σε αριθμό. Συγκεκριμένα στην περίπτωση των πολυγώνων, το μεγαλύτερο ποσοστό των σφαλμάτων οφειλόταν σε sliver polygons που προέκυψαν λόγω επικάλυψης μίας οντότητας πάνω σε μία άλλη. Τα σφάλματα αυτά είναι πιθανό να οφείλονται σε εσφαλμένες θέσεις των χωρικών οντοτήτων που υπάρχουν στο σύνολο δεδομένων, στο ότι οι χρήστες που εισάγουν δεδομένα στο OSM δεν εφαρμόζουν το κατάλληλο επίπεδο μεγέθυνσης με αποτέλεσμα να τοποθετούν μία οντότητα πάνω σε κάποια άλλη, κ.ά. Στο Δήμο Αθηναίων, το μεγαλύτερο ποσοστό τοπολογικών σφαλμάτων βρέθηκε στην πολυγωνική οντότητα των κτηρίων. Συγκεκριμένα τα συνολικά σφάλματα τοπολογίας ήταν 217 από τα 67391 συνολικά κτήρια, δηλαδή το 0,32% των κτηρίων είχαν λάθος επικάλυψη. Από αυτό τον αριθμό (217) τα 181 σφάλματα χαρακτηρίστηκαν ως Sliver Polygons σε ποσοστό 83,4% επί των συνολικών τοπολογικών σφαλμάτων των κτηρίων (Πίνακας 6.22).

buildings_count_polygons_with_sliver			
OID *	Number of sliver errors	Number of errors	percentage of Sliver polygons
1	181	217	83,410138

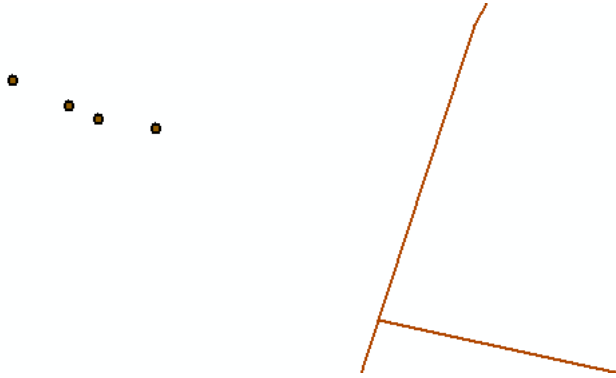
Πίνακας 6. 22 Αριθμός τοπολογικών σφαλμάτων των κτηρίων, αριθμός sliver polygons και αντίστοιχο ποσοστό

Στους τοπο – εννοιολογικούς ελέγχους που εφαρμόστηκαν μεταξύ των ΣΕ και των υπόλοιπων θεματικών επιπέδων ως προς τη γεωμετρία και την ακρίβεια της θέσης των σημείων, τα σφάλματα ήταν επίσης λίγα. Το μεγαλύτερο ποσοστό που βρέθηκε ήταν της τάξης του 33% στον κανόνα που τα ΣΕ που σχετίζονται με το οδικό δίκτυο θα έπρεπε να είναι εκτός αυτού (Πίνακας 6.23). Τα λανθασμένα σημεία ήταν στάσεις λεωφορείων και πάρκινγκ.

error_and_results_catigorie2			
OBJECTID *	Number of errors	Number of features checked	percentage of error2
1	312	936	33,333333

Πίνακας 6. 23 Πίνακας με ποσοτικούς δείκτες των ΣΕ που πρέπει να είναι εκτός οδικού δικτύου

Αξίζει να αναφερθεί εδώ ότι έχοντας πληροφορίες και για την απόσταση των εσφαλμένων σημείων από την κάθε θεματική οντότητα ως προς την οποία ελέγχθηκε, παρατηρήθηκε ότι με κριτήριο την απόσταση, στην κατηγορία ελέγχων όπου τα σημεία ενδιαφέροντος θα έπρεπε να ήταν πάνω στο οδικό δίκτυο, τέσσερα σημεία που αποτελούν διασταυρώσεις βρίσκοντας αρκετά μακριά, συγκεκριμένα 67 μέτρα (Εικόνα 6.82).



Εικόνα 6. 82 Τέσσερα σημεία που χαρακτηρίζονται ως διασταύρωση και ο δρόμος σε εμφανώς μεγάλη απόσταση

Οι τοπο – εννοιολογικοί έλεγχοι που έγιναν μεταξύ των ΣΕ και των πολυγωνικών οντοτήτων ως προς το είδος είχαν αποτέλεσμα μόνο στην περίπτωση της τομής των ΣΕ με τα κτήρια. Αυτό ήταν αναμενόμενο καθώς οι δύο αυτές οντότητες έχουν αρκετά κοινές ετικέτες στο πεδίο του είδους (π.χ διαμέρισμα, σχολείο, εκκλησία, κ.ά) σε σχέση με τις χρήσεις γης και τα πολύγωνα της φύσης που είχαν μία ή καμία ταύτιση ως προς το είδος. Στην τομή των κτηρίων με τα ΣΕ, από τα συνολικά 5511 σημεία που αποτελούσαν την κοινή περιοχή ΣΕ και κτηρίων, μόνο τα 4 από αυτά είχαν τον ίδιο χαρακτηρισμό στο πεδίο του είδους (0,07%), το οποίο θα μπορούσε να δικαιολογηθεί λόγω της μεγάλης έλλειψης περιγραφικής πληροφορίας των κτηρίων (Εικόνα 6.69).

Οι τοπο – εννοιολογικοί έλεγχοι που εφαρμόστηκαν μεταξύ των πολυγώνων και στηρίζονταν στο πεδίο του είδους και στην έλλειψη ή μη περιγραφικής πληροφορίας έδειξε ότι στην περίπτωση κτηρίων – φύσης μόνο το 0,0015% είχε έλλειψη περιγραφικής πληροφορίας από τα κτήρια, συγκεκριμένα μόνο ένα ήταν αυτό που δεν είχε περιγραφική ιδιότητα. Στην περίπτωση ένωσης χρήσεων γης με φύση μόνο ένα πολύγωνο είχε περιγραφική πληροφορία και από τα δύο θεματικά επίπεδα, το οποίο είναι φυσικό καθώς στην περιοχή του δήμου Αθηναίων το πολύγωνο της φύσης περιείχε μόνο ένα στοιχείο. Όσον αφορά την ένωση κτηρίων και χρήσεων γης, στις περιοχές που υπήρχαν κτήρια το 26% χαρακτηρίστηκε από έλλειψη περιγραφικής πληροφορίας ως προς τις χρήσεις γης (Εικόνα 6.77). Ενώ κάποια κτήρια είχαν ως ετικέτες χαρακτηριστικά χρήσεων γης (π.χ industrial, commercial) το μεγαλύτερο μέρος των κτηρίων δεν είχε περιγραφική πληροφορία γεγονός που ίσως οδήγησε σε αυτό το ποσοστό. Τέλος, μόνο το 0,14% των στοιχείων είχε χαρακτηριστεί με το ίδιο είδος (Εικόνα 6.80).

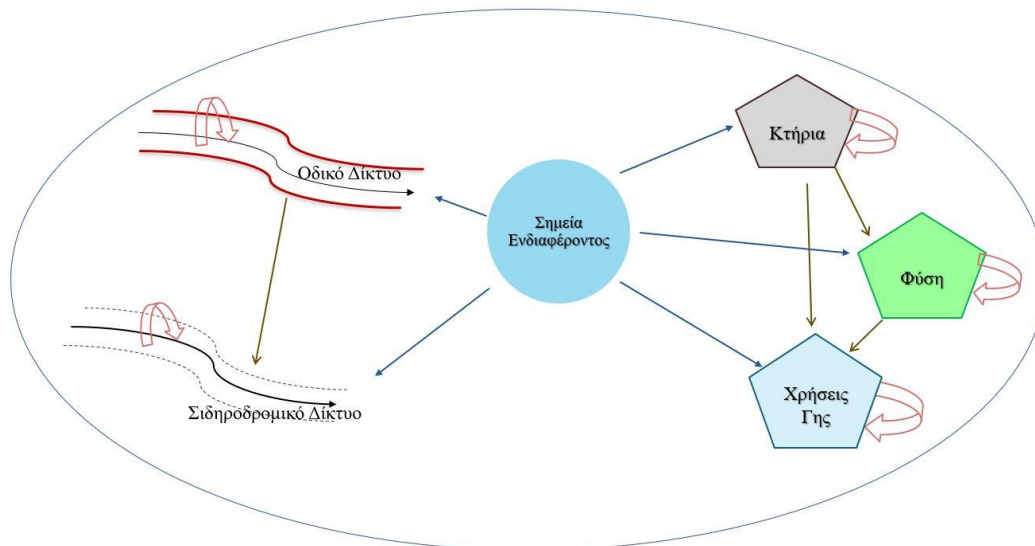
Καταλήγοντας, οι έλεγχοι εκτελέστηκαν επιτυχώς και κάλυψαν ένα μεγάλο φάσμα αξιολόγησης της ποιότητας ως προς τη συνέπεια. Συμπεραίνουμε πως οι χρήστες αρκετές φορές παραβλέπουν κάποιους βασικούς τοπολογικούς και εννοιολογικούς κανόνες όσον αφορά τα ΣΕ και την ακρίβεια της θέσης τους. Παρά το μικρό ποσοστό σφαλμάτων, η μεταβλητότητα των ΣΕ

αποτελεί μία πρόκληση. Για αυτό αποτελεί επιτακτική ανάγκη η συχνή επαλήθευση των χωρικών οντοτήτων από τους χρήστες της περιοχής. Τέλος, ένα ακόμη χαρακτηριστικό που πρέπει να λάβουν υπόψη οι χρήστες είναι η πλήρης και ικανοποιητική περιγραφική πληροφορία στις διάφορες χωρικές οντότητες. Αν και οι περισσότερες δεν είχαν πρόβλημα, η περίπτωση των κτηρίων και η έλλειψη περιγραφικής πληροφορίας τους σε τόσο μεγάλο βαθμό φαίνεται προβληματική, δυσχεραίνει τις συνθήκες ολοκληρωμένης αξιολόγησης της ποιότητας και θα πρέπει να διορθωθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7. Αξιολόγηση – Προτάσεις

Στη μελέτη αυτή ερευνήσαμε την ποιότητα της ΕΓΠ και διερευνήσαμε συγκεκριμένους δείκτες της συνέπειας και της πληρότητας των εθελοντικών δεδομένων που υπολογίζονται αποκλειστικά με τη χρήση της ΕΓΠ αξιοποιώντας τοπολογικούς και τοπο – εννοιολογικούς περιορισμούς που πρέπει να ικανοποιούν τα δεδομένα. Για την αξιολόγηση των δεικτών χρησιμοποιήθηκαν γεωγραφικά δεδομένα κατάλληλα για χαρτογραφική απόδοση που συλλέγονται από την πρωτοβουλία OSM. Τέλος, αναπτύχθηκε ένα εργαλείο αυτοματισμού των ελέγχων, προσδιορισμού των σφαλμάτων και οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων σε περιβάλλον ΣΓΠ (Εικόνα 7.1).



Εικόνα 7. 1 Συνολική εικόνα που δείχνει τη σχέση των ελέγχων που εφαρμόστηκαν (βέλη) και ως προς ποιες χωρικές οντότητες

7.1. Αξιολόγηση των δεικτών δεδομένων για τη συνέπεια και την πληρότητα

Οι δείκτες δεδομένων που υλοποιήθηκαν περιγράφουν πλήρως το θέμα της συνέπειας όσον αφορά τις περιπτώσεις που καλύπτονται από τους εσωτερικούς και εξωτερικούς τοπο-εννοιολογικούς ελέγχους.

Οι δείκτες δεδομένων που διατυπώθηκαν αφορούν το εννοιολογικό μοντέλο των γεωγραφικών δεδομένων του OSM. Βάσει της δημοφιλούς αξιοποίησης των δεδομένων του OSM είναι φανερό ότι η επικαιρότητα και χρησιμότητα των δεικτών είναι αναμφισβήτητη.

Η διατύπωση συγκεκριμένων δεικτών και η δυνατότητα εφαρμογής τους με ένα εργαλείο δίνει τη δυνατότητα στον απλό χρήστη να πληροφορηθεί για τη ποιότητα της ΕΓΠ και να διαπιστώσει ο ίδιος την ύπαρξη σφαλμάτων. Τις περισσότερες φορές ο χρήστης της ΕΓΠ είναι ανυποψίαστος για μια τέτοια περίπτωση.

7.2. Αξιολόγηση εργαλείου

Η δημιουργία του εργαλείου ήταν επιτυχής και καλύπτει μεγάλο εύρος των δεικτών αξιολόγησης της ποιότητας. Η υλοποίηση των παραπάνω δεικτών δεδομένων για την πληρότητα και τη συνέπεια αναπτύχθηκε στο ΣΓΠ ArcGIS αξιοποιώντας τα εργαλεία τοπολογίας και άλλα αναλυτικά εργαλεία που διατίθενται. Τα εργαλεία κάλυπταν τις ανάγκες των δεικτών ενώ στο περιβάλλον του Model Builder ήταν δυνατός ο αυτοματισμός της διαδικασίας και η δημιουργία ενός εργαλείου διαθέσιμου για κάθε χρήστη.

Το εργαλείο που δημιουργήθηκε αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμο τόσο στην αξιολόγηση της ποιότητας ενός συνόλου εθελοντικών δεδομένων στο πλαίσιο της έρευνας της όσο και στην παροχή βοήθειας σε χρήστες οι οποίοι δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη γνώση του θέματος και επιθυμούν περαιτέρω πληροφόρηση για τις συγκεκριμένες παραμέτρους της ποιότητας.

Η αξιοποίηση των χωρικών εργαλείων του ΣΓΠ ArcGIS και των τοπολογικών κανόνων και ελέγχων που διέθετε ήταν επιτυχής και βοήθησε στην ορθή και συνολική ανάπτυξη του εργαλείου εφαρμογής. Επιπλέον το νέο αυτό εργαλείο καταφέρνει να εφαρμόζει τοπολογικούς ελέγχους συνδυάζοντας τη γεωμετρία αλλά και τις ιδιότητες των χωρικών οντοτήτων, ξεπερνώντας τις δυνατότητες του ArcGIS που περιορίζονται μόνο σε ένα θεματικό επίπεδο το οποίο συμμετέχει συνολικά σε έναν τοπολογικό έλεγχο χωρίς να είναι δυνατή η επιλογή επιμέρους στοιχείων για συγκεκριμένους ελέγχους.

Το εργαλείο δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να πληροφορείται τα αποτελέσματα της εφαρμογής τόσο γραφικά με απόδοση σε χάρτη όσο και σε πίνακες στατιστικών στοιχείων.

Το εργαλείο προσφέρει αξιοποίηση των εθελοντικών δεδομένων του OpenStreetMap αλλά και οποιασδήποτε άλλης πλατφόρμας εθελοντικών δεδομένων, κάνοντας το ευέλικτο και διαθέσιμο σε πολλές περιπτώσεις.

7.3. Μελλοντικές προτάσεις

Υπάρχουν πολλά θέματα που μπορούν να εξεταστούν και πολλοί τρόποι με τους οποίους αυτή η διαδικασία θα μπορούσε να βελτιωθεί και να εξελιχθεί περαιτέρω.

Αρχικά, το εργαλείο βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο ανάπτυξης, διατηρώντας όλα τα ενδιάμεσα αποτελέσματα της κάθε διαδικασίας. Συνεπώς σε βάθος χρόνου θα μπορούσε να εφαρμοστεί βελτίωση του εργαλείου ώστε να διαγράφει τα ενδιάμεσα αποτελέσματα και να διατηρεί μόνο αυτά που είναι χρήσιμα για την οπτικοποίηση των σφαλμάτων. Επιπλέον θα πρέπει να δημιουργεί μία συνολική αναφορά με όλους τους στατιστικούς δείκτες για την πληρότητα και τη συνέπεια που υπολογίστηκαν. Τέλος, η μετατροπή των μοντέλων του Model Builder σε script της Python θα βοηθούσε στην ενίσχυση της λειτουργικότητας και βελτίωση του χρόνου εκτέλεσης.

Το εργαλείο αυτό μπορεί αν εφαρμοστεί και σε άλλες αστικές περιοχές είτε της Ελλάδας είτε του εξωτερικού και τα αποτελέσματα να εξεταστούν συγκριτικά προκειμένου να βγει ένα πόρισμα ως προς την αξιοπιστία του OSM σε μια ευρύτερη γεωγραφική περιοχή π.χ. Ευρώπη ή ακόμα και παγκόσμια. Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν ακόμα για τη μελέτη του τρόπου που λειτουργούν οι χρήστες ανά περιοχή.

Επιπλέον, καθώς το εργαλείο είναι προσανατολισμένο στο εννοιολογικό μοντέλο των γεωγραφικών δεδομένων του OSM θα μπορούσε στο μέλλον να επεκταθεί ώστε ο χρήστης ανάλογα με το εννοιολογικό μοντέλο των γεωγραφικών δεδομένων που θέλει να ελέγξει να επιλέγει συγκεκριμένους ελέγχους από μια προσφερόμενη λίστα ελέγχων που οι «ειδικοί» της χαρτογραφίας έχουν προετοιμάσει για αυτόν και το εργαλείο να τους εκτελεί.

Ένας ακόμη τρόπος βελτίωσης του εργαλείου είναι ο εμπλουτισμός του με περισσότερους ελέγχους οι οποίοι θα καλύπτουν και άλλες παραμέτρους της ποιότητας που πρέπει να αξιολογηθούν, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους χρήστες να έχουν μία πιο συνολική εικόνα της ποιότητας του συνόλου δεδομένων τους και περιορίζοντας σε μεγαλύτερο βαθμό τα σφάλματα της, επιτυγχάνοντας μία καλύτερη απόδοση των χωρικών δεδομένων.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ali, A. L., Schmid, F., 2014. Data Quality Assurance for Volunteered Geographic Information. Lecture Notes in Computer Science Volume, pp. 126-141.
- Ali, A. L., Schmid, F., Al-Salman, R., Kauppinen, T., 2014. Ambiguity and Plausibility: Managing Classification Quality in Volunteered Geographic Information. In: Proceedings of the 22nd International Conference on Geographic Information Systems, Dallas, Texas, USA, pp. 143-152.
- Andrienko, G., et al., 2013. Thematic patterns in georeferenced tweets through space-time visual analytics. *Computing in Science and Engineering*, 15 (3), 72–82.
- Antoniou and Skopeliti, 2015 Measures and Indicators of Vgi Quality: AN Overview. https://www.researchgate.net/publication/282279048_MEASURES_AND_INDICATORS_OF_VGI_QUALITY_AN_OVERVIEW [accessed Sep 24 2018]
- Antoniou, V., 2011. User Generated Spatial Content: An Analysis of the Phenomenon and Its Challenges for Mapping Agencies. Phd Thesis, University College London (UCL): London, UK.
- Antoniou, Vyrion et al. “Using Osm, Geotagged Flickr Photos and Authoritative Data: a Quality Perspective.” (2016).
- Arsanjani, J. J., Bakillah, M., 2015. Understanding the potential relationship between the socio-economic variables and contributions to OpenStreetMap. *International Journal of Digital Earth*, DOI: 10.1080/17538947.2014.951081.
- Arsanjani, J. J., Barron, C., Nakillah, M., Helbich, M., 2013. Assessing the Quality of OpenStreetMap Contributors together with their Contributions. In: 16th AGILE international conference of geographic information science, Leuven, Belgium, pp. 14-17.
- Arsanjani, J. J., Vaz, E., 2015: An assessment of a collaborative mapping approach for exploring land use patterns for several European metropolises. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, DOI: 10.1016/j.jag.2014.09.009
- Barron, C., Neis, P., Zipf, A., 2014. A comprehensive framework for intrinsic OpenStreetMap quality analysis. *Transactions in GIS* 18, 877–895. DOI: <https://doi.org/10.1111/tgis.12073>
- Bordogna, G., Carrara, P., Criscuolo, L., Pepe, M., Rampini, A., 2014. On predicting and improving the quality of Volunteer Geographic Information projects. *International Journal of Digital Earth* 0, 1–22. DOI: <https://doi.org/10.1080/17538947.2014.976774>
- Brisaboa, N., Luaces, M., Rodríguez, M.A., 2011. Cognitive adequacy of topological consistency measures, in: *Advances in Conceptual Modeling. Recent Developments and New Directions - ER 2011 Workshops*. LCNS Springer, pp. 241–250
- Brovelli, M.A., Minghini, M., Molinari, M., Mooney, P., 2017. Towards an auto-mated comparison of OpenStreetMap with authoritative road datasets. *Transactions in GIS* 21, 191–206. DOI: <https://doi.org/10.1111/tgis.12182>
- Bruns, A., 2006. Towards produsage: Futures for user-led content production, in: *Sudweeks, F., Hrachovec, H., Ess, C. (Eds.), Creative Industries Faculty. Presented at the Cultural Attitudes towards Communication and Technology 2006*, Murdoch University, Tartu, Estonia, pp. 275–284.

- Castillo, C., Mendoza, M., and Poblete, B., 2011. Information credibility on twitter. In: Proceedings of the 20th international conference on World wide web, 675–684
- Chunara, R., Andrews, J.R., and Brownstein, J.S., 2012. Social and news media enable estimation of epidemiological patterns early in the 2010 Haitian cholera outbreak. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 86 (1), 39–45.
- Ciepluch, B., Jacob, R., Winstanley, A., Mooney, P., 2010. Comparison of the accuracy of OpenStreetMap for Ireland with Google Maps and Bing Maps, in: Proceedings of the Accuracy 2010 Symposium, Leicester, UK, 20–23 July. Available at: http://www.spatial-accuracy.org/system/files/img-X07133419_0.pdf
- Clinton, W., 2000. Improving the civilian global positioning system (GPS). Washington, D.C., USA
- Coleman, D.J., Georgiadou, Y., Labonte, J., 2009. Volunteered geographic information: The nature and motivation of producers. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 4, 332–358.
- Coote A., Rachman L. (2008) "Neogeographic data quality – is it an issue?", Paper delivered at the AGI Geocommunity conference 2008, ConsultingWhere Ltd.
- Corcoran, P., Mooney, P., Winstanley, A., 2010. Topological Consistent Generalization of OpenStreetMap. In: GISRUUK 2010: GIS Research UK 18th Annual Conference, 14-16 April 2010, London, UK.
- E. Estellés-Arolas & F. González Ladrón-de- Guevara. Towards an integrated crowdsourcing definition. *Journal of Information Science* (JCR: 1,41), 2012
- Elwood, S., Goodchild, M.F., Sui, D., 2013. Prospects for VGI research and the emerging fourth paradigm, in: Sui, D., Elwood, S., Goodchild, M. (Eds.), *Crowdsourcing Geographic Knowledge*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 361–375.
- Fan, H., Zipf, A., Fu, Q., Neis, P., 2014. Quality assessment for building footprints data on OpenStreetMap. *International Journal of Geographical Information Science*, 28(4), pp. 700- 719.
- Fonte, C C, Antoniou, V, Bastin, L, Estima, J, Arsanjani, J J, Bayas, J-C L, See, L and Vatsava, R. 2017. Assessing VGI Data Quality
- Foody, G., See, L., Fritz, S., Van der Velde, M., Perger, C., Schill, C., Boyd, D.S., 2013. Assessing the accuracy of volunteered geographic information arising from multiple contributors to an internet based collaborative project. *Transactions in GIS* 17, 847–860. DOI: <https://doi.org/10.1111/tgis.12033>
- Forghani, M., Delavar, M.R., 2014. A Quality Study of the Open Street Map Dataset for Tehran. *IJGI: ISPRS International Journal of Geo-Information*, 3, pp.750 – 763
- Fuchs, G., et al., 2013. Tracing the German centennial flood in the stream of tweets: first lessons learned. In: A.V. D. Pfoser, ed. Proceedings of the Second ACM SIGSPATIAL International Workshop on Crowdsourced and Volunteered Geographic Information, 5-8, November, 2013, Orlando, FL, USA ACM, New York, NY, USA, 31–38.
- GEOG 585:Open Web Mapping, 2018 <https://www.e-education.psu.edu/geog585/node/738>

- Girres, J. F., Touya, G., 2010. Quality assessment of the French OpenStreetMap dataset. *Transactions in GIS*, 14(4), pp. 435- 459.
- Golder, S.A. and Huberman, B.A., 2006. Usage patterns of collaborative tagging systems. *Journal of information science*, 32 (2), 198–208.
- Goodchild, M. F., Hunter, G. J., 1997. A simple positional accuracy measure for linear features. *International Journal of Geographical Information Science*, 11(3), pp. 299-306.
- Goodchild, M.F., 2007. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal* 69, 211–221. doi:10.1007/s10708-007- 9111-y
- Goodchild, M.F., Li, L., 2012. Assuring the quality of volunteered geographic information. *Spatial Statistics* 1, 110–120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2012.03.002>
- Gupta, A. and Kumaraguru, P., 2012. Credibility ranking of tweets during high impact events. In: *Proceedings of the 1st Workshop on Privacy and Security in Online Social Media*, 17th April, 2012, Lyon, France ACM, New York, NY, USA, p. 2.
- Haklay, M., 2010. How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets. *Environment and Planning B: Planning and Design* 37, 682–703. DOI: <https://doi.org/10.1068/b35097>
- Haklay, M., 2010. How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), pp.682-703.
- Hansi Senaratne, Amin Mobasher, Ahmed Loai Ali, Cristina Capineri & Mordechai (Muki) Haklay (2016): A review of volunteered geographic information quality assessment methods, *International Journal of Geographical Information Science*,
- Hashemi, P., Abbaspour, R. A., 2015. Assessment of Logical Consistency in OpenStreetMap Based on the Spatial Similarity Concept. In: *Jokar Arsanjani, J., Zipf, A., Mooney, P., Helbich, M., OpenStreetMap in GIScience: experiences, research, applications*, ISBN: 978-3-319-14279-1, Springer, Switzerland.
- Hecht, R., Kunze, C., Hahmann, S., 2013. Measuring completeness of building footprints in OpenStreetMap over space and time. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2, 1066–1091. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi2041066>
- Jackson, S. P., Mullen, W., Agouris, P., Crooks, A., Croitoru, A., & Stefanidis, A., 2013. Assessing completeness and spatial error of features in volunteered geographic information. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2(2): pp. 507-530.
- Jokar Arsanjani, J., Barron, C., Bakillah, M., Helbich, M., 2013. Assessing the quality of OpenStreetMap contributors together with their contributions, in: *Proceedings of the 16th AGILE Conference*. Presented at the AGILE'16, Leuven, Belgium.
- Kalantari, M., La, V., 2015. Assessing OpenStreetMap as an Open Property Map. In: *OpenStreetMap in GIScience*, Springer International Publishing, Switzerland, pp. 255-272
- Keßler, C., de Groot, R.T.A., 2013. Trust as a proxy measure for the quality of Volunteered Geographic Information in the case of OpenStreetMap, in: *Vandenbroucke, D., Bucher, B.,*

- Crompvoets, J. (Eds.), *Geographic Information Science at the Heart of Europe*. Springer International Publishing, Cham, pp. 21–37.
- Keßler, C., et al., 2009. Bottom-up gazetteers: Learning from the implicit semantics of geotags. In: S.L. K. Janowicz M. Raubal, ed. *GeoSpatial semantics*. Springer, Berlin Heidelberg, 83–102.
- Koukoletsos, T., Haklay, M., Ellul, C., 2012. Assessing data completeness of VGI through an automated matching procedure for linear data. *Transactions in GIS* 16, 477–498. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2012.01304.x>
- Kounadi, O., 2009. *Assessing the quality of OpenStreetMap data*. University College London, London, UK.
- learnOSM, 2018 <https://learnosm.org/en/osm-data/getting-data/#downloading-data-extracts>
London, UK
- Ludwig, I., Voss, A., Krause-Traudes, M., 2011. A comparison of the street networks of Navteq and OSM in Germany. In: *Advancing Geoinformation Science for a Changing World*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg , pp. 65-84.
- MacEachren, A.M., et al., 2011. Senseplace2: Geotwitter analytics support for situational awareness. In: *IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, 23-28 October, 2011, Providence, RI, USA, 181–190.
- Martínez, P., Martí, P., Querin, O.M., 2006. Growth method for size, topology, and geometry optimization of truss structures. *Struct Multidisc Optim* 33, 13–26. doi:10.1007/s00158-006-0043-9
- Meek, S., Jackson, M.J., Leibovici, D.G., 2014. A flexible framework for assessing the quality of crowdsourced data, in: Huerta, J., Schade, S., Granell, G. (Eds.), *Proceedings of the 17th AGILE International Conference on Geographic Information Science: Connecting a Digital Europe through Location and Place*, Castellón, Spain, 3–6 June 2014, Available at: https://agile-online.org/conference_paper/cds/agile_2014/agile2014_112.pdf
- Milholland, N. and Pultar, E., 2013. The San Francisco public art map application: using VGI and social media to complement institutional data sources. In: *Proceedings of the 1st ACM SIGSPATIAL International Workshop on MapInteraction*, 5-8 November, Orlando, FL, USA, 48–53.
- Mooney, P and Minghini, M. 2017. A Review of OpenStreetMap Data. In: Foody, G, See, L, Fritz, S, Mooney, P, Olteanu-Raimond, A-M, Fonte, C C and Antoniou, V. (eds.) *Mapping and the Citizen Sensor*. Pp. 37–59. London: Ubiquity Press. DOI: <https://doi.org/10.5334/bbf.c>. License: CC-BY 4.0
- O’Connor, R., 2009. GLOBAL: Facebook and Twitter ‘reshaping journalism as we know it’.
- Oort P., (2006), *Spatial Data Quality: From Description to Application*, Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft, The Netherlands
- OpenStreetMap Wiki, 2018 https://wiki.openstreetmap.org/wiki/El:Map_Features
- OpenStreetMap Wiki, 2018 <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Elements>

- OpenStreetMap Wiki, 2018 <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Elements#Node>
- OpenStreetMap Wiki, 2018 https://wiki.openstreetmap.org/wiki/History_of_OpenStreetMap
- OpenStreetMap, 2018 <https://www.openstreetmap.org/edit#map=20/38.44085/22.87502>
- Papadias, D., Mamoulis, N., Delis, B., 1998. Algorithms for querying by spatial structure, in: Proceedings of the 24th VLDB Conference. Presented at the Very Large Data Bases Conference (VLDB), New York, USA, pp. 546–557
- Peter Mooney 1,* , Marco Minghini 2 , Mari Laakso 3 , Vyron Antoniou 4 , Ana-Maria Olteanu-Raimond 5 and Andriani Skopeliti 6 (2016) : Towards a Protocol for the Collection of VGI Vector Data
- Robinson, S., et al., 2012. Navigation your way: from spontaneous independent exploration to dynamic social journeys. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16 (8), 973–985.
- Rodríguez, M.A., Brisaboa, N., Meza, J., Luaces, M.R., 2010. Measuring consistency with respect to topological dependency constraints, in: Proceedings of the 18th SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems, GIS '10. ACM, New York, NY, USA, pp. 182–191. doi:10.1145/1869790.1869818
- Sehra, S.S., Singh, J., Rai, H.S., 2014. Assessing the topological consistency of crowdsourced OpenStreetMap data. *Human Computation* 1. doi:10.15346/hc.v1i2.13
- Senaratne, H., et al., 2014. Moving on Twitter: Using Episodic Hotspot and Drift Analysis to Detect and Characterise Spatial Trajectories. In: 7th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location-Based Social Networks (LBSN), 4-7 November, Dallas, TX, USA ACM, New York, NY, USA.
- Senaratne, H., Mobasher, A., Ali, A.L., Capineri, C., Haklay, M. (Muki), 2016. A review of volunteered geographic information quality assessment methods. *International Journal of Geographical Information Science* 1–29. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1189556>
- Stark, H.J., 2010. Quality Assessment of Volunteered Geographic Information (VGI) Based on Open Web Map Services and ISO/TC 211 19100-Family Standards, FOSS4G, Barcelona, Spain.
- Sui, D.Z., Goodchild, M.F., Elwood, S., 2013. Volunteered Geographic Information, the exaflood, and the growing digital divide, in: Sui, D.Z., Elwood, S., Goodchild, M. (Eds.), *Crowdsourcing Geographic Knowledge*. Springer Netherlands, pp. 1–12.
- Tang, W., Lease, M., 2011. Semi-supervised consensus labeling for crowdsourcing. Presented at the SIGIR 2011 Workshop on Crowdsourcing for Information Retrieval, Beijing, China, pp. 36–41.
- Touya, G, Antoniou, V, Christophe, S and Skopeliti, A. 2017. Production of Topographic Maps with VGI: Quality Management and Automation.
- Tulloch, D.L., 2008. Is VGI participation? From vernal pools to video games. *GeoJournal* 72, 161–171. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10708-008-9185-1>
- Valli, C. and Hannay, P., 2010. Geotagging Where Cyberspace Comes to Your Place.. In: Proceedings of the International Conference on Security and Management (SAM '10), 12-15 July, Las Vegas, NV, USA CSREA press, Athens, GA, USA, 627–632.

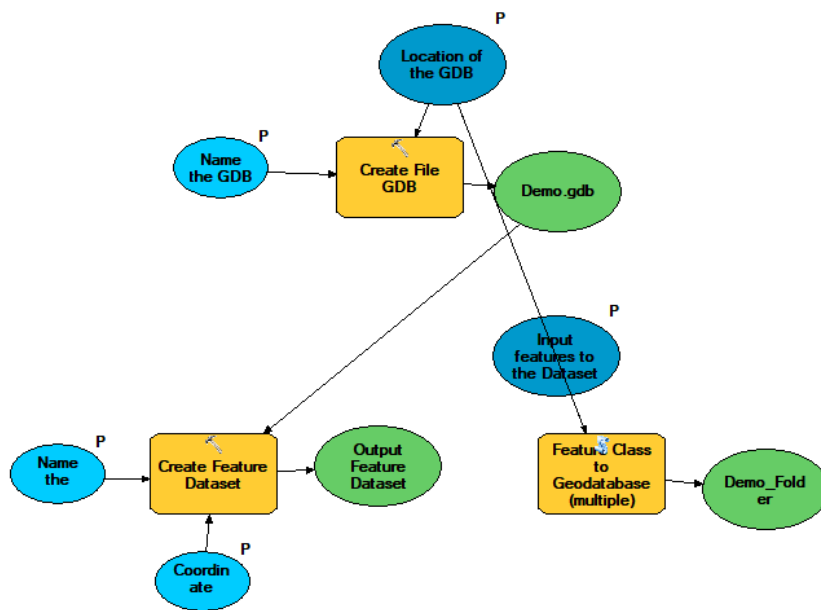
- Van Exel, M., Dias, E., Fruijtjer, S., 2010. The impact of crowdsourcing on spatial data quality indicators, in: Wallgrün, J.O., Lautenschütz, A.K. (eds.), Proceedings of the GIScience 2010 Doctoral Colloquium, Zurich, Switzerland, 14–17 September 2010, Akademische Verlagsgesellschaft Aka GmbH (IOS Press), Heidelberg, Germany. Available at: http://www.giscience2010.org/pdfs/paper_213.pdf
- Vandecasteele, A., Devillers, R. 2015. Improving volunteered geographic information quality using a tag recommender system: The case of OpenStreetMap In: Jokar Arsanjani, J., Zipf, A., Mooney, P., Helbich, M., OpenStreetMap in GIScience: experiences, research, applications, ISBN: 978-3-319-14279-1, Springer International Publishing, Switzerland, pp. 59-80
- Wikipedia, 2018 https://en.wikipedia.org/wiki/Volunteered_geographic_information
- Wikipedia, 2018 <https://en.wikipedia.org/wiki/Crowdsourcing>
- Wikipedia, 2018 <https://en.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap>
- Wikipedia, 2018 https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page
- Wikipedia, 2018 https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Mapping_parties
- Wikipedia, 2018 <https://www.e-education.psu.edu/geog585/node/738>
- Zielstra, D., Zipf, A., 2010. A comparative study of proprietary geodata and volunteered geographic information for Germany. In: Proceedings of the Thirteenth AGILE International Conference on Geographic Information Science, Guimarães, Portugal.
- Zook, M., Graham, M., Shelton, T., & Gorman, S. (2010). Volunteered geographic information and crowdsourcing disaster relief: a case study of the Haitian earthquake. World Medical & Health Policy, 2(2), 7–33.
- Κάβουρας κ.ά, 2016. Επιστήμη Γεωγραφικής Πληροφορίας - Αρχές και Τεχνολογίες. <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/6392>
- Τσούλος κ.ά, 2015. Χαρτογραφική σύνθεση και απόδοση σε ψηφιακό περιβάλλον. <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/2506>

9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

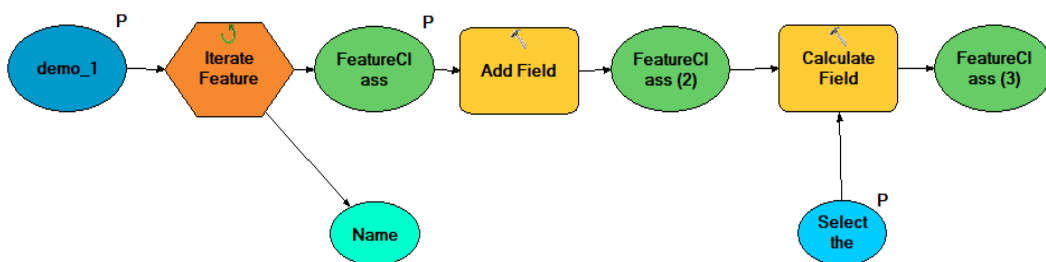
Προγραμματιστική διαδικασία (μοντέλα) που χρησιμοποιήθηκε στο περιβάλλον Model Builder του ArcGIS.

Prepare data (optional)

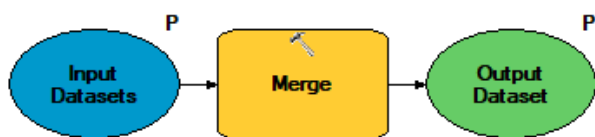
1. Create GDB with Dataset (optional)



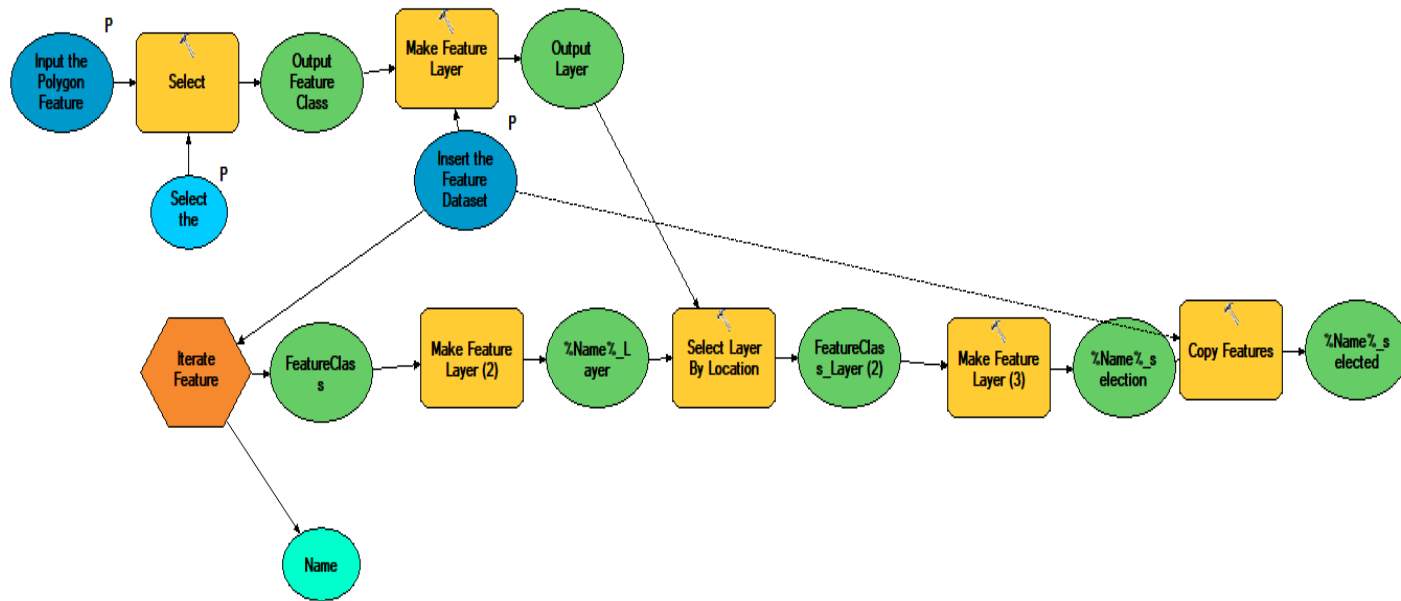
2. Add new field with name "type" (optional)



3.Merge all Point Features into One (optional)

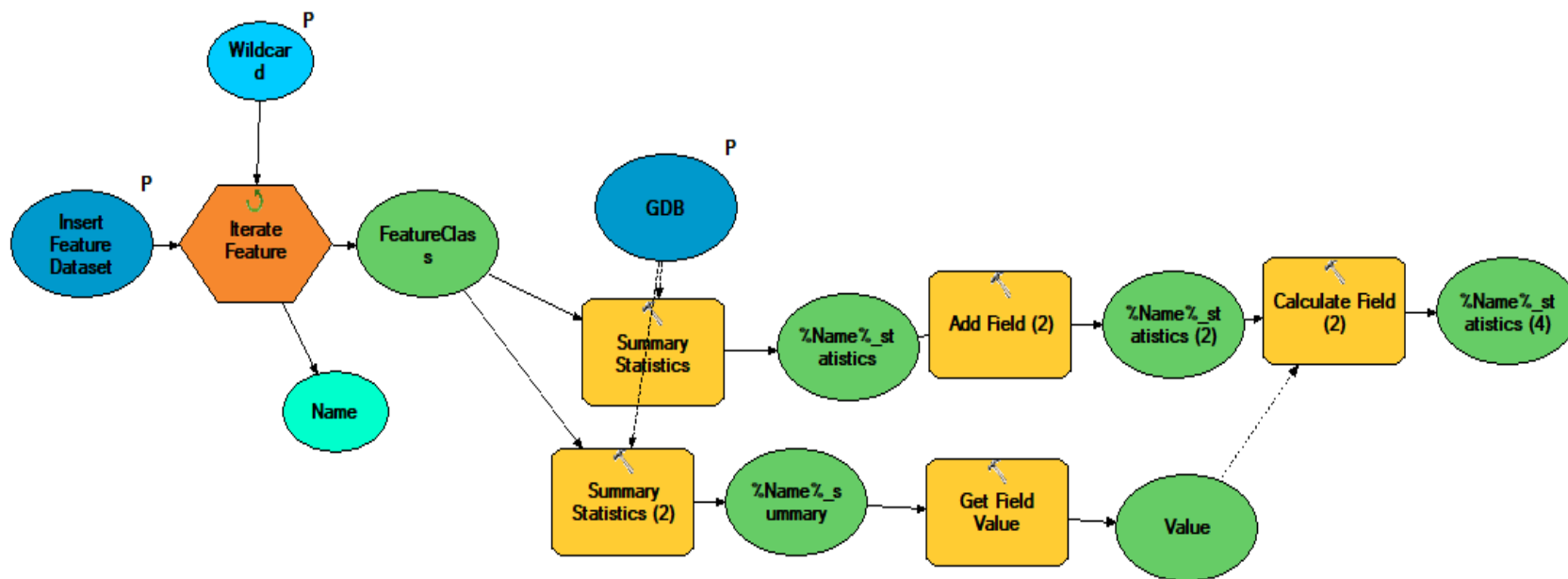


4. Select the area of interest (optional)



Completeness check

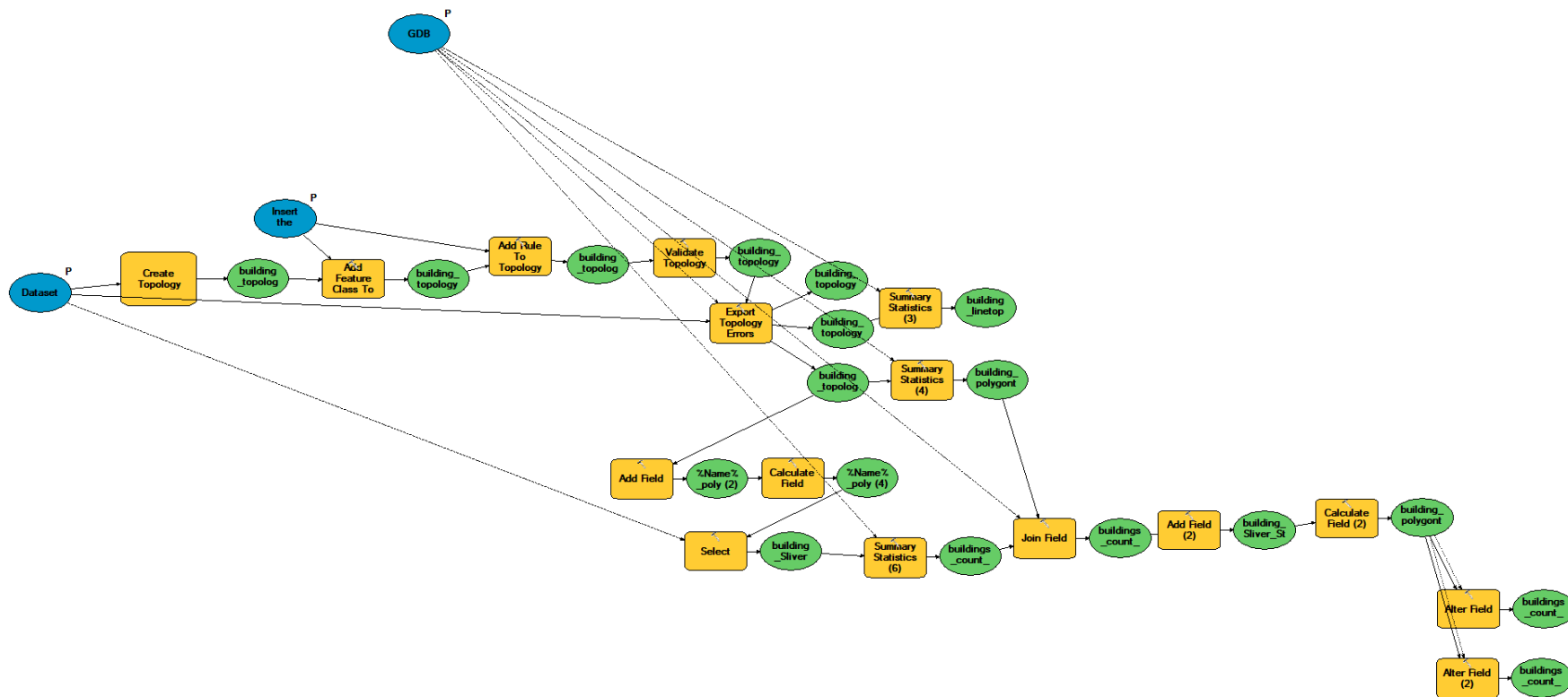
Type field completeness



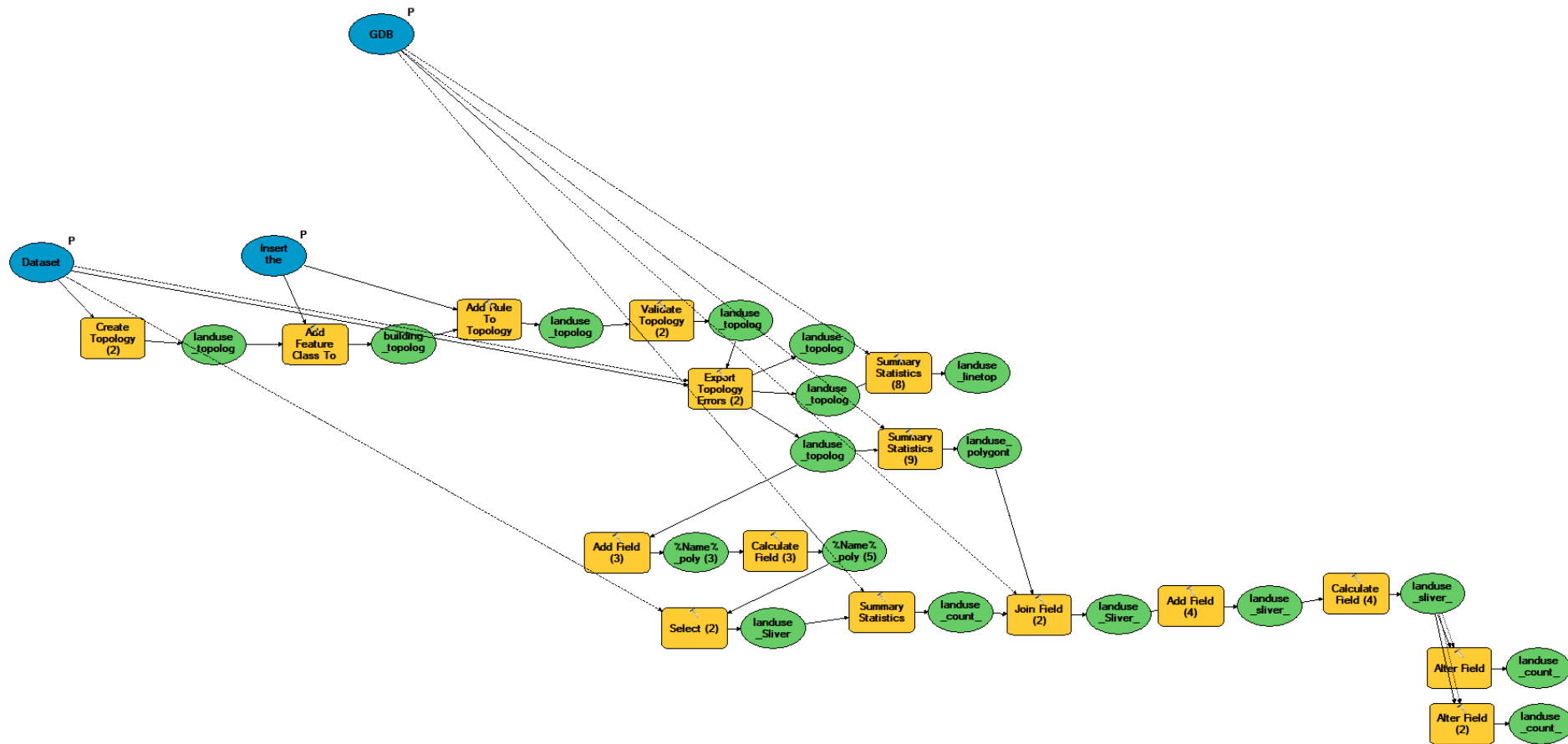
General Topology Checks (Internal)

Topology check for Polygon features

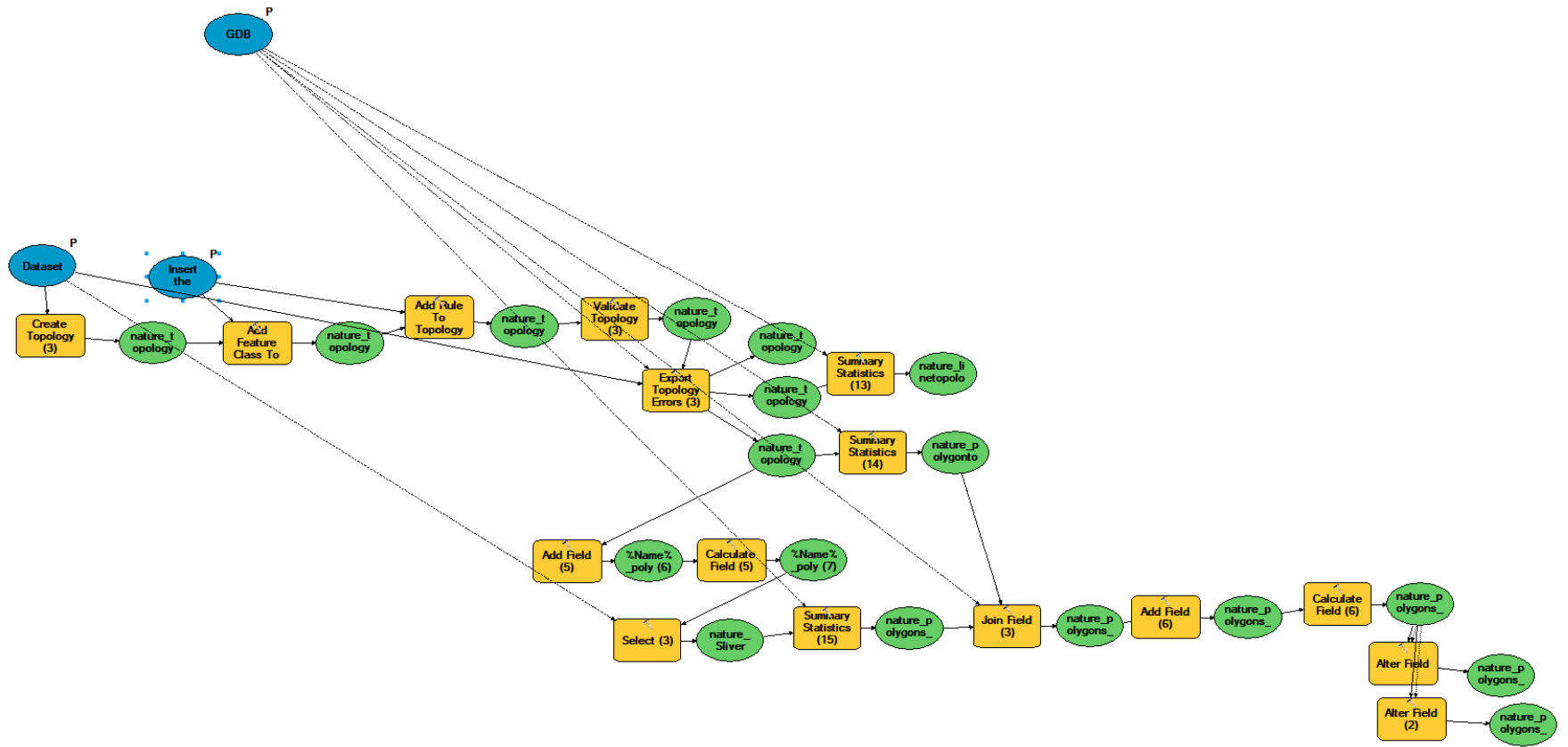
Topology check for Buildings



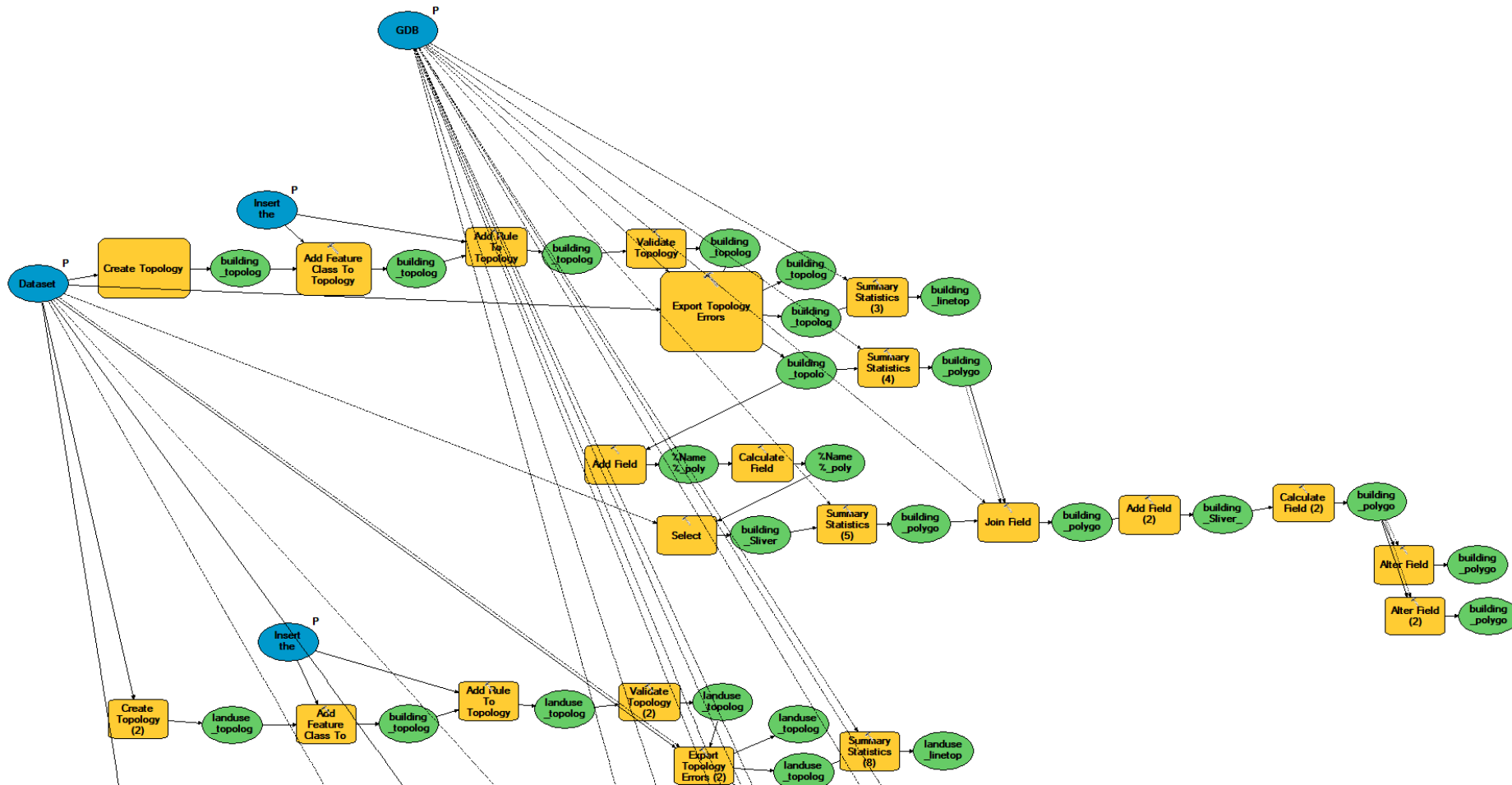
Topology check for Landuse

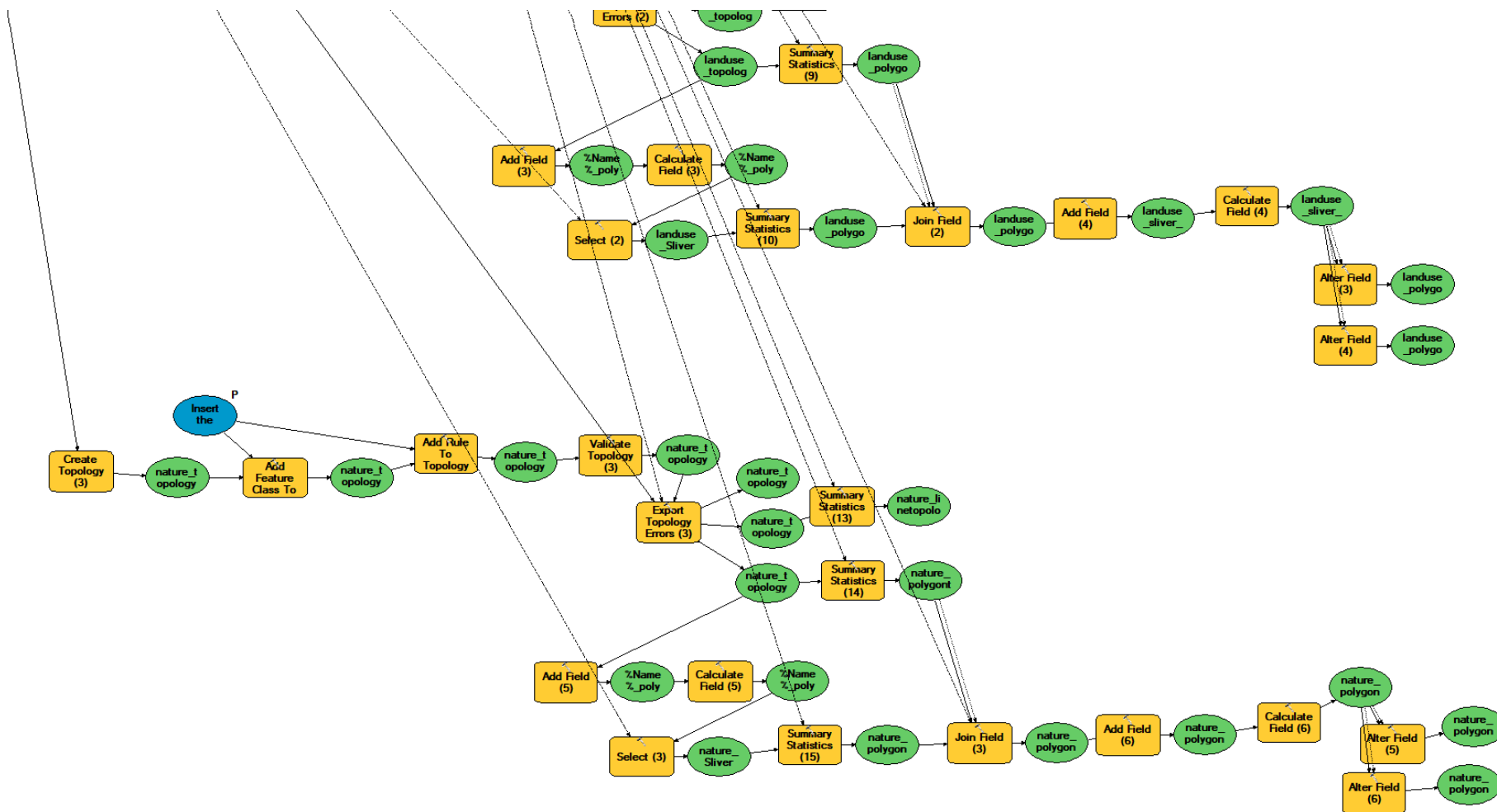


Topology check for Nature



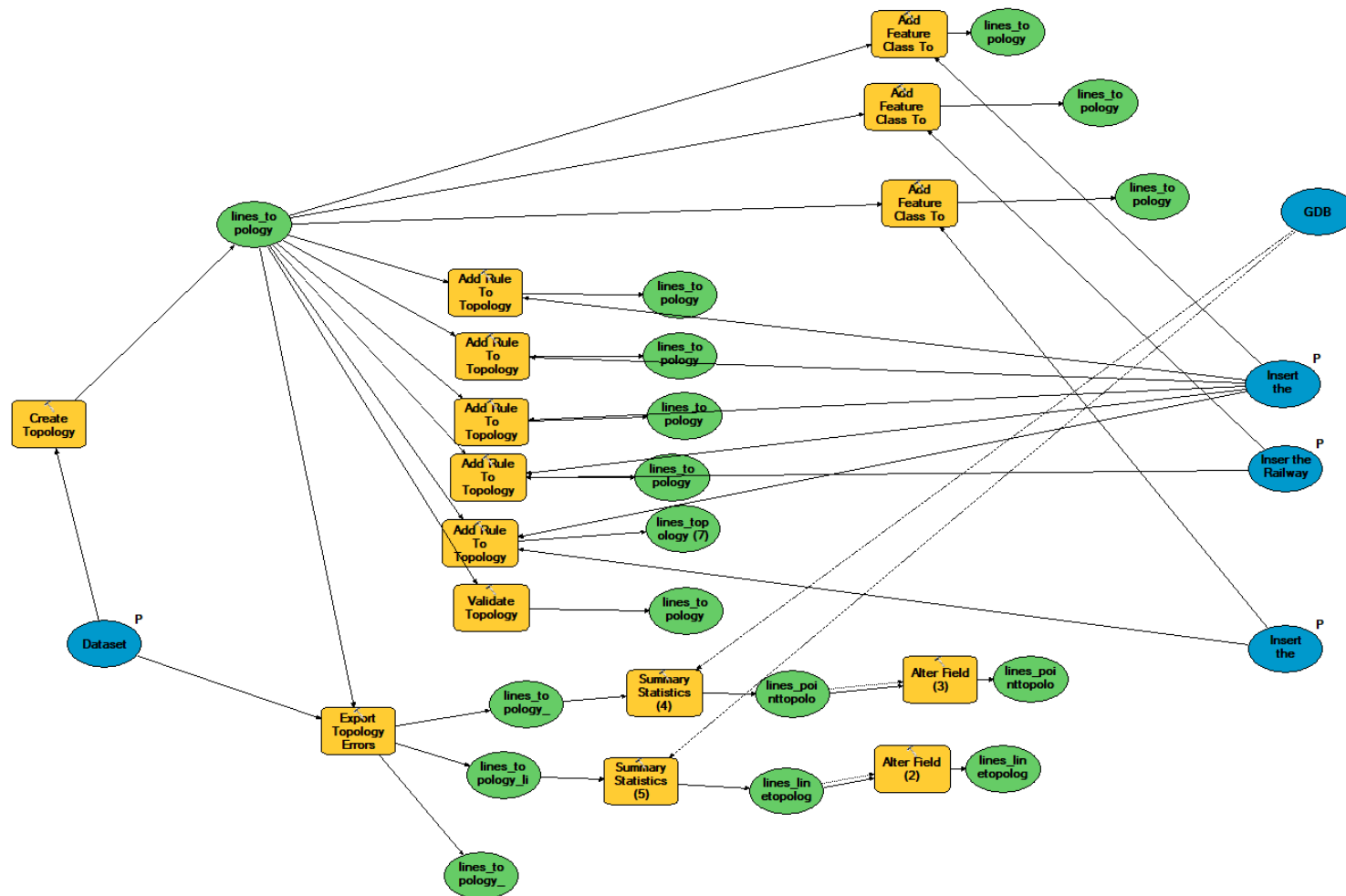
Topology check of all Polygon features (building, landuse, nature)





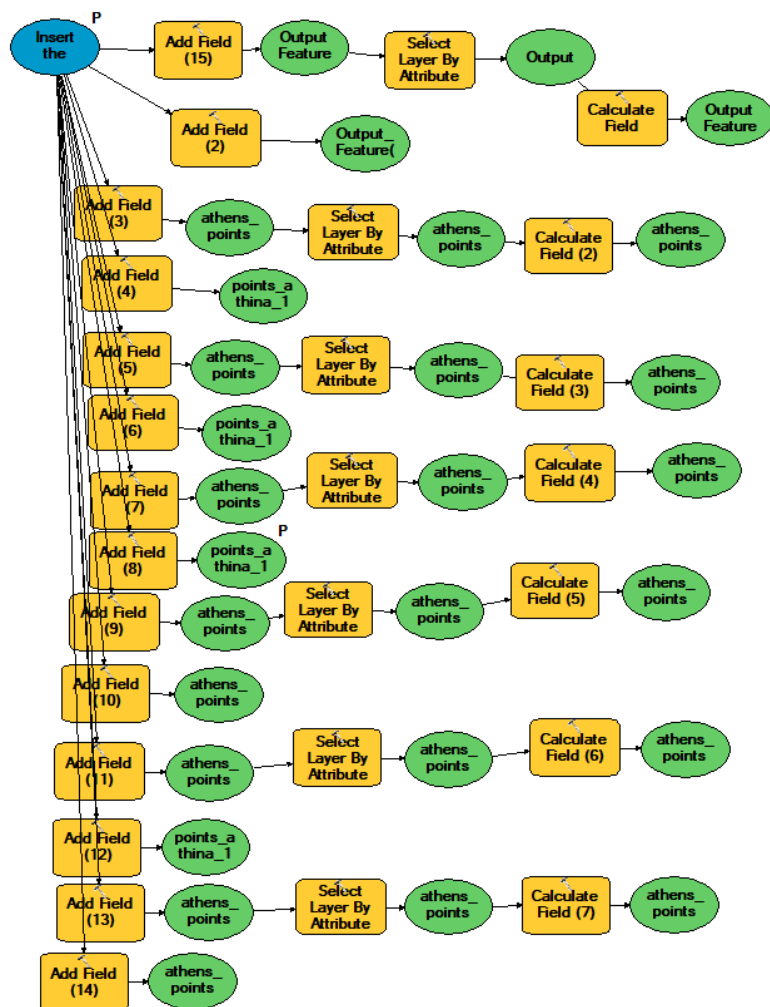
Topology check for Network data

Topology check for Linear features (roads, railways, waterways)

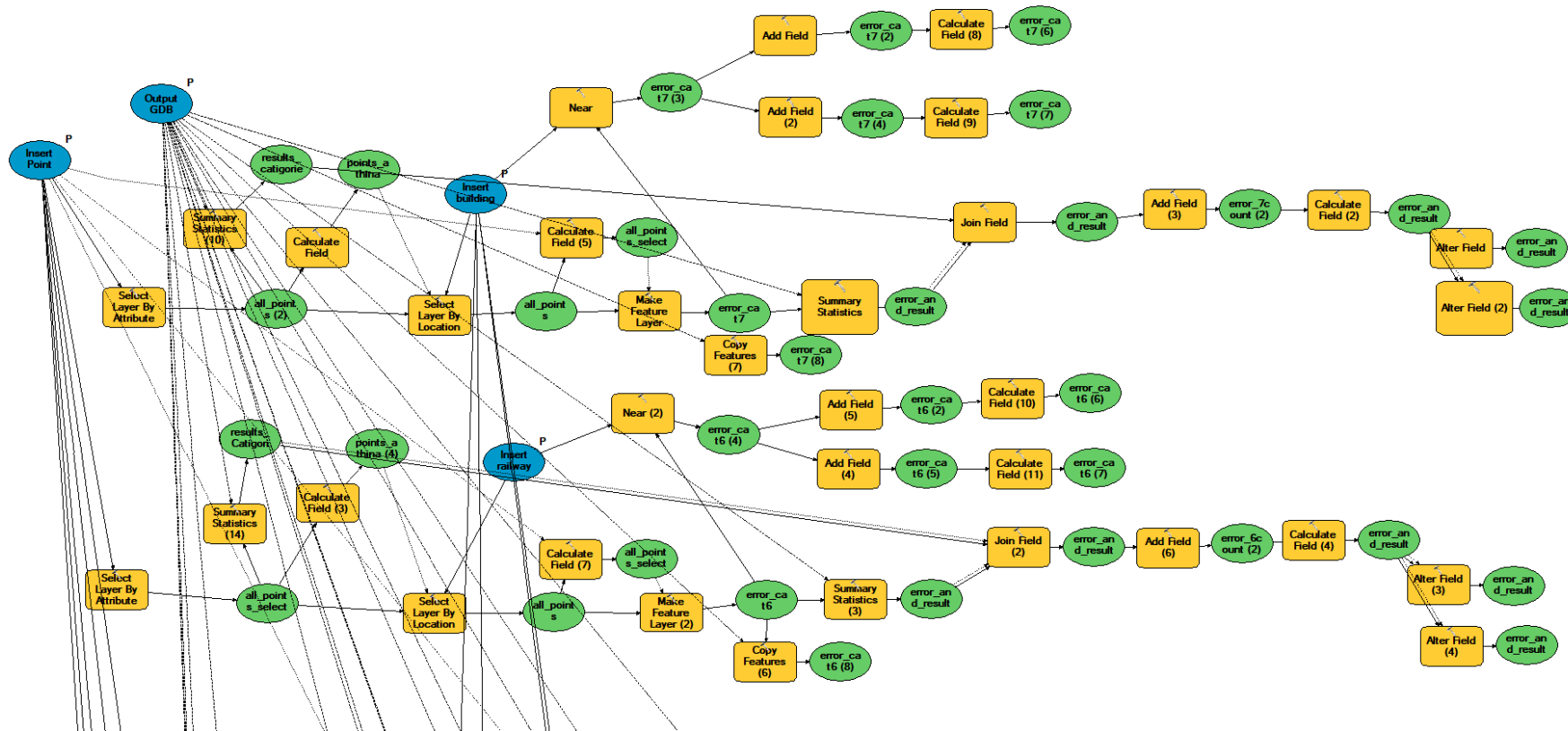


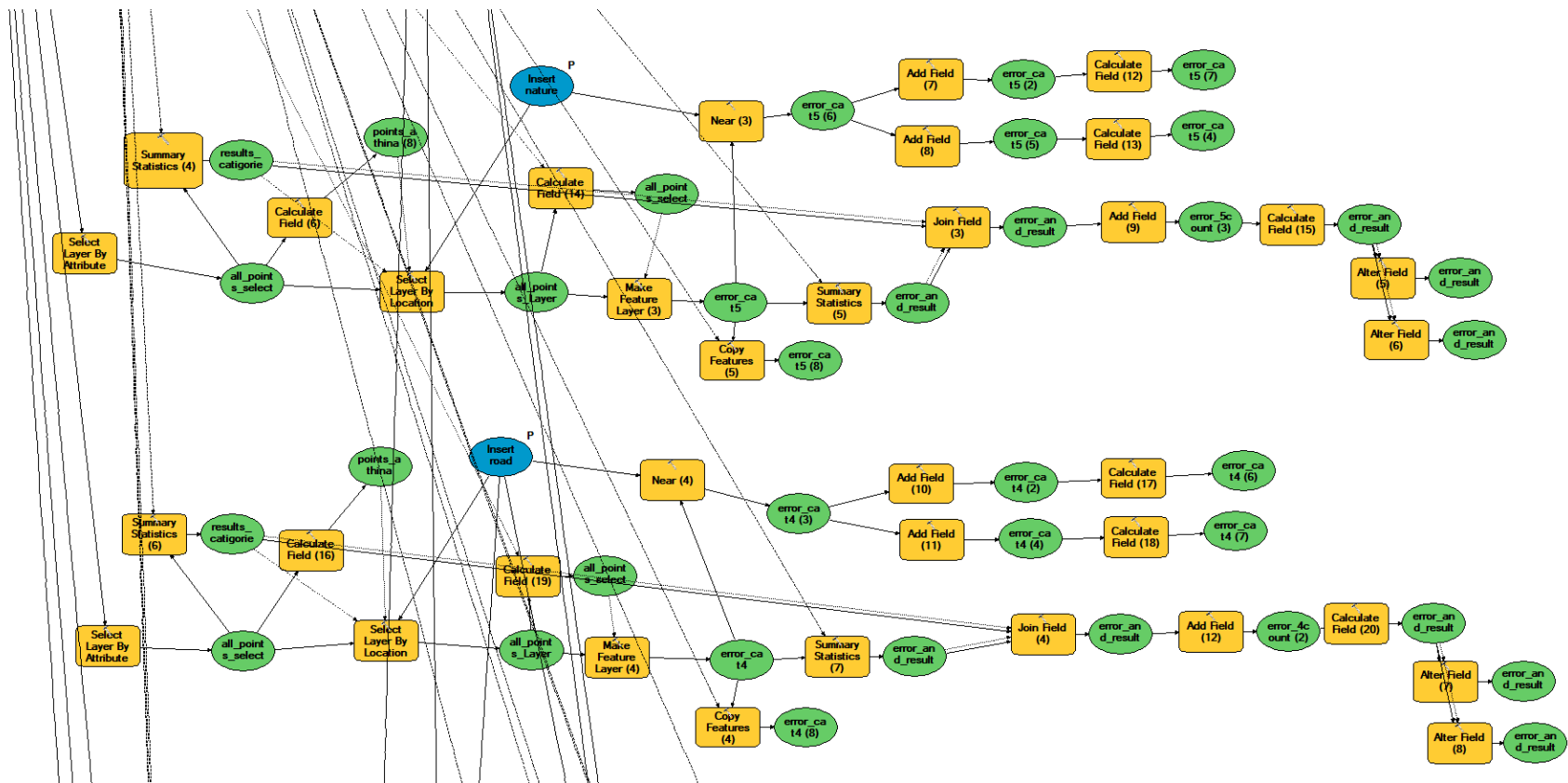
Topo - Semantic checks for POIs

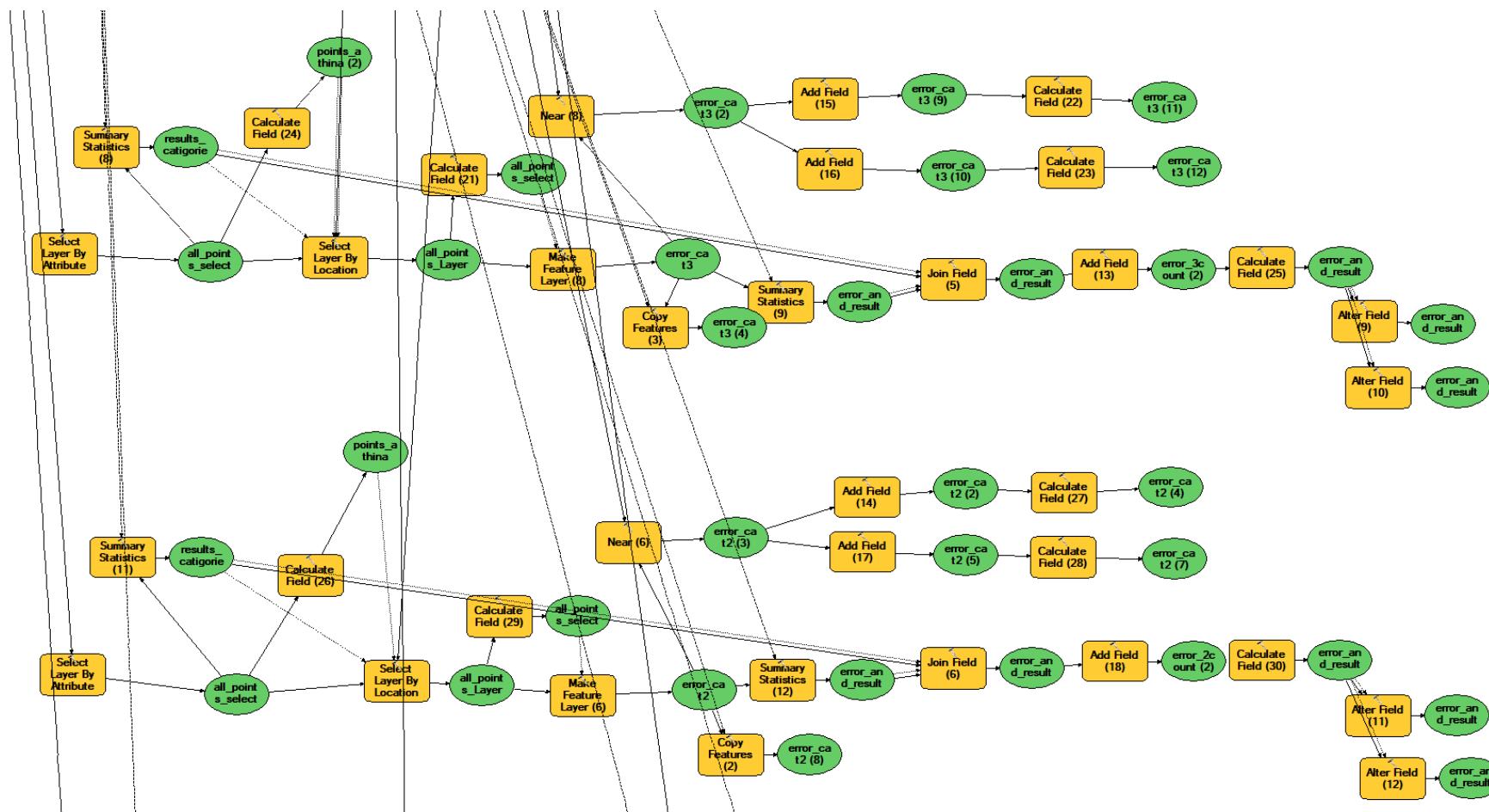
1. Add categorie of checks to POIs

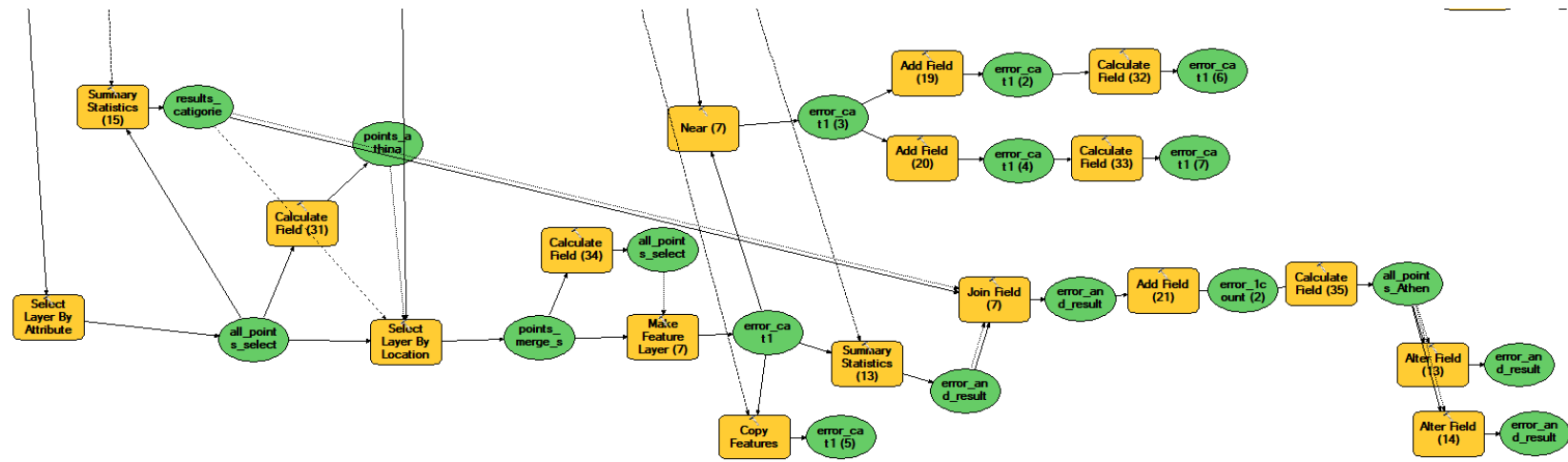


2. POIs VS Buildings, Landuse, Nature and Networks

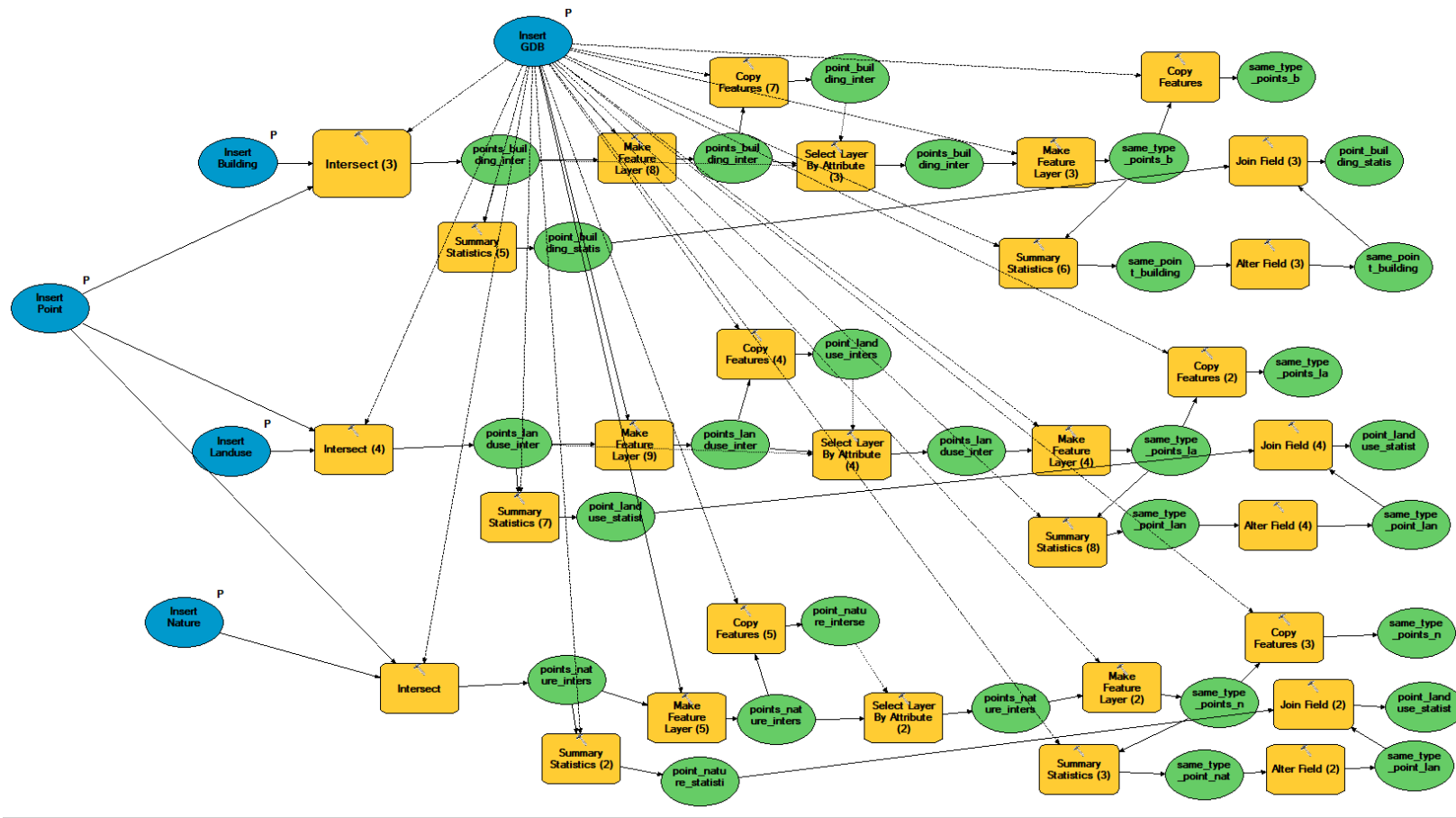








3.POIs VS Building, Landuse and Nature (type)



Topo - Semantic checks for Buildings, Landuse and Nature

Buildings VS Landuse VS Nature (type)

