



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ  
ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΣΚΟΠΕΛΟΥ, ΛΕΣΒΟΥ”**

**ΤΣΙΡΤΣΙΛΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ  
Α.Μ. 1612013190**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΟΥΛΑΚΕΛΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ: ΒΑΙΤΗΣ ΜΙΧΑΗΛ  
ΚΑΒΡΟΥΔΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

ΜΥΤΙΛΗΝΗ 2018

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με την παρούσα εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο Πρόγραμμα Προπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Νοιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στην ολοκλήρωσή της.

Κατ' αρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σουλακέλλη Νικόλαο για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια του στη διεκπεραίωση της εργασίας αυτής.

Στην συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Βαϊτή Μιχαήλ και τον κ. Καβρουδάκη Δημήτριο, οι οποίοι δέχτηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής εξέτασης της εργασίας μου.

Οφείλω, επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Κωνσταντίνου που εργάζεται στα γραφεία του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε και τον κ.Τάταρη, οι οποίοι με τις πολύτιμες συμβουλές τους και τις γνώσεις τους συνέβαλαν θετικά στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και του φίλους μου, που στήριξαν τις προσπάθειες μου, σε όλη τη διάρκεια της σταδιοδρομίας μου.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.1 Γεωπληροφορική.....	11
1.1.1 Ιστορική Αναδρομή στα ΣΓΠ.....	12
1.1.2 Οι χρήσεις του ΓΣΠ.....	13
1.2 Το σύστημα Παγκοσμίου Εντοπισμού Θέσης (GPS).....	13
1.2.1 Ιστορική αναδρομή του GPS.....	14
1.3 Προβολικά και γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς.....	15
1.3.1 Το ΕΓΣΑ 87.....	15
1.4 Γεωαναφορά (εισαγωγή - γενικά - ορισμοί).....	16
1.5 Ψηφιακά μοντέλα εδάφους (Digital Elevation Model).....	17
1.6 Τρισδιάστατη οπτικοποίηση.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	19
2.1 Γεωγραφική Θέση Νήσου Λέσβου.....	19
2.2 Γεωγραφική Θέση Περιοχής Μελέτης-Σκοπέλος.....	20
2.3 Δίκτυο της Λέσβου.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	22
3.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	23
3.1.1 Σχέδιο χαμηλής τάσης του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας Σκοπέλου.....	23
3.1.2 Καταγραφή με Google Earth.....	25
3.1.3 Καταγραφή με GPS.....	29
3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	32
3.2.1 Γεωαναφορά του σχεδίου.....	32
3.2.2 Διόρθωση θέσης σημείων και ψηφιοποίηση των μη καταγεγραμμένων.....	37
3.2.3 Ψηφιοποίηση του ηλεκτρικού δικτύου.....	44
3.2.4 Καταχώρηση στοιχείων των στύλων και του δικτύου.....	47
3.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΧΑΡΤΗ.....	52
3.4 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ (3D).....	58
3.4.1 Δημιουργία DEM.....	58
3.4.2 Ψηφιοποίηση οδικού δικτύου - οικισμών.....	61
3.4.3 Δημιουργία της τρισδιάστατης οπτικοποίησης.....	62
3.5 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ.....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	67
4.1 Βάση γεωγραφικών δεδομένων.....	67
4.2 Δισδιάστατη οπτικοποίηση.....	68
4.3 Τρισδιάστατη οπτικοποίηση.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	75

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	75
5.1 Προοπτικές – Προτάσεις.....	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	77

<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	<b>ΣΕΛ.</b>
Εικόνα 1: Στην εικόνα απεικονίζεται το σχέδιο του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης ηλεκτρικού ρεύματος της περιοχής του Σκοπέλου	23
Εικόνα 2: Στην εικόνα φαίνεται ένα τεταρτημόριο που περιέχει τα χαρακτηριστικά μιας κολώνας	24
Εικόνα 3: Λειτουργία Street View	25
Εικόνα 4α: Δημιουργία Σημείου στο Google Earth βήμα 1 <sup>ο</sup>	26
Εικόνα 4β: Δημιουργία Σημείου στο Google Earth βήμα 2 <sup>ο</sup>	27
Εικόνα 5: Απεικόνιση της κίνησης στο Street View	27
Εικόνα 6: Αποθήκευση του αρχείου σε μορφή kml	28
Εικόνα 7: Στην εικόνα απεικονίζονται οι στύλοι με κίτρινες πινέζες στον οικισμό του Σκοπέλου	28
Εικόνα 8: Δημιουργία νέας καταγραφής	30
Εικόνα 9: Καταγραφή σημείου	30
Εικόνα 10: Αποθήκευση της καταγραφής	31
Εικόνα 11: Εξαγωγή της καταγραφής σε μορφή GPX	31
Εικόνα 12: Ορισμός του προβολικού συστήματος της επιφάνειας εργασίας του QGIS	32
Εικόνα 13: Μενού διαχείρισης και εγκατάστασης Plugin	33
Εικόνα 14: Εγκατάσταση του “Georeferencer GDAL” Plugin	34
Εικόνα 15: Ενεργοποίηση του εργαλείου “Georeferencer” στο QGIS	34
Εικόνα 16: Εισαγωγή του σχεδίου στο “Georeferencer” με την επιλογή “Open Raster”	35
Εικόνα 17: Εντολή για την επιλογή σημείων	35
Εικόνα 18: Επιλογή του κοινού σημείου από τον κάρναβο	35
Εικόνα 19 :Εντολή για τις ρυθμίσεις του μετασχηματισμού	36
Εικόνα 20: Οι ρυθμίσεις του μετασχηματισμού στο QGIS	36
Εικόνα 21: Η εντολή “ Start Georeferencer” για την έναρξη της γεωαναφοράς	36
Εικόνα 22: Εγκατάσταση του “OpenLayer Plugin”	37
Εικόνα 23: Εισαγωγή του “Google Satellite” στο QGIS	38
Εικόνα 24: Οι εντολές “Toggle Editing” και “Move features” για να ξεκινήσει η μετακίνηση σημείων	39
Εικόνα 25: Οι εντολές “Toggle Editing” και “Add Feature” για να ξεκινήσει η ψηφιοποίηση των σημείων	40
Εικόνα 26: Δημιουργία νέου επιπέδου πληροφορίας	44
Εικόνα 27: Διαδικασία δημιουργίας του νέου γραμμικού επιπέδου πληροφορίας	45
Εικόνα 28: Εντολή για την εισαγωγή στις ρυθμίσεις του Snapping	46
Εικόνα 29: Οι ρυθμίσεις που επιλέχτηκαν στο εργαλείο Snapping	46
Εικόνα 30 :Οι εντολές “Toggle Editing” και “Add Feature” για να ξεκινήσει η ψηφιοποίηση και η δημιουργία γραμμών	47
Εικόνα 31: Οι εντολές “Toggle editing mode” και “New field” για την δημιουργία των νέων στηλών	47
Εικόνα 32: Οι επιλογές για την δημιουργία της στήλης	47
Εικόνα 33: Οι επιλογές που έγιναν για την κατηγοριοποίηση των στύλων	48
Εικόνα 34: Επιλογή συμβόλου για στύλο	48
Εικόνα 35: Οι επιλογές που έγιναν για την κατηγοριοποίηση του δικτύου χαμηλής τάσης	49

Εικόνα 36: Επιλογή χρωματικής παλέτας από το "Colorbrewer"	50
Εικόνα 37: Επιλογή χρώματος με βάση τους κωδικούς RGB από τη παλέτα του "Colorbrewer"	50
Εικόνα 38: Η εντολή "Layer Labeling Options" και οι επιλογές για την εμφάνιση των ετικετών	51
Εικόνα 39: Επιλογή για τη σύνθεση εκτύπωσης του χάρτη	52
Εικόνα 40: Εργαλείο σύνθεσης χαρτών (composer)	53
Εικόνα 41: Εισαγωγή χάρτη στο "Composer"	54
Εικόνα 42: Ρύθμιση διαστάσεων σελίδας	54
Εικόνα 43: Επιλογή κλίμακας στην σύνθεση του χάρτη	55
Εικόνα 44: Προσθήκη εικόνας με την εντολή "Add image"	55
Εικόνα 45: Μετακίνηση και περιστροφή εικόνας (επίτονο)	56
Εικόνα 46: Οι εντολές "Move item, Add image, Add label, Add scalebar, Add attribute table" που χρησιμοποιήθηκαν στην σύνθεση του χάρτη	56
Εικόνα 47: Εξαγωγή συνθέσεως χάρτη ως jpeg	57
Εικόνα 48: Επιλογές εξαγωγής χάρτη ως εικόνα	57
Εικόνα 49: Επιλογή της μεθόδου "Inverse Distance Weighted interpolation" για την δημιουργία του DEM	59
Εικόνα 50α: Διαδικασία δημιουργίας του dem(1)	59
Εικόνα 50β: Διαδικασία δημιουργίας του dem(2)	60
Εικόνα 50γ: Διαδικασία δημιουργίας του dem(3)	60
Εικόνα 51: Τα εργαλεία "Προσθήκη Διαδρομής" και "Προσθήκη Πολυγώνου" που χρησιμοποιήθηκαν για την ψηφιοποίηση του οδικού δικτύου και των οικισμών	61
Εικόνα 52: Η εντολή "Qgis2threejs" για την δημιουργία της τρισδιάστατης απεικόνισης	62
Εικόνα 53: Επιλογή του DEM	63
Εικόνα 54: Επιλογή σχήματος, χρώματος, μεγέθους και ύψους των στύλων	63
Εικόνα 55: Επιλογή σχήματος και ύψους του δικτύου	64
Εικόνα 56: Επιλογή σχήματος του οδικού δικτύου	64
Εικόνα 57: Επιλογή σχήματος, χρώματος και ύψους των οικισμών και η επιλογή "Run" για την δημιουργία της τρισδιάστατης προβολής	65
Εικόνα 58: Η τρισδιάστατη προβολή του δικτύου ηλεκτροδότησης του Σκοπέλου προσανατολισμένη προς το Βορρά	71
Εικόνα 59: Η τρισδιάστατη προβολή του δικτύου ηλεκτροδότησης του Σκοπέλου προσανατολισμένη προς τη Δύση	72
Εικόνα 60: Η τρισδιάστατη προβολή του δικτύου ηλεκτροδότησης του Σκοπέλου προσανατολισμένη προς το Νότο	73
Εικόνα 61: Η τρισδιάστατη προβολή του δικτύου ηλεκτροδότησης του Σκοπέλου προσανατολισμένη προς την Ανατολή	74

<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ</b>	<b>ΣΕΛ.</b>
Χάρτης 1: Στον χάρτη απεικονίζεται η θέση της Ν.Λέσβου στην Ελλάδα	19
Χάρτης 2: Στον χάρτη απεικονίζεται η θέση του οικισμού του Σκοπέλου στην Λέσβο	20
Χάρτης 3: Στο χάρτη απεικονίζεται το γεωαναφερμένο σχέδιο σε συνδυασμό με τα διορθωμένα σημεία	41
Χάρτης 4: Στο χάρτη γίνεται σύγκριση των σημείων που καταγράφηκαν μέσω του Google Earth με τα διορθωμένα σημεία	42
Χάρτης 5: Στο χάρτη γίνεται σύγκριση των σημείων που καταγράφηκαν μέσω συσκευής GPS με τα διορθωμένα σημεία	43
Χάρτης 6: Στο χάρτη παρουσιάζεται το δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης ηλεκτρικής ενέργειας του Σκοπέλου Λέσβου	69

<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b>	<b>ΣΕΛ.</b>
Σχήμα 1: Στο σχήμα παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την υλοποίηση της εργασίας	22
Σχήμα 2: Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζεται η βάση γεωγραφικών δεδομένων	67

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η χαρτογράφηση και η τρισδιάστατη οπτικοποίηση του ηλεκτρικού δικτύου χαμηλής τάσης της περιοχής του Σκοπέλου, Λέσβου με την χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) και πιο συγκεκριμένα με το λογισμικό QGIS. Αρχικά για την υλοποίησή τους, έγινε καταγραφή των στύλων στο πεδίο, με την χρήση GPS καθώς και χρήση του σχεδίου χαμηλής τάσης ηλεκτρικής ενέργειας της περιοχής, κλίμακας 1:1.000, το οποίο προέρχεται από τον Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε. Λέσβου. Στην συνέχεια έγινε ψηφιοποίηση του ηλεκτρικού δικτύου καθώς και προσθήκη στοιχείων και πληροφοριών σχετικά με αυτό. Ακόμα, για την τρισδιάστατη απεικόνιση, δημιουργήθηκε το “Ψηφιακό Υψομετρικό Μοντέλο Εδάφους” ή αλλιώς “DEM” και με την βοήθεια του Google Earth έγινε ψηφιοποίηση των κτηρίων και του οδικού δικτύου της περιοχής. Τέλος, τα αποτελέσματα της εργασίας αποτελούν ο χάρτης του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας του Σκοπέλου και η τρισδιάστατη προβολή του σε συνδυασμό με το ανάγλυφο και το ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής.



## **ABSTRACT**

This undergraduate thesis presents the mapping and the 3D visualization of the low voltage electricity network of the area of Skopelos, Lesvos (Greece), where Geographical Information Systems (GIS) and, more specifically, the QGIS software were used. First, in order for this software to be applied, the pillars in the field were recorded with the aid of GPS and the use of low voltage of electrical power of the region, on a scale of 1:1.000 that comes from the Electricity Company of Lesvos. Afterwards, the electrical network was digitized, and data as well as information about it were added. Furthermore, in order for 3D to be visualized, the Digital Elevation Model (or DEM) was created, and, with the help of Google Earth, the buildings and the road network of the area were digitized. Finally, the results of this undergraduate thesis are: the map of the electricity distribution network of Skopelos and its 3D projection, combined with the relief and anthropogenic environment of the region.

## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η χαρτογράφηση και η τρισδιάστατη οπτικοποίηση του δικτύου χαμηλής τάσης ηλεκτρικής ενέργειας της περιοχής του Σκοπέλου με την χρήση των ΓΣΠ. Η εργασία αποτελεί ένα μέρος της συνολικής προσπάθειας που γίνεται στα πλαίσια συνεργασίας του Τμήματος Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, με τον Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας) Λέσβου. Αυτό έχει ως στόχο τον εκσυγχρονισμό των παλιών σχεδίων, για ακριβέστερη και ευκολότερη καταχώρηση, διαχείριση, αναθεώρηση και αποτύπωση των δεδομένων για κάθε περιοχή του νησιού. Για την επίτευξη του σκοπού της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκαν το σχέδιο χαμηλής τάσης του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας του Σκοπέλου, το οποίο ήταν σε κλίμακα 1:1000, ένα κινητό τηλέφωνο το οποίο υποστηρίζει την χρήση GPS και την εφαρμογή OSM Tracker καθώς και ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής, με τα λογισμικά QGIS και Google Earth.

Η πτυχιακή εργασία αυτή χωρίζεται σε ενότητες - κεφάλαια για περεταίρω ανάπτυξη και κατανόησή της.

Στο **πρώτο** κεφάλαιο παρουσιάζεται η εισαγωγή στην Γεωπληροφορική και στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, η ιστορική ανάδρομη αλλά και οι χρήσεις των ΓΣΠ, το σύστημα Παγκοσμίου Εντοπισμού Θέσης (GPS) και η ιστορική αναδρομή του, τα προβολικά και γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς, το προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87, την γεωαναφορά, τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους (Digital Elevation Model ) και τέλος η τρισδιάστατη οπτικοποίηση.

Στο **δεύτερο** κεφάλαιο παρουσιάζονται πληροφορίες για το νησί της Λέσβου, την περιοχή μελέτης καθώς και για το ηλεκτρικό δίκτυο της.

Στο **τρίτο** κεφάλαιο αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, όπου χωρίζεται σε 3 στάδια. Το πρώτο στάδιο αφορά την συλλογή δεδομένων όπου αποτελείται από το σχέδιο χαμηλής τάσης του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, την καταγραφή των στύλων με Google Earth και την καταγραφή των στύλων με GPS. Το δεύτερο στάδιο είναι η επεξεργασία των δεδομένων όπου αποτελείται από την γεωαναφορά του σχεδίου, την διόρθωση των σημείων και ψηφιοποίηση των μη καταγεγραμμένων, την ψηφιοποίηση του ηλεκτρικού δικτύου και την καταχώρηση των στοιχείων των στύλων και του δικτύου. Το τρίτο στάδιο είναι η εξαγωγή των αποτελεσμάτων τα οποία παρουσιάζονται στο τέταρτο κεφάλαιο. Ακόμα σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται η διαδικασία δημιουργίας και εξαγωγής του χάρτη καθώς και η διαδικασία δημιουργίας της τρισδιάστατης οπτικοποίησης. Τέλος, αναφέρονται τα προβλήματα που συναντήθηκαν κατά την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας.

Στο **τέταρτο** κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν με βάση την

μεθοδολογία, τα οποία αποτελούν η βάση των γεωγραφικών δεδομένων, η δισδιάστατη και η τρισδιάστατη οπτικοποίηση του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της περιοχής του Σκοπέλου.

Στο **πέμπτο** κεφάλαιο της πτυχιακής αναγράφονται τα συμπεράσματα καθώς και μερικές προτάσεις για την περαιτέρω ανάπτυξη και εξέλιξη.

## 1.1 Γεωπληροφορική

### *Τι είναι η Γεωπληροφορική;*

Γεωπληροφορική είναι η επιστήμη η οποία αξιοποιεί τη γεωγραφική πληροφορία και τις σύγχρονες τεχνολογίες που αναπτύσσει ο τομέας της πληροφορικής, έτσι ώστε να συγκεντρώσει, να αποθηκεύσει, να ενημερώσει, να διαχειριστεί, να επεξεργαστεί, να αναλύσει, να οπτικοποιήσει και να παρουσιάσει προτάσεις σε προβλήματα που αφορούν τις επιστήμες του χώρου και συναφών κλάδων.

### *Ποια είναι τα εργαλεία της Γεωπληροφορικής και που χρησιμοποιείται;*

Ορισμένα από τα βασικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη Γεωπληροφορική είναι τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών, γνωστά και ως G.I.S. (Geographic Information Systems), η Τεχνολογία Δορυφορικού Εντοπισμού Θέσης, γνωστή και ως GPS (Global Position System), οι Τεχνολογίες Ανάλυσης και Επεξεργασίας Αεροφωτογραφιών και Δορυφορικών Εικόνων. Ο συνδυασμός των προαναφερθεισών τεχνολογιών και όχι μόνο, μας παρουσιάζει ένα ολοκληρωμένο σύνολο χωρικής και περιγραφικής πληροφορίας, ποιο απλά μας παρέχει την «γεωπληροφορία», με τη χρήση της οποίας έχουμε την δυνατότητα:

- Να εκτελέσουμε χωρικά ερωτήματα
- Να αναλύσουμε δεδομένα
- Να δημιουργήσουμε χάρτες και μοντέλα
- Να λαμβάνουμε καλύτερες αποφάσεις και να επιλέγουμε τις καλύτερες λύσεις

Δημιουργείται λοιπόν, ένα εργαλείο “έξυπνου χάρτη”, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικές ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα, να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα, να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο διαδίκτυο).

Η χαρακτηριστική δυνατότητα που παρέχει η Γεωπληροφορική (σύνδεση χωρική με περιγραφική πληροφορία), την καθιστά ως ένα μοναδικό εργαλείο συλλογής, επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων, εισάγοντας την και σε επιχειρηματικούς τομείς οι οποίοι αναφέρονται στην ενότητα των χρήσεων του ΓΣΠ.

Διαθέτοντας όλα αυτά τα σημαντικά και έξυπνα εργαλεία διαχείρισης χωρικών και περιγραφικών δεδομένων και ταυτόχρονα με τον φιλικό προς τον χρήστη σχεδιασμό τους, η Γεωπληροφορική μας

παρέχει ποιοτικές λύσεις σε χωρικά προβλήματα, με τρόπο τάχιστο, κατανοητό και εύκολα προσβάσιμο από το ευρύ κοινό. (www.geosciences.gr)

### **1.1.1 Ιστορική Αναδρομή στα ΣΓΠ**

Η ιστορία των γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων είναι παλαιότερη ίσως από όσο πιστεύουμε. Τα πρώτα συστήματα επεξεργασίας χωρικών δεδομένων έκαναν την εμφάνισή τους στο τέλος της δεκαετίας του '50 (Garner, 1993), ενώ το πρώτο “πραγματικό” Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα δημιουργήθηκε το 1962 στην Οτάβα του Καναδά από τον Δρ. Roger Tomlinson για να περιγράψει ένα Σύστημα Ανάλυσης Χαρτογραφικών Δεδομένων και ονομάστηκε “Canada Geographic Information System”. Το CGIS αφορούσε φυσικά διαθέσιμα και συγκεκριμένα τη διαχείριση δασών και σταμάτησε να χρησιμοποιείται στα μέσα της δεκαετίας του 1990. Τον όρο Geographical Information Systems εισήγαγε ο Burrough το 1986 περιγράφοντάς τα ως: “ένα ισχυρό εργαλείο για συλλογή, ανάκληση κατά βούληση, μεταφορά και παρουσίαση χωρικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο για ένα συγκεκριμένο σκοπό”.

Η μεγάλη ανάπτυξη των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων συντελέστηκε τη δεκαετία του 1970 καθώς παράλληλη δημιουργία του οικολογικού κινήματος και η απόφαση κυβερνητικών οργανισμών για όλο και περισσότερο έλεγχο στην χρήση γης, κατέστησε σχεδόν επιτακτική την ανάγκη ανάπτυξης αξιόπιστων συστημάτων, τα οποία όχι μόνο θα αποθήκευαν τα δεδομένα, αλλά θα τα διαχειρίζονταν και θα τα επεξεργάζονταν στον επιθυμητό χρόνο. Το ακρωνύμιο GIS εισήχθη το 1970 και το πρώτο λογισμικό ΓΠΣ προέκυψε μόλις στα τέλη της δεκαετίας του '70 από το εργαστήριο της ESRI.

Παράλληλα πραγματοποιούνται, στην Οτάβα του Καναδά, τα πρώτα δύο συνέδρια για τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα, υπό την αιγίδα της National Geographical Society (Διεθνούς Γεωγραφικής Ένωσης) και της UNESCO. Στα πλαίσια του συνεδρίου αυτού γράφτηκε το πρώτο βιβλίο για τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα, το οποίο και παρουσιάστηκε στο συνέδριο του 1972.

Από το 1972 και μετά τα Γ.Π.Σ. μπαίνουν στο πρόγραμμα σπουδών πανεπιστημίων σε Ευρώπη και Βόρειο Αμερική. Από κει και πέρα τα Γ.Π.Σ. είναι άμεσα συνδεδεμένα με την ανάπτυξη των Η/Υ. Στα μέσα της δεκαετίας του 1980, το λογισμικό των Γ.Π.Σ. δέχτηκε σημαντικές βελτιώσεις και σε συνδυασμό με την αύξηση της ταχύτητας και της αποθηκευτικής ικανότητας των workstations και των personal Η/Υ, τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα έγιναν πιο προσιτά, οικονομικά αλλά κυρίως πιο αποτελεσματικά και παραγωγικά με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, τη δεκαετία του '80 οι εταιρείες M & S Computing ( γνωστή αργότερα ως Itergraph), Environmental

Systems Research Institute (ESRI) και CARIS, ανέπτυξαν εμπορικές εφαρμογές ΓΠΣ με πολλά στοιχεία δανεισμένα από το CGIS και συνδυάζοντας στοιχεία από την πρώτη γενιά ΓΠΣ με τη δεύτερη, οργανώνοντας τα δεδομένα σε Βάσεις Δεδομένων.

Σήμερα το λογισμικό των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων έχει προχωρήσει σε μεγάλο βαθμό ώστε τα Γ.Π.Σ. χρησιμοποιούνται για την οργάνωση αλλά και την οπτικοποίηση χωρικών δεδομένων. Οι χάρτες δημιουργούνται δυναμικά βάσει αιτήσεων των χρηστών, οι υπηρεσίες διοχετεύονται αυτόματα μέσω εξυπηρετητών στο Internet με μηδαμινό κόπο από τους προγραμματιστές ενώ οι υπηρεσίες παρέχονται - μάλιστα με συγκεκριμένες διαπροσωπείες που είναι προσβάσιμες από το δίκτυο - δίνοντας με φθηνή χρέωση την δυνατότητα εκμετάλλευσης των γεωγραφικών πληροφοριών.<sup>[1]</sup>

### **1.1.2 Οι χρήσεις του ΓΣΠ**

Η ανάπτυξη ενός ΓΣΠ συμβάλει στην μηχανοργάνωση και αυτοματισμό εφαρμογών που λαμβάνουν χώρα στο γεωγραφικό χώρο. Μερικοί από τους τομείς στους οποίους τα ΓΣΠ μπορούν να εφαρμοστούν είναι:

- 1) η διαχείριση υπηρεσιών ΟΤΑ όπως δίκτυο ύδρευσης, αποχέτευσης, επικοινωνιών καθώς και ηλεκτρισμού, το οποίο αναλύεται στη παρόν εργασία
- 2) η διαχείριση περιβαλλοντικών και φυσικών πόρων, περιβαλλοντικές μελέτες
- 3) η διαχείριση κυκλοφοριακών προβλημάτων και ανάλυση δικτύων μεταφοράς
- 4) η διαχείριση λεκανών απορροής και υδάτινων πόρων
- 5) το κτηματολόγιο και συστήματα πληροφοριών γης
- 6) τα Συστήματα ανάπτυξης και διαχείρισης χαρτογραφικού υλικού σε εθνική κλίμακα
- 7) η ανάλυση γεωχωρικών πληροφοριών για να χρησιμοποιηθούν από εκείνους που παίρνουν αποφάσεις
- 8) η διαχείριση πολεοδομικών εφαρμογών
- 9) η εφαρμογή σε άλλους κλάδους. όπως αρχαιολογία, γεωλογία, γεωργία κ.α.<sup>[2]</sup>

## **1.2 Το σύστημα Παγκοσμίου Εντοπισμού Θέσης (GPS)**

Το GPS βασίζεται στην επεξεργασία σημάτων που ένας δέκτης στο έδαφος δέχεται ταυτόχρονα από τέσσερεις ή περισσότερους δορυφόρους που βρίσκονται σε τροχιά για αυτόν ακριβώς τον σκοπό. Το GPS έχει τη δυνατότητα ταχύτατης μέτρησης των τριών συντεταγμένων σημείου στο χώρο X, Y,

Ζ με πολύ μεγάλη ακρίβεια.

Το GPS(Global Positioning System), είναι ένα σύστημα πλοήγησης από δορυφόρους και χρηματοδοτείται και ελέγχεται από το υπουργείο άμυνας των ΗΠΑ. Παρότι το χρησιμοποιούν εκατομμύρια άνθρωποι ανά τον κόσμο, το σύστημα σχεδιάστηκε και είναι υπό τον έλεγχο του αμερικανικού στρατού. Αρχικός σκοπός του συστήματος ήταν η κάλυψη αναγκών του στρατού των ΗΠΑ. Στη συνέχεια προέκυψε ότι μπορεί παράλληλα να χρησιμοποιηθεί και από τους πολίτες για πολλές και ποικίλες εφαρμογές οπότε το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ βοήθησε ώστε να εξυπηρετηθούν και οι εφαρμογές αυτές.

Στόχοι του GPS είναι μέσω τεχνητών δορυφόρων να μεταδίδει ειδικά κωδικοποιημένα σήματα τα οποία λαμβάνονται και επεξεργάζονται από δέκτη GPS, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στον δέκτη να υπολογίσει την θέση, την ταχύτητα και το χρόνο. Τέλος, το σύστημα GPS αποτελείται από τρία τμήματα α) του διαστήματος, β) το επίγειο τμήμα και γ) το τμήμα του χρήστη.<sup>[2]</sup>

### **1.2.1 Ιστορική αναδρομή του GPS**

Οι πρώτες εφαρμογές του GPS εμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1960 με προβλήματα λόγω του εξαιρετικά μεγάλου χρόνου παρατηρήσεων και της χαμηλής ακρίβειας. Το 1964, το ναυτικό των ΗΠΑ εγκαινίασε το διαστημικό σύστημα πλοήγησης Transit, που λειτουργεί ακόμη και σήμερα. Οι δορυφόροι βρίσκονται σε χαμηλή τροχιά και το σύστημα δεν είναι πάντα διαθέσιμο. Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στη μέτρηση της συχνότητας του σήματος με το φαινόμενο Doppler.<sup>[13]</sup>

Κατά τη δεκαετία του 1960 αναπτύχθηκε ένα άλλο πρόγραμμα του Αμερικανικού ναυτικού, το Tiimation, στόχος του οποίου ήταν να παρέχει διςδιάστατα δεδομένα πλοήγησης και προσανατολισμού. Ταυτόχρονα, η αεροπορία των ΗΠΑ διεξήγαγε μελέτες για την ανάπτυξη ενός τριςδιάστατου συστήματος προσανατολισμού ονομαζόμενου 621B.

Το 1975, τα δύο παραπάνω προγράμματα ενοποιήθηκαν υπό την αιγίδα της αεροπορίας των ΗΠΑ, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα σύστημα που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για στρατιωτικούς σκοπούς, το GPS. Τα πρώτα δοκιμαστικά σήματα μεταδόθηκαν από τον Navigation Test Satellite 8, τον Ιούνιο του 1977. Στη συνέχεια, εκτοξεύθηκε μια ομάδα δορυφόρων, προκειμένου να υπάρξει καλύτερη και πυκνότερη κάλυψη.

Σήμερα υπάρχουν σε χρήση τρία δορυφορικά συστήματα: το παλαιότερο που δεν προσφέρεται για γεωδαιτικές εφαρμογές σύστημα Transit και το νεότερο GPS, που χρησιμοποιείται πλέον για καθημερινές γεωδαιτικές εργασίες, καθώς και το ίδιας τεχνολογίας ρωσικό GLONASS. Επίσης, βρίσκεται υπό κατασκευή το ευρωπαϊκό σύστημα Galileo.<sup>[3]</sup>

## 1.3 Προβολικά και γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς

Τα προβολικά συστήματα χρησιμοποιούνται για να απεικονίζουν ή να προβάλλουν σημεία που ανήκουν σε μία επιφάνεια αναφοράς πάνω σε μία άλλη επιφάνεια. Με τον τρόπο αυτό τα γεωμετρικά ή φυσικά χαρακτηριστικά της πρώτης επιφάνειας μεταφέρονται μέσω μιας αμφιμονοσήμαντης αντιστοιχίας πάνω στη δεύτερη. Όταν η πρώτη επιφάνεια είναι το ελλειψοειδές αναφοράς, τότε η προβολή πάνω σε ένα επίπεδο παράγει ένα χάρτη που ονομάζεται γεωδαιτικός. Όταν ήταν η πρώτη επιφάνεια είναι η σφαιρική Γη, τότε παράγεται ένας χάρτης που λέγεται γεωγραφικός. Η χρήση διαφορετικών προβολικών συστημάτων μπορεί να προκαλέσει παραμορφώσεις στο χάρτη. Σε περίπτωση που το πρωτότυπο διαθέσιμο χαρτογραφικό υλικό αποτελείται από χάρτες διαφορετικών γεωδαιτικών ή/και προβολικών συστημάτων, τότε είναι απαραίτητο, αφού επιλεγεί το σύστημα αναφοράς του Γ.Σ.Π., να γίνουν μετασχηματισμοί όλων των χαρτογραφικών δεδομένων που δεν αναφέρονται σε αυτό έτσι, ώστε το τελικό ψηφιακό υπόβαθρο του Γ.Σ.Π. να είναι ενιαίο. Κάθε μετασχηματισμός συντεταγμένων, ανάλογα και με τον αλγόριθμο που χρησιμοποιείται, εισάγει ένα σφάλμα στο τελικό αποτέλεσμα, το οποίο θα πρέπει να συνεκτιμηθεί κατά τα επόμενα στάδια της εργασίας.<sup>[4]</sup>

Στην Ελλάδα σήμερα χρησιμοποιείται το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ή “ΕΓΣΑ 87” όπως λέγεται, για κάθε γεωδαιτική, τοπογραφική ή χαρτογραφική και κτηματολογική εργασία. Ακόμα, στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται διάφορα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς σε συνδυασμό με διάφορα προβολικά συστήματα. Αυτά είναι το παλαιό Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΠΕΓΣΑ) και το Ευρωπαϊκό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ED 50).<sup>[5]</sup>

### 1.3.1 Το ΕΓΣΑ 87

Το ισχύον σήμερα γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς στην Ελλάδα, το οποίο προέκυψε από συνδυασμό κυρίως κλασικών και δορυφορικών μετρήσεων είναι το ΕΓΣΑ87, το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987. Το ΕΓΣΑ87 είναι ένα τοπικό πλαίσιο αναφοράς όπως και το παλιό ελληνικό datum. Το καρτεσιανό του σύστημα, με το ελλειψοειδές του GRS80, είναι παράλληλα προσανατολισμένο ως προς το παγκόσμιο (γεωκεντρικό) σύστημα BTS87 ή και ως προς τα σύγχρονα διεθνή ITRF πλαίσια αναφοράς, έτσι ώστε να προσαρμόζεται ικανοποιητικά στο γεωειδές του ελληνικού χώρου. Με το ΕΓΣΑ87 χρησιμοποιείται η Εγκάρσια Μερκατορική απεικόνιση μιας ζώνης για όλη την Ελλάδα(TM87), με κεντρικό μεσημβρινό  $\lambda=24^\circ$  ως προς



Greenwich, άξονα τετμημένων τον ισημερινό, προσθετική σταθερά 500000m και συντελεστή κλίμακας στον κεντρικό μεσημβρινό  $m_0=0.9996$ .

Το ΕΓΣΑ87 υλοποιείται από τις συντεταγμένες όλων των σημείων των κρατικών δικτύων Α', Β', Γ και Δ' τάξης (περίπου 25000 σημεία σε όλη τη χώρα) και μπορεί να συνδέεται με ικανοποιητική ακρίβεια με τα παγκόσμια συστήματα αναφοράς (ακρίβεια μερικών εκατοστών σε μικρές εκτάσεις της τάξης των μερικών km).  $M_0=0.9996$ .<sup>[6]</sup>

Τέλος, το σύστημα ΕΓΣΑ 87 είναι συμβατό με τις απαιτήσεις της σύγχρονης τεχνολογίας και αποτελεί πλέον σήμερα το επίσημο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς της χώρας. Την ευθύνη διαχείρισης του συστήματος είχε ο οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδας (ΟΚΧΕ).<sup>[7]</sup>

## 1.4 Γεωαναφορά (εισαγωγή - γενικά - ορισμοί)

Ως Γεωαναφορά ορίζεται ως η διαδικασία κατά την οποία προσδίδονται πραγματικές γεωγραφικές συντεταγμένες επιθυμητού συστήματος αναφοράς συντεταγμένων σε μία ψηφιακή εικόνα που έχει προέλθει από σάρωση ενός αναλογικού χάρτη ή μίας αεροφωτογραφίας σε συσκευή σαρωτή (scanner).

Η εικόνα που προκύπτει εφαρμόζοντας την παραπάνω μεθοδολογία ονομάζεται γεωαναφερόμενη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή χαρτογραφικών πληροφοριών σε διανυσματική μορφή με την διαδικασία της ψηφιοποίησης σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, ή να συνδυαστεί με ήδη υπάρχοντα ψηφιακά γεωαναφερόμενα δεδομένα για την δημιουργία χαρτοσύνθεσης ή την γεωγραφική ανάλυση και εξαγωγή συμπερασμάτων, με την προϋπόθεση την ύπαρξη ενός κοινού συστήματος γεωγραφικής αναφοράς.

Η διαδικασία της Γεωαναφοράς απαιτεί την ύπαρξη ικανού αριθμού σημείων ελέγχου (control points) από την σαρωμένη εικόνα των οποίων οι συντεταγμένες σε ένα ορισμένο γεωγραφικό σύστημα αναφοράς είναι ήδη γνωστές.

Όσον αφορά στις σαρωμένες αεροφωτογραφίες, τα σημεία αυτά προκύπτουν από προσεκτική εξέταση και αναγνώριση ευδιάκριτων στοιχείων όπως διασταυρώσεις οδικών δικτύων ή χαρακτηριστικά σημεία του αναγλύφου, και τη λήψη μετρήσεων για τα σημεία αυτά με GPS και εργασία υπαίθρου. Εναλλακτικά, οι καρτεσιανές συντεταγμένες των σημείων αυτών μπορούν να υπολογισθούν και από τοπογραφικούς χάρτες, με ακρίβειες όμως που εξαρτώνται από την κλίμακα των χαρτών αυτών.

Στην περίπτωση των σαρωμένων τοπογραφικών χαρτών τα σημεία ελέγχου προκύπτουν πιο εύκολα, από την ανάγνωση απλώς των συντεταγμένων του χάρτη σε διάφορα σημεία τομής των αξόνων του καννάβου, και την μετατροπή τους σε άλλο σύστημα αναφοράς εάν κάτι τέτοιο είναι απαραίτητο. Τα σημεία αυτά ελέγχου της σαρωμένης εικόνας (control points) χρησιμοποιούνται στη συνέχεια, μέσω του κατάλληλου λογισμικού, ως βάση αναφοράς για τον καθορισμό των συντεταγμένων του πραγματικού κόσμου και για την υπόλοιπη εικόνα. Έτσι, κάθε μονάδα καννάβου του χάρτη αποκτά πραγματικές γεωγραφικές συντεταγμένες. Οι μετασχηματισμοί που χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία αυτή είναι πολυωνυμικοί και είναι συνήθως:

- Γραμμικοί ή 1ου βαθμού πολυωνυμικοί, όπου απαιτούνται τουλάχιστον 3 σημεία ελέγχου, και οι αλλαγές που λαμβάνονται υπόψη για να γίνει η σαρωμένη εικόνα γεωαναφερόμενη είναι σχετικά μικρές.
- 2ου βαθμού πολυωνυμικοί, όπου απαιτούνται τουλάχιστον 6 σημεία ελέγχου και λαμβάνονται υπόψη και οι στρεβλώσεις ή καμπυλώσεις στην σαρωμένη εικόνα ώστε να γίνει γεωαναφερόμενη.
- 3ου βαθμού πολυωνυμικοί, όπου απαιτούνται τουλάχιστον 10 σημεία ελέγχου και λαμβάνονται υπόψη και οι στρεβλώσεις ή καμπυλώσεις ώστε να επιτευχθεί η γεωαναφορά της εικόνας.

Σημαντικό στοιχείο της διαδικασίας της Γεωαναφοράς, αποτελεί και η εκτίμηση του Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος (Root-Mean-Square Error) που υπεισέρχεται στην προσπάθεια απόδοσης συντεταγμένων του πραγματικού κόσμου στην σαρωμένη εικόνα. Υπολογίζεται σε μονάδες συντεταγμένων του πραγματικού κόσμου μέσω τον κατάλληλου λογισμικού και αποτελεί κριτήριο τόσο για την επιτυχή επιλογή των σημείων ελέγχου, όσο και για την συνολική εκτίμηση της ακρίβειας της διαδικασίας της Γεωαναφοράς.<sup>[8]</sup>

## **1.5 Ψηφιακά μοντέλα εδάφους (Digital Elevation Model)**

Τα ψηφιακά μοντέλα είναι μια ψηφιακή αναπαράσταση της μεταβλητότητας του ανάγλυφου στο χώρο, όποτε χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της τοπογραφίας μιας περιοχής. Παρέχουν τη δυνατότητα μοντελοποίησης, ανάλυσης και απόδοσης χωρικών φαινομένων που σχετίζονται με το ανάγλυφο ή άλλες επιφάνειες με ανάλογες χωρικές ιδιότητες. Το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, μπορεί να κατανοηθεί ως ψηφιακή αναπαράσταση της γεωμετρικής μορφής ενός τμήματος της γήινης επιφάνειας.

Στη διεθνή βιβλιογραφία τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους αναφέρονται με διάφορους όρους όπως: D.T.M. (Dígital Terrain Model), D.E.M. (Dígital Elevation Model), D.T.D. (Dígital Terrain Data) και D.T. E.D. (Dígital Terrain Elevation Data).

Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις εφαρμογών, όπως:

- Για την παραγωγή χαρτών σκιασμένου ανάγλυφου (shaded relief maps), υψομέτρων, κλίσεων και εκθέσεων.
- Για την κατασκευή ψηφιακών τοπογραφικών χαρτών.
- Για την ομαδοποίηση και καταμέτρηση χαρακτηριστικών αντικειμένων κατά κλάσεις υψομέτρων, κλίσεων ή εκθέσεων.
- Για τη διευκόλυνση υδρολογικών μελετών (π.χ.: υδρογραφικό δίκτυο)<sup>[4]</sup>

## 1.6 Τρισδιάστατη οπτικοποίηση

Η οπτικοποίηση είναι ένας ευρέως διαδεδομένος σήμερα τρόπος παρουσίασης 3D πληροφοριών σε διάφορους τομείς της επιστήμης και τεχνολογίας (τοπογραφία, οδοποιία, αρχιτεκτονική, χωροταξία, αλλά ακόμα και ιατρικές ή βιομηχανικές εφαρμογές). Οι περιπτώσεις, που είναι πλησιέστερα στο αντικείμενο του μηχανικού, αφορούν κυρίως αναπαραστάσεις ψηφιακών μοντέλων εδάφους, αστικών περιοχών, αρχιτεκτονικών σχεδίων και μελλοντικών αρχιτεκτονικών εφαρμογών (ανέγερση νέων κτιρίων, αναπλάσεις, αναπαλαιώσεις κ.λπ.), αλλά οι χρήσεις της αφορούν και την παραγωγή άλλων προϊόντων, πχ. σε προσομοιώσεις πτήσεων για την εκπαίδευση πιλότων. Ειδικότερα όσον αφορά την Χαρτογραφία, ένας από τους βασικούς στόχους της είναι η όσο το δυνατόν πιο κατανοητή στον άνθρωπο απεικόνιση του φυσικού ανάγλυφου. Η οπτικοποίηση διευκολύνει την αντίληψη της μορφολογίας του, ενώ παρουσιάζει το σημαντικό πλεονέκτημα να συνδυάζει την δυνατότητα άντλησης όλων των πληροφοριών (ποσοτικές, ποιοτικές, θεματικές) που μπορούν να εξαχθούν από έναν δισδιάστατο χάρτη με την ρεαλιστική αναπαράσταση της περιοχής που απεικονίζεται.<sup>[9]</sup>

### 2.1 Γεωγραφική Θέση Νήσου Λέσβου

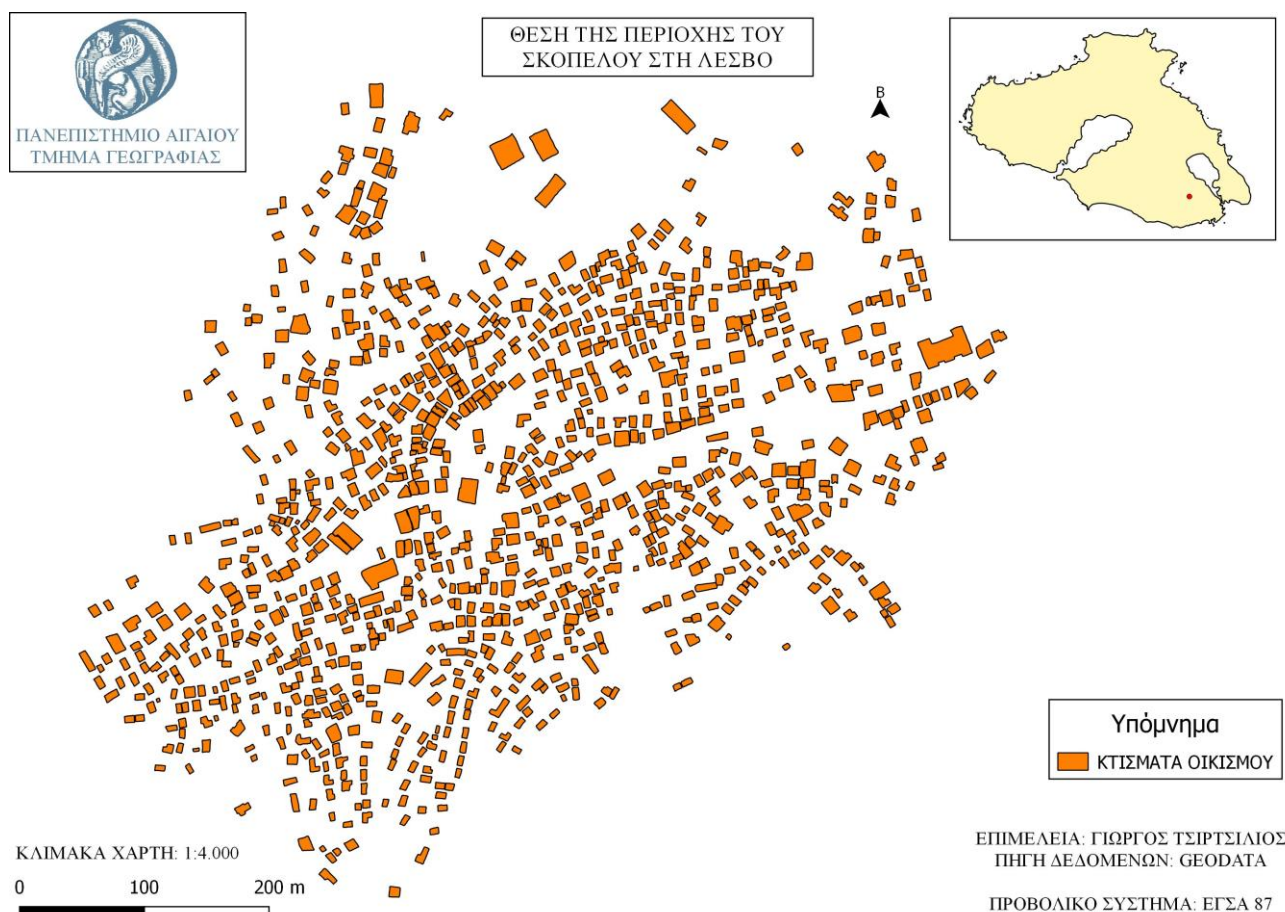
Η Λέσβος, που βρίσκεται στο βορειοανατολικό Αιγαίο, είναι το τρίτο σε μέγεθος ελληνικό νησί μετά την Κρήτη και την Εύβοια με έκταση 1.630 τ.χλμ. και ακτογραμμή 371 χλμ (Χάρτης 1). Το νησί έχει πληθυσμό 86.436 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2011 και διοικητικά ανήκει στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου και στο Νομό Λέσβου. Πρωτεύουσα του νησιού, καθώς και του ομώνυμου Νομού Λέσβου, είναι η Μυτιλήνη, κτισμένη στο νοτιοανατολικό άκρο του νησιού. Σημαντικές κωμοπόλεις είναι η Αγία παρασκευή, η Μήθυμνα, η Καλλονή, το Πλωμάρι, η Αγιάσος, ο Πολιχνίτος και η Ερεσός. Το ανάγλυφο της Λέσβου είναι ορεινό και ημιορεινό, με υψηλότερες κορυφές τον Όλυμπο στα νότια του νησιού με υψόμετρο 968 μέτρα και τον Λεπέτυμνο που βρίσκεται στο βόρειο τμήμα στα 969 μέτρα. Ακόμα υπάρχουν και μερικές πεδινές εκτάσεις με κυριότερες τις πεδιάδες της Καλλονής, του Πολιχνίτου και της Γέρας. Επίσης, η Λέσβος διαθέτει πλούσια βλάστηση και θεωρείται ως το νησί του Αιγαίου με τη μεγαλύτερη δασοκάλυψη. Τα δάση της καλύπτουν σχεδόν το ένα πέμπτο της επιφάνειάς της, που αποτελούνται κυρίως από πεύκα και βελανιδιές. Ενώ οι ελαιώνες της καλύπτουν το ένα τέταρτο της έκτασής της και είναι μια από τις μεγαλύτερες ελαιοπαραγωγές περιοχές της Ελλάδας. ([www.mytilene.gr](http://www.mytilene.gr))



Χάρτης 1: Στον χάρτη απεικονίζεται η θέση της Ν.Λέσβου στην Ελλάδα

## 2.2 Γεωγραφική Θέση Περιοχής Μελέτης-Σκόπελος

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η περιοχή του Σκοπέλου (Χάρτης 2), όπου είναι ένα χωριό του νομού Λέσβου με γεωγραφικό πλάτος 39,026769228 και γεωγραφικό μήκος 26,4462749778. Το χωριό βρίσκεται στη νότια πλευρά της νήσου Λέσβου και απέχει 25 χιλιόμετρα από την πρωτεύουσα του νησιού, τη Μυτιλήνη. Έχει περίπου 1530 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2011 (ΕΛΣΤΑΤ). Ο Σκόπελος ανήκει στον Δήμο Λέσβου της Περιφερειακής Ενότητας Λέσβου που βρίσκεται στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου, σύμφωνα με τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας όπως διαμορφώθηκε με το πρόγραμμα “Καλλικράτης”. Έδρα του δήμου είναι η Μυτιλήνη και ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα Νησιών Αιγαίου Πελάγους. Κατά τη διοικητική διαίρεση της Ελλάδας με το σχέδιο “Καποδίστριας”, μέχρι το 2010, ο Σκόπελος ανήκε στο Τοπικό Διαμέρισμα Σκοπέλου, του πρώην Δήμου Γέρας του Νομού Λέσβου. Ο δήμος Γέρας αποτελούνταν από τα χωριά Παππάδος, Παλαιόκηπος, Μεσαγρός, Πλακάδος, Πέραμα και Σκόπελος. ([www.mytilene.gr](http://www.mytilene.gr))



Χάρτης 2: Στον χάρτη απεικονίζεται η θέση του οικισμού του Σκοπέλου στην Λέσβο

## 2.3 Δίκτυο της Λέσβου

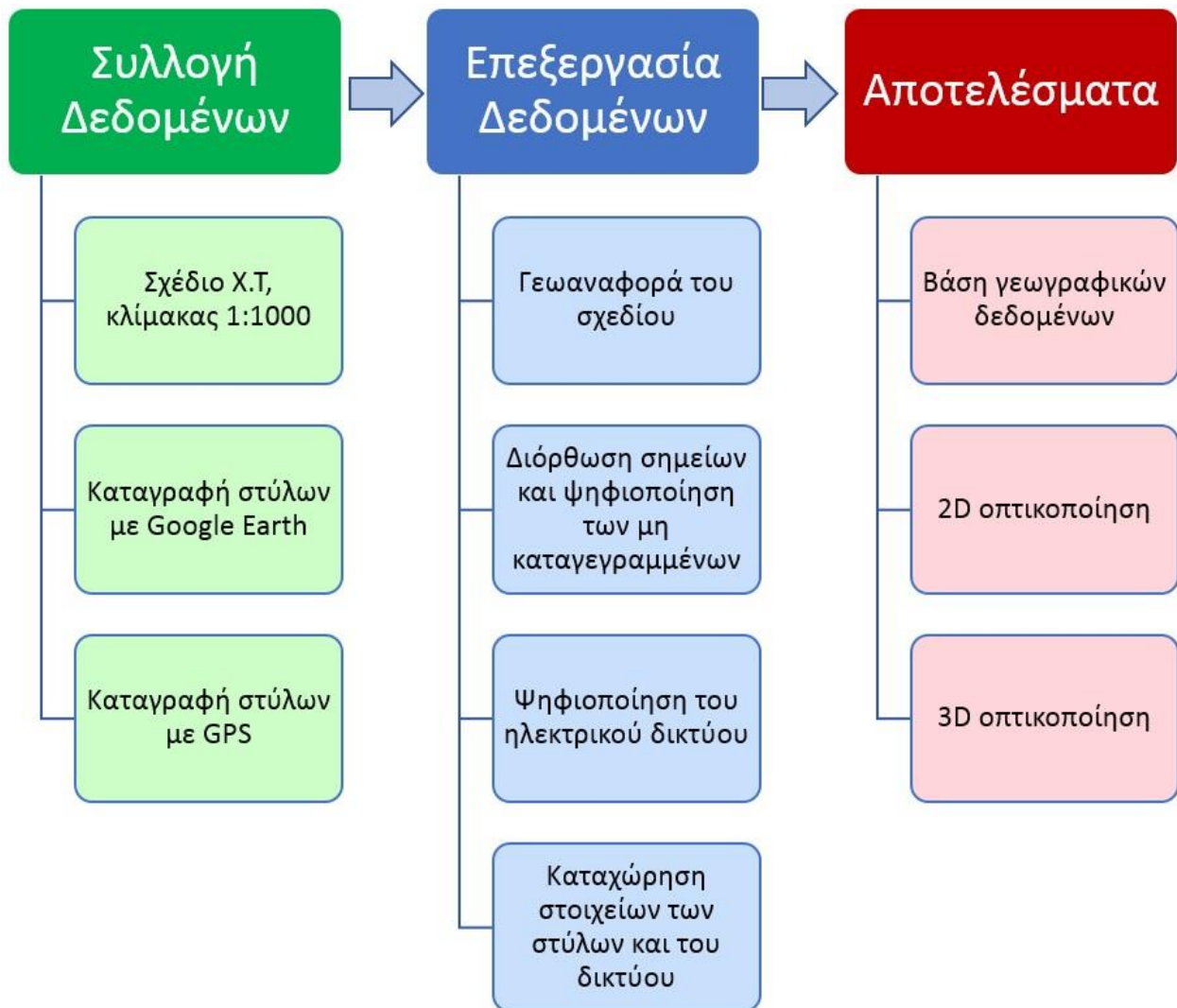
Στο νησί της Λέσβου έχει κατασκευαστεί ένας αυτόνομος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που περιλαμβάνει 10 μηχανές εσωτερικής καύσης για την ηλεκτροδότηση του νησιού. Το δίκτυο της Λέσβου δεν είναι συνδεδεμένο με το εθνικό δίκτυο μεταφοράς ενέργειας. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από δεκατρείς γραμμές μεταφοράς μέσης τάσης 20 kV και μία υψηλής τάσης 66 kV και δύο εφεδρικές για νυχτερινό ρεύμα και για δημοτικό φωτισμό. Οι πέντε από τις γραμμές μέσης τάσης μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια από το εργοστάσιο στην πόλη της Μυτιλήνης όπου υπάρχει και η μεγαλύτερη ζήτηση στο νησί. Άλλες δύο από τον σταθμό σε άλλα γειτονικά χωριά και οι υπόλοιπες πέντε μεταφέρουν το ηλεκτρικό ρεύμα από τον υποσταθμό της Καλλονής σε άλλα χωριά του νησιού. Η γραμμή υψηλής τάσης ενώνει τον υποσταθμό ανύψωσης της Μυτιλήνης με τον υποσταθμό της Καλλονής, όπου τα 66 kV μετατρέπονται 20 kV για την διανομή προς την δυτική πλευρά του νησιού και συγκεκριμένα στα χωριά Μόλυβο, Σίγρι, Ερεσό, Πολιχνίτο και Στύψη. Ακόμα, υπάρχουν 2 γραμμές που μεταφέρουν ισχύ από τα φωτοβολταϊκά πάρκα της Άντισσας και του Τέρπανδρου.

Ακόμα υπάρχουν υποσταθμοί χαμηλής και μέσης τάσης σε 1400 σημεία σε όλο το νησί που μετατρέπουν τα 20 kV σε 220/380V και από εκεί μεταφέρεται το ρεύμα σε όλα τα σπίτια. Από αυτούς οι 40 είναι ιδιωτικοί μέσης τάσης, όπως το Νοσοκομείο Μυτιλήνης και διάφορα ελαιοτριβεία. Οι υποσταθμοί χαμηλής τάσης είναι 1347 εναέριοι και 13 εσωτερικού χώρου. Το μήκος των γραμμών μέσης τάσης είναι 1200 χιλιόμετρα και τα 60 από αυτά είναι υπόγεια στο κέντρο της πόλης. Τέλος το μήκος των γραμμών χαμηλής τάσης είναι 1400 χιλιόμετρα.

Το δίκτυο της Λέσβου έχει βρογχοειδή διάταξη. Αυτό σημαίνει πως οι γραμμές μεταφοράς είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους ώστε να μην σταματήσει η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σε περίπτωση βλάβης ή κάποιας συντήρησης. Τέλος, υπάρχει υποβρύχιο δίκτυο στον Κόλπο της Γέρας που ενώνει τα Λουτρά με Πέραμα και από το Σίγρι προς το νησάκι Μεγαλόνησος που βρίσκεται απέναντι.<sup>[10]</sup>

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στη παρούσα πτυχιακή εργασία συνοψίζεται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1). Τα κύρια στάδια που την αποτελούν είναι η συλλογή των δεδομένων, η επεξεργασία τους και τέλος τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 4.

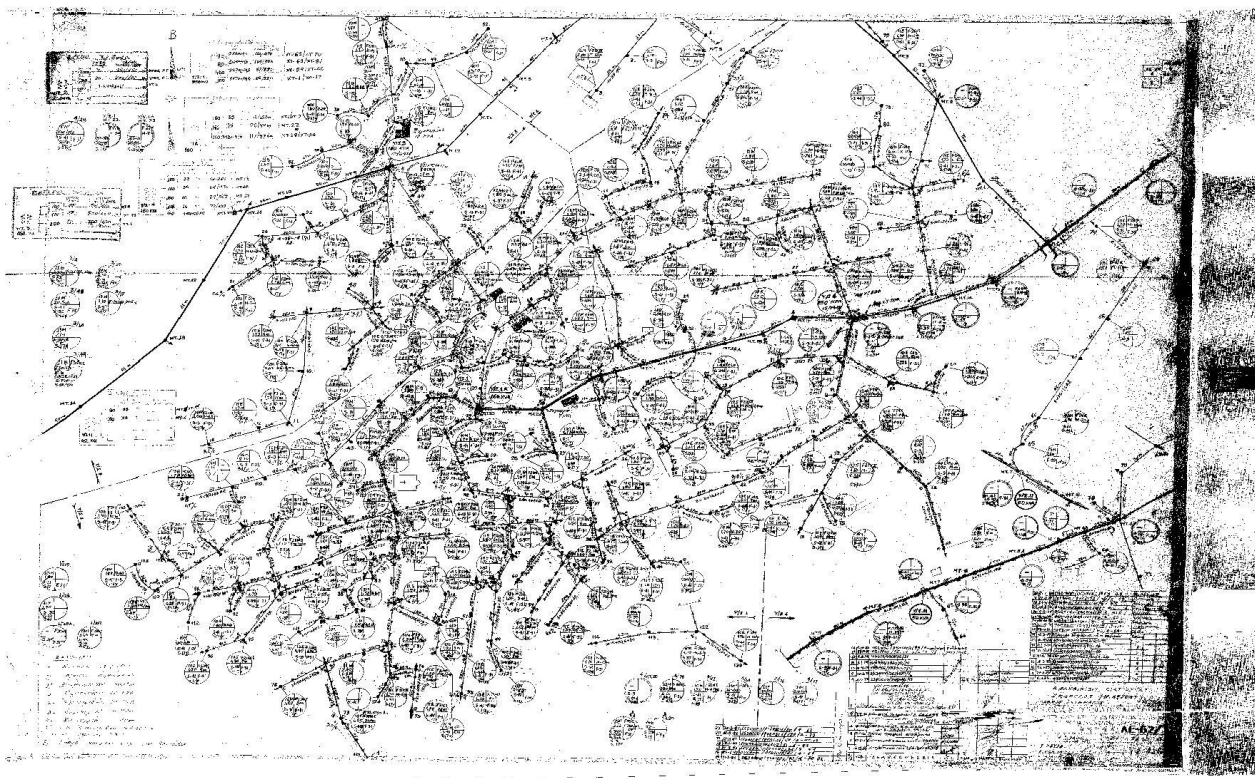


Σχήμα 1: Στο σχήμα παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την υλοποίηση της εργασίας

### 3.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

#### 3.1.1 Σχέδιο χαμηλής τάσης του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας Σκοπέλου

Για την εργασία αυτή τα δεδομένα τα οποία μας δόθηκαν ήταν το σχέδιο του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης ηλεκτρικού ρεύματος της περιοχής του Σκοπέλου (Εικόνα 1), το οποίο χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα από το ΔΕΔΔΗΕ. Το σχέδιο αυτό απεικονίζει τις θέσεις των στύλων της ΔΕΗ, έτσι όπως είναι χωροθετημένες στην περιοχή καθώς και το δίκτυο ηλεκτροδότησης.



*Εικόνα 1: Στην εικόνα απεικονίζεται το σχέδιο του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης ηλεκτρικού ρεύματος της περιοχής του Σκοπέλου*

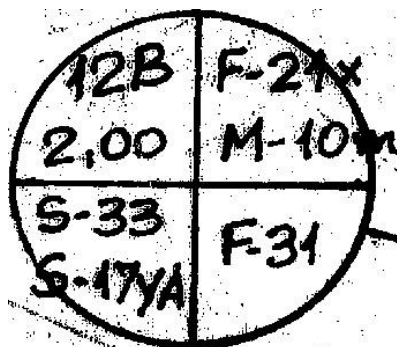
Οι στύλοι χωρίζονται σε κατηγορίες οι οποίες αντιστοιχούν στους υποσταθμούς, στους ξύλινους και από οπλισμένο σκυρόδεμα στύλους για την χαμηλή και μέση τάση. Κοντά σε κάθε σημείο, το οποίο συμβολίζει ένα στύλο, υπάρχει ένα τεταρτημόριο το οποίο περιέχει τα χαρακτηριστικά της κάθε κολώνας (Εικόνα 2). Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- 1) το ύψος, το βάθος και ο τύπος της κάθε κολώνας (πάνω αριστερά)
- 2) ο εξοπλισμός που έχει ο κάθε στύλος (κάτω αριστερά)



3) ο τύπος του επιτόνου (πάνω δεξιά) και

4) την γείωση (κάτω δεξιά).



*Εικόνα 2: Στην εικόνα φαίνεται ένα τεταρτημόριο που περιέχει τα χαρακτηριστικά μιας κολώνας*

Στο σχέδιο ακόμα απεικονίζεται με μαύρες γραμμές, το εναέριο δίκτυο διανομής της περιοχής. Τα δίκτυα αυτά είναι γραμμές μέσης και χαμηλής τάσης τα οποία εμφανίζονται στο σχέδιο με πιο έντονη και πιο λεπτή γραμμή αντίστοιχα. Ο σκοπός των δικτύων διανομής είναι να παραλαμβάνουν το ρεύμα από τους υποσταθμούς υψηλής προς μέση τάση και να το μεταφέρουν μέχρι τους μετρητές των καταναλωτών – πελατών. Έτσι, τα δίκτυα μέσης τάσης μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια σε τάση 20kV σε υποσταθμούς, οι οποίοι μετατρέπουν τα 20kV σε 220V. Στην συνέχεια μέσω των δικτύων χαμηλής τάσης και συγκεκριμένων αναχωρήσεων (διαδρομή), μεταφέρεται το ηλεκτρικό ρεύμα στους οικισμούς.

Ως αναχώρηση εννοείται η κάθε γραμμή, όπου ξεκινάει από ένα υποσταθμό και καταλήγει αρχικά στους στύλους και στην συνέχεια στους οικισμούς. Δηλαδή, η αναχώρηση καθορίζει την διαδρομή την οποία ακόλουθα το ηλεκτρικό ρεύμα πριν καταλήξει σε κάποιο οικισμό. Όταν συναντιούνται δυο αναχωρήσεις χωρίζονται με τομή, η οποία συμβολίζεται με αγκύλη ή αγκύλες [ ]. Σε περίπτωση που υπέστη βλάβη κάποιος υποσταθμός, η τομή αυτή “ανοίγει” δημιουργώντας μια «γέφυρα» με σκοπό την τροφοδότηση των οικισμών από άλλους υποσταθμούς. Επίσης, στο σχέδιο απεικονίζονται οι πίνακες ελέγχου οι οποίοι μας δείχνουν τις αναχωρήσεις του ηλεκτρικού δικτύου ανά υποσταθμό.

Ακόμα στο σχέδιο υπάρχουν πληροφορίες για το δίκτυο. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν την απόσταση μεταξύ των κολωνών και τον τύπο καλωδίου που χρησιμοποιείται. Οι τύποι αγωγών (καλώδιο) που χρησιμοποιούνται για τα εναέρια δίκτυα χαμηλής τάσης είναι :

1) Γυμνοί αγωγοί

α) Αγωγοί Αλουμινίου (Al): 16 mm<sup>2</sup> ,35 mm<sup>2</sup> ,50 mm<sup>2</sup>

β) Αγωγοί Χαλκού (Cu): 16 mm<sup>2</sup> ,35 mm<sup>2</sup> ,50 mm<sup>2</sup>

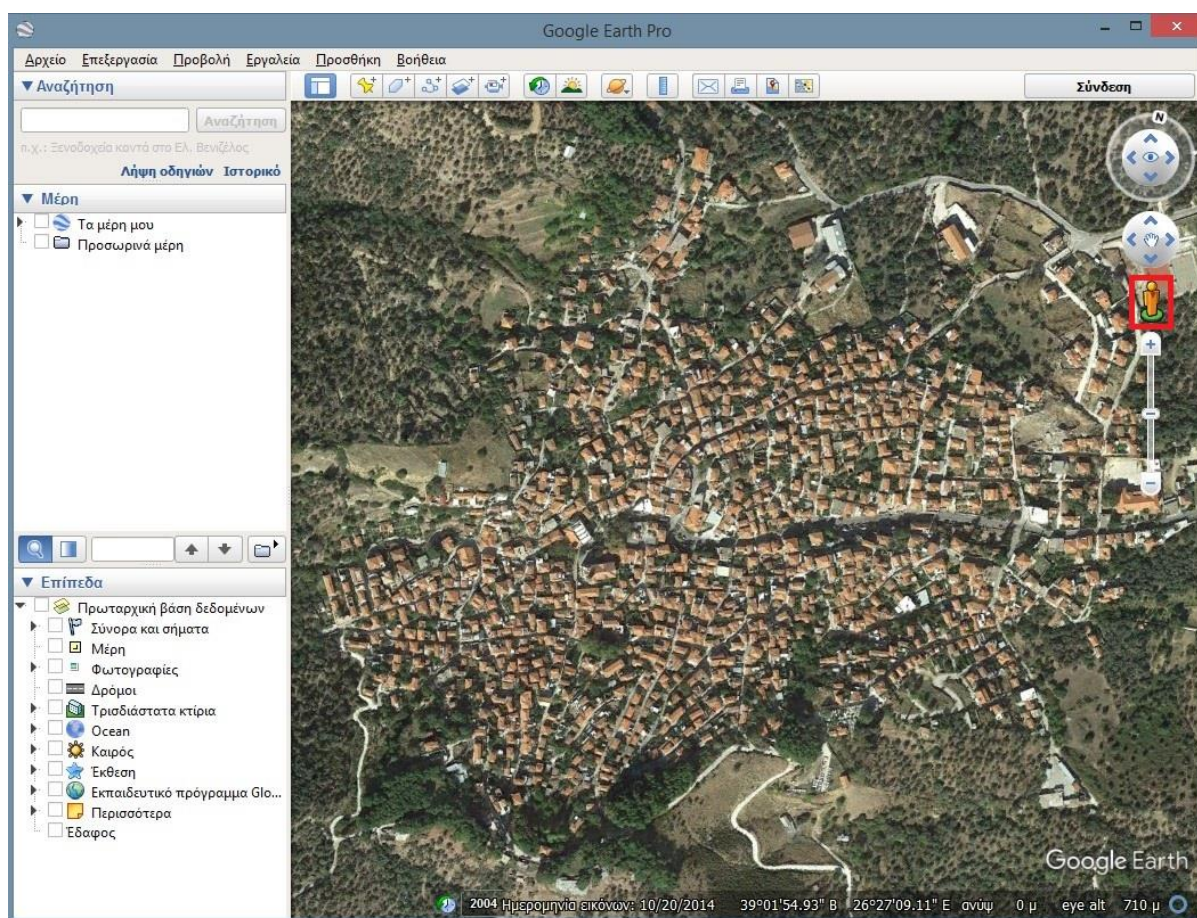
2) Συνεστραμμένα καλώδια

α)  $3 \times 35 \text{ mm}^2 \text{ Al} + 54,6 \text{ mm}^2 \text{ AAAC} + 25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$

β)  $3 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ Al} + 54,6 \text{ mm}^2 \text{ AAAC} + 25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ . [11]

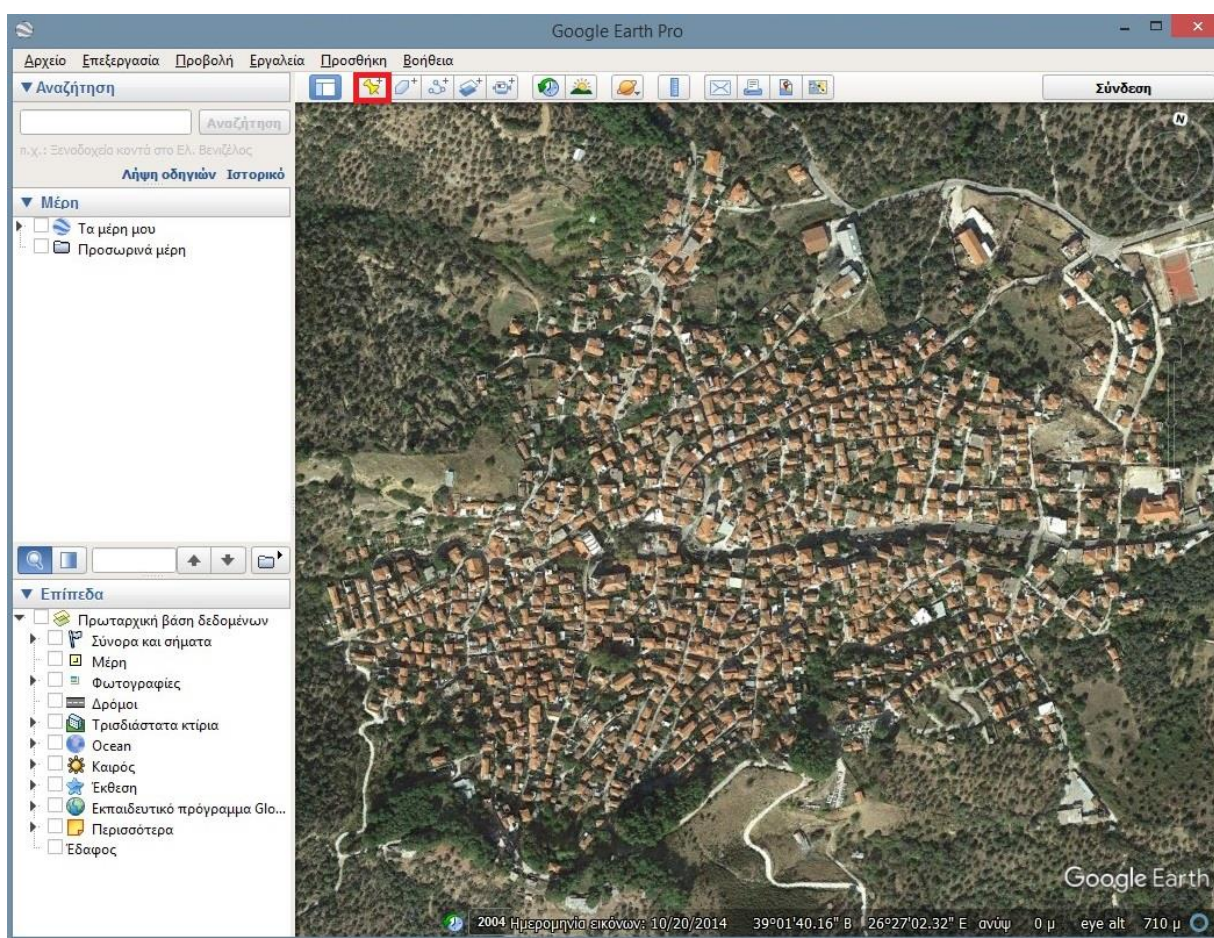
### 3.1.2 Καταγραφή με Google Earth

Με την βοήθεια του προγράμματος Google Earth έγινε μια πρώτη καταγραφή των στύλων της ΔΕΗ στην περιοχή του Σκοπέλου. Το Google Earth αποτελεί ένα λογισμικό-εργαλείο γραφικής απεικόνισης, χαρτογράφησης και εξερεύνησης της Γης μέσα από μια ψηφιακή υδρόγειο σφαίρα. Ακόμα, η εφαρμογή Google Earth χρησιμοποιεί δορυφορικές εικόνες μεγάλης ευκρίνειας, επιτρέποντας την πλοήγηση σε κάθε περιοχή του πλανήτη Γη. Το εργαλείο Street view (Εικόνα 3) βοήθησε σημαντικά στην ψηφιοποίηση των περισσότερων στύλων, αφού επιτρέπει στο χρήστη να εξερευνήσει μέρη σε όλο τον κόσμο μέσω εικόνων 360 μοιρών, από το επίπεδο του δρόμου. Όμως, η συνεισφορά του στη συγκεκριμένη εργασία θα ήταν καθοριστική, εάν περιλάμβανε στενότερους δρόμους και μονοπάτια του χωριού. Δηλαδή, το εργαλείο αυτό στην περιοχή μελέτης καλύπτει μόνο το κύριο και ένα μικρό μέρος του δευτερεύοντος οδικού δικτύου.

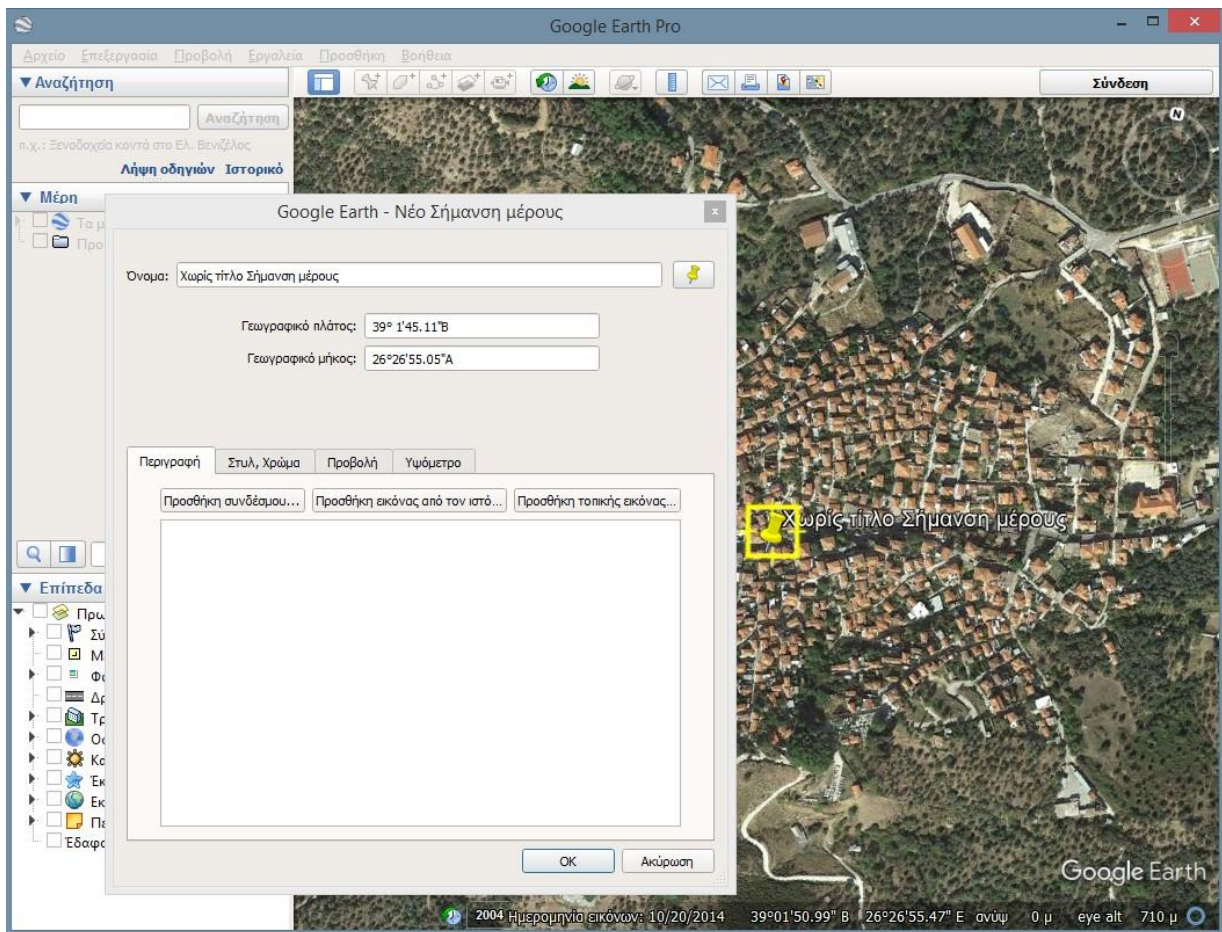


Εικόνα 3: Λειτουργία Street View

Η διαδικασία ψηφιοποίησης στο Google Earth ξεκίνησε με την δημιουργία ενός νέου σημειακού αντικείμενου (Placemark) και συγκεκριμένα με την επιλογή “Προσθήκη Σήμανσης μέρους” (Εικόνα 4α ,4β), αφού πρώτα είχε γίνει μια περιήγηση με το εργαλείο Street view (Εικόνα 5) για τον εντοπισμό των στύλων. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για κάθε ένα στύλο που εντοπιζόταν στην δορυφορική εικόνα. Οι στύλοι οι οποίοι ψηφιοποιήθηκαν μέσω του google earth καλύπτουν μόνο το 25 % των στύλων του χωρίου. Στην συνέχεια έγινε αποθήκευση του αρχείου σε kml (Εικόνα 6) και με την βοήθεια του λογισμικού QGIS πραγματοποιήθηκε μετατροπή σε shaperefile. Τέλος, ο χάρτης με τα σημεία από το Google Earth αποθηκεύτηκε σε μορφή εικόνας (Εικόνα 7).



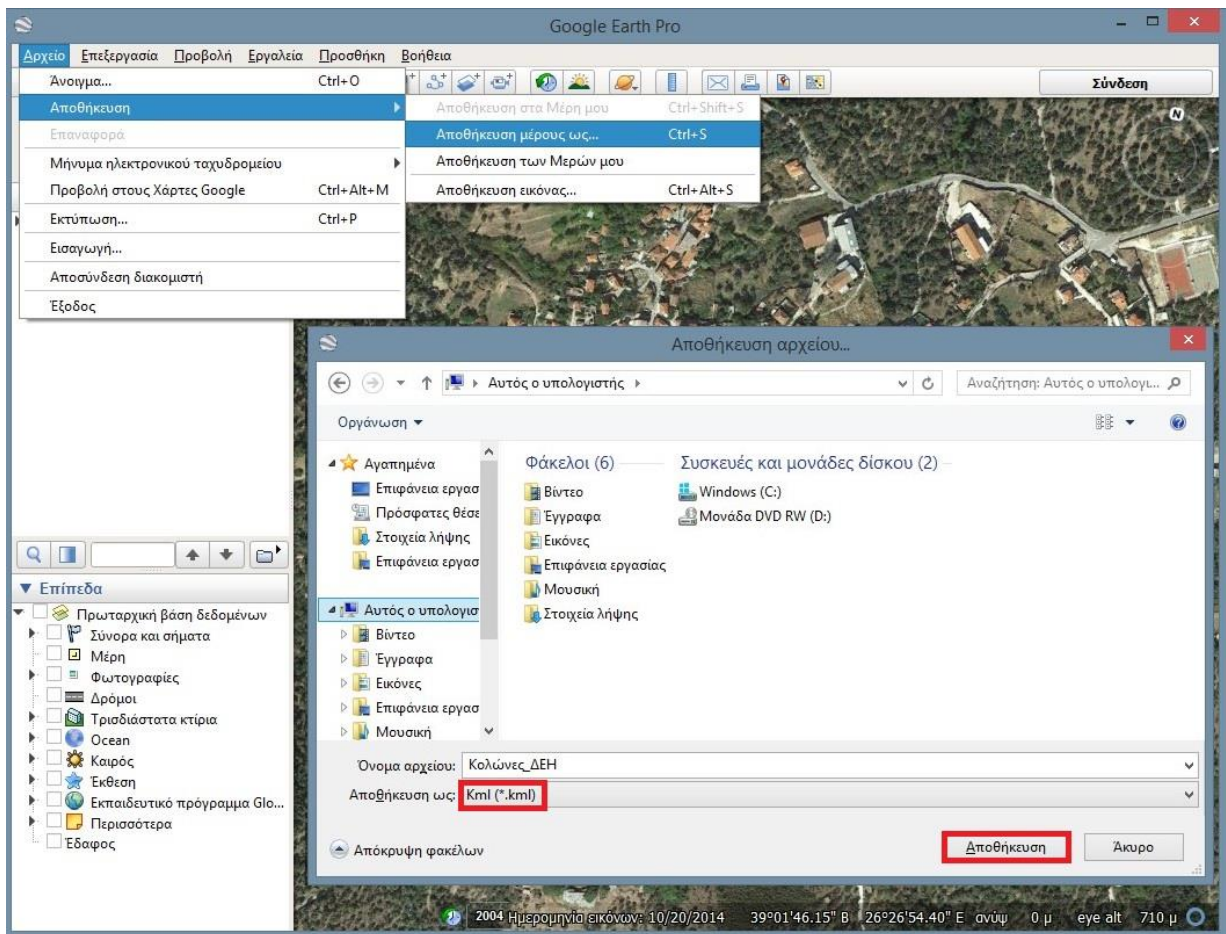
Εικόνα 4α: Δημιουργία Σημείου στο Google Earth βήμα 1<sup>ο</sup>



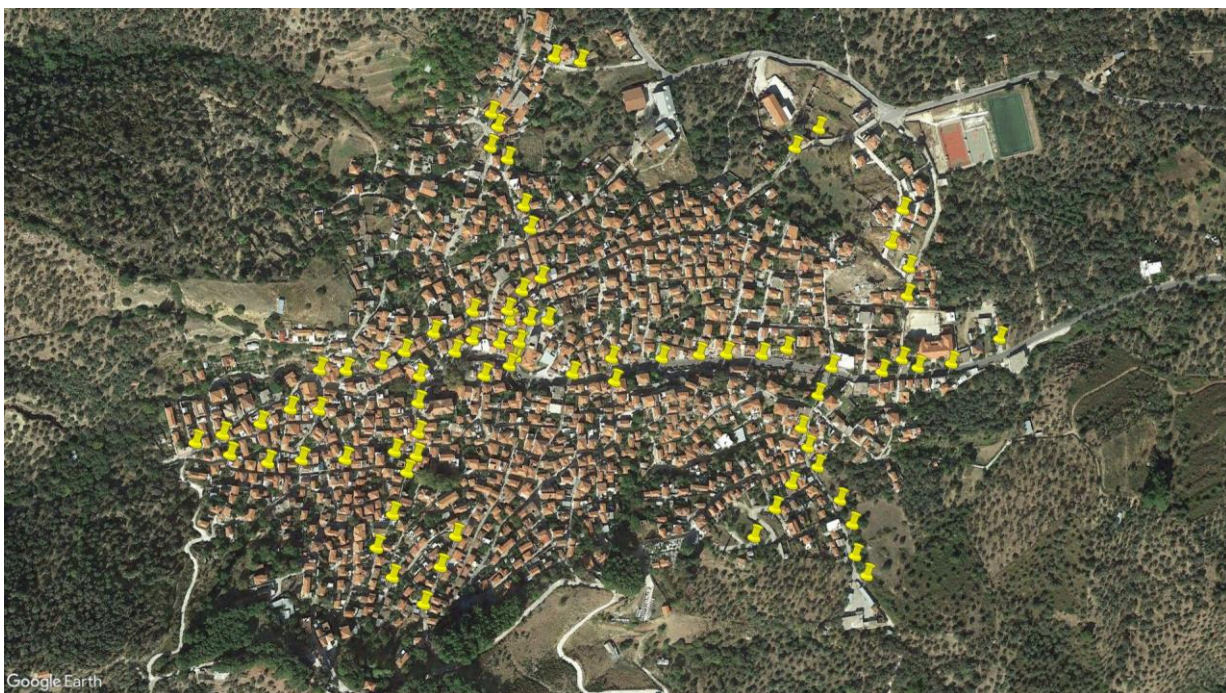
Εικόνα 4β: Δημιουργία Σημείου στο Google Earth βήμα 2<sup>ο</sup>



Εικόνα 5: Απεικόνιση της κίνησης στο Street View



Εικόνα 6: Αποθήκευση του αρχείου σε μορφή kml

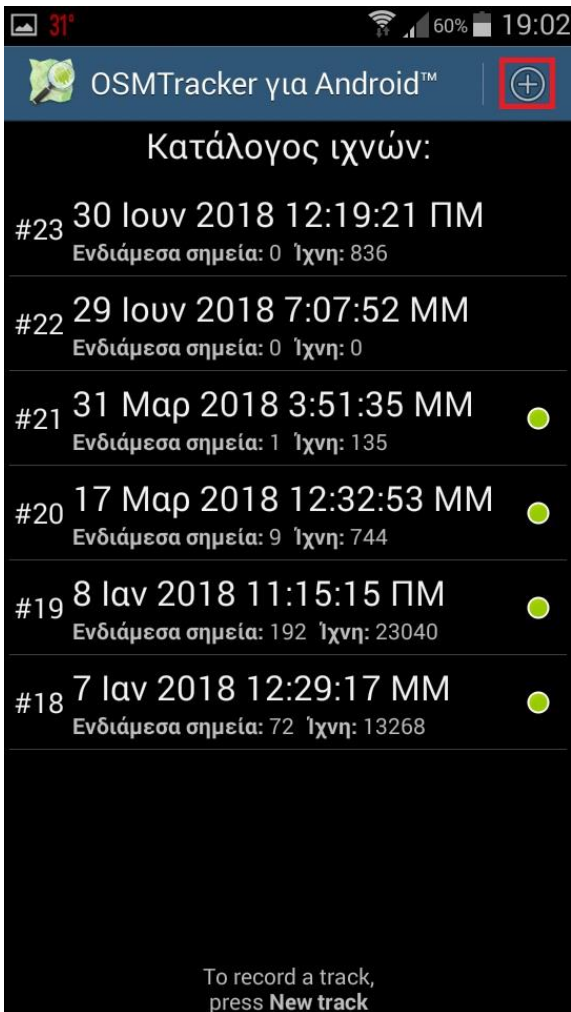


Εικόνα 7: Στην εικόνα απεικονίζονται οι στύλοι με κίτρινες πινέζες στον οικισμό του Σκοπέλου

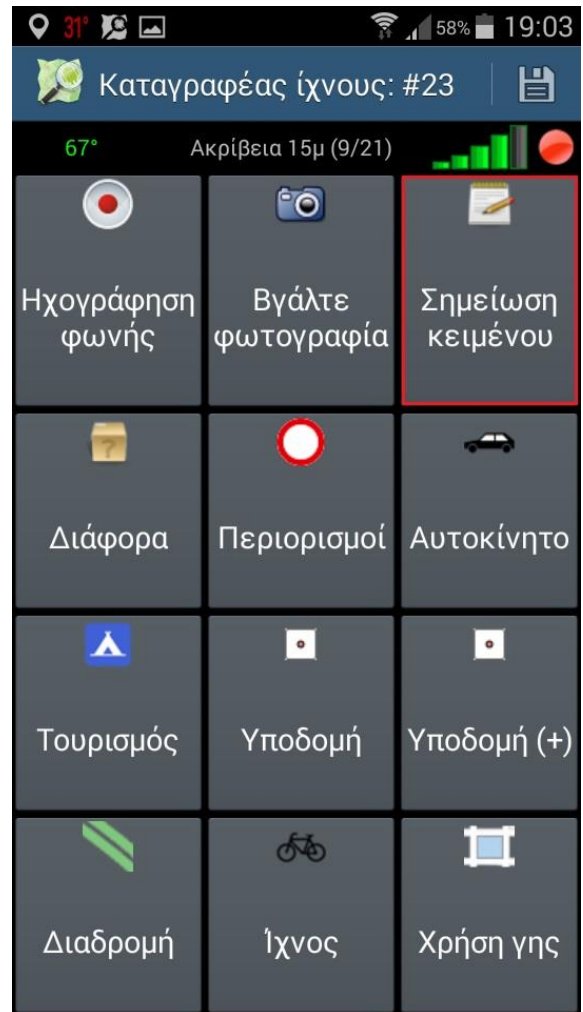
### 3.1.3 Καταγραφή με GPS

Αρχικά, πριν την καταγραφή των στύλων θα χρειαστεί να γίνει μετάβαση στο πεδίο και με την βοήθεια του σχεδίου να εντοπιστούν οι στύλοι της ΔΕΗ και ειδικά αυτοί που βρίσκονται σε στενά και αδιέξοδα. Αυτό είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί προκειμένου η διαδικασία της καταγραφής να είναι πιο εύκολη. Η καταγραφή των στύλων θα γίνει με την χρήση GPS όπου θα καταχωρηθούν οι συντεταγμένες καθώς και μια κωδική ονομασία διαφορετική για κάθε στύλο. Η συλλογή των δεδομένων μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση μιας συσκευής GPS ή μιας έξυπνης κινητής συσκευής η οποία όμως υποστηρίζει GPS. Στην συγκεκριμένη εργασία, η καταγραφή πραγματοποιήθηκε με την χρήση κινητής συσκευής και μιας εφαρμογής. Η εφαρμογή αυτή ονομάζεται “OSM Tracker” και διατίθεται δωρεάν από τις εφαρμογές Play Store και Microsoft Store στα κινητά με λογισμικό Android και Windows phone. Το “OSM Tracker” αποτελεί ένα εργαλείο, το οποίο επιτρέπει τη καταγραφή σημείων και γραμμών με την χρήση GPS. Ακόμα, έχει την δυνατότητα να αποθηκεύει κείμενο, να καταγράφει ήχο και φωτογραφίες.

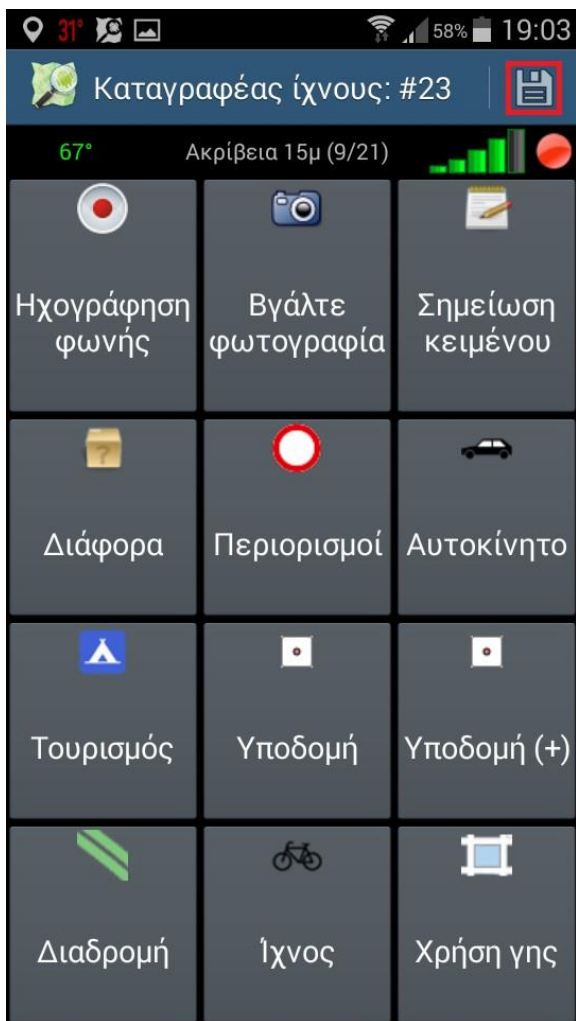
Η καταγραφή ξεκίνησε με την έναρξη της εφαρμογής και την δημιουργία μια νέας καταγραφής (Εικόνα 8). Στην συνέχεια με την επιλογή “ΣΗΜΕΙΩΣΗ ΚΕΙΜΕΝΟΥ” (Εικόνα 9) έγινε η καταγραφή του κάθε σημείου δίνοντας μια κωδική ονομασία. Παράλληλα με την καταγραφή των σημείων τραβήχτηκαν και φωτογραφίες για κάθε κολώνα όπου μετονομάστηκαν με την κωδική ονομασία, την οποία δόθηκε σε κάθε κολώνα από την εφαρμογή. Οι φωτογραφίες αυτές ήταν σε μορφή jpeg. Τέλος, αφού ολοκληρώθηκε η καταγραφή έγινε αποθήκευση (Εικόνα 10) και με πάτημα επάνω στην καταγραφή επιλέχτηκε η εξαγωγή του αρχείου σε μορφή “GPX” (Εικόνα 11). Το αποτέλεσμα της καταγραφής εξάχθηκε στην μορφή αυτή, ώστε να μπορεί να γίνει η επεξεργασία του σε κάποιο άλλο πρόγραμμα. ([learnosm.org](http://learnosm.org))



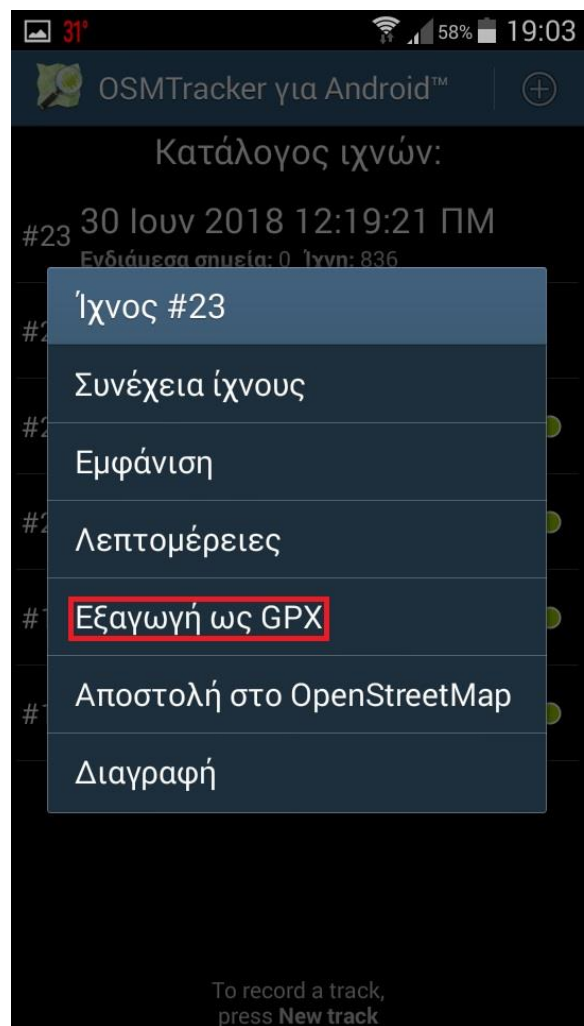
Εικόνα 8: Δημιουργία νέας καταγραφής



Εικόνα 9: Καταγραφή σημείου



Εικόνα 10: Αποθήκευση της καταγραφής



Εικόνα 11: Εξαγωγή της καταγραφής σε μορφή GPX

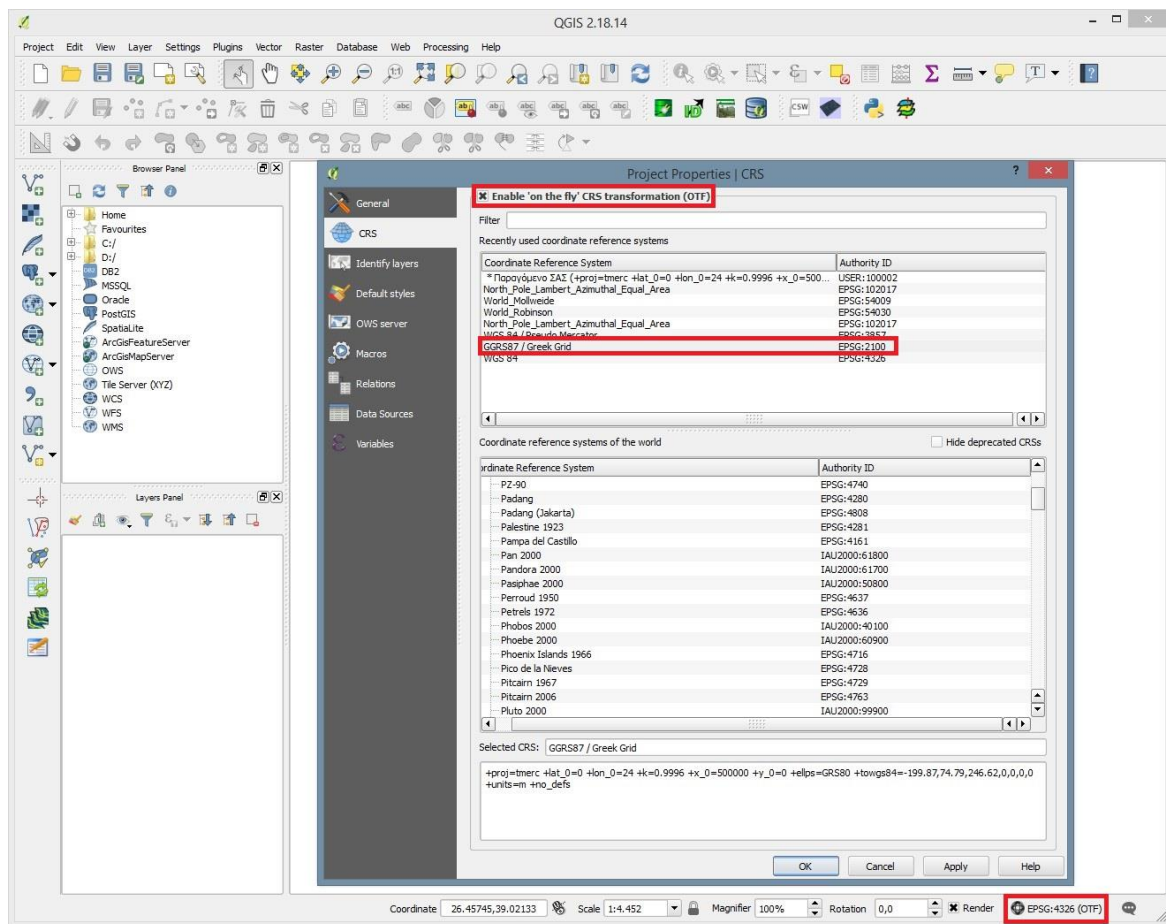


## 3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 3.2.1 Γεωαναφορά του σχεδίου

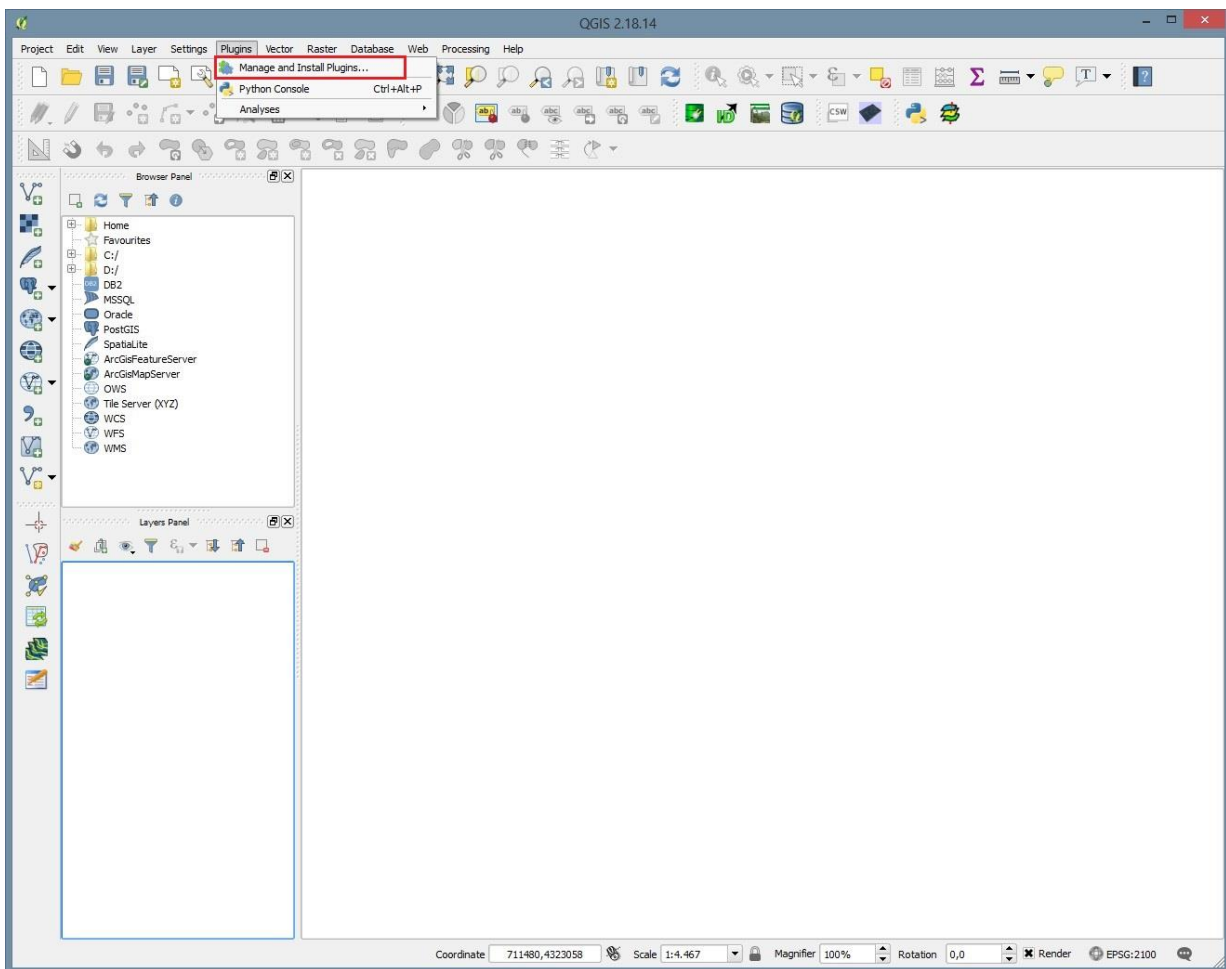
Στην παρούσα εργασία έγινε γεωαναφορά του σχεδίου ηλεκτροδότησης του Σκοπέλου. Η διαδικασία της γεωαναφοράς του σαρωμένου σχεδίου πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό QGIS και συγκεκριμένα στο QGIS Desktop. Τα δεδομένα τα οποία χρειάστηκαν για την διαδικασία της γεωαναφοράς αποτελούν το shapefile με τους στύλους της ΔΕΗ από την καταγραφή με GPS και το σχέδιο του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας για την περιοχή μελέτης.

Αρχικά ανοίχτηκε το λογισμικό QGIS και ορίστηκε το προβολικό σύστημα συντεταγμένων. Η επιλογή του προβολικού έγινε πατώντας στο κουμπί “CRS” στην κάτω δεξιά γωνία του παραθύρου QGIS (Εικόνα 12), ενεργοποιώντας πρώτα την επιλογή “Enable the “on the fly” CRS transformation” και επιλέχθηκε το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (Greek Grid, EPSG 2100) (Εικόνα 12).

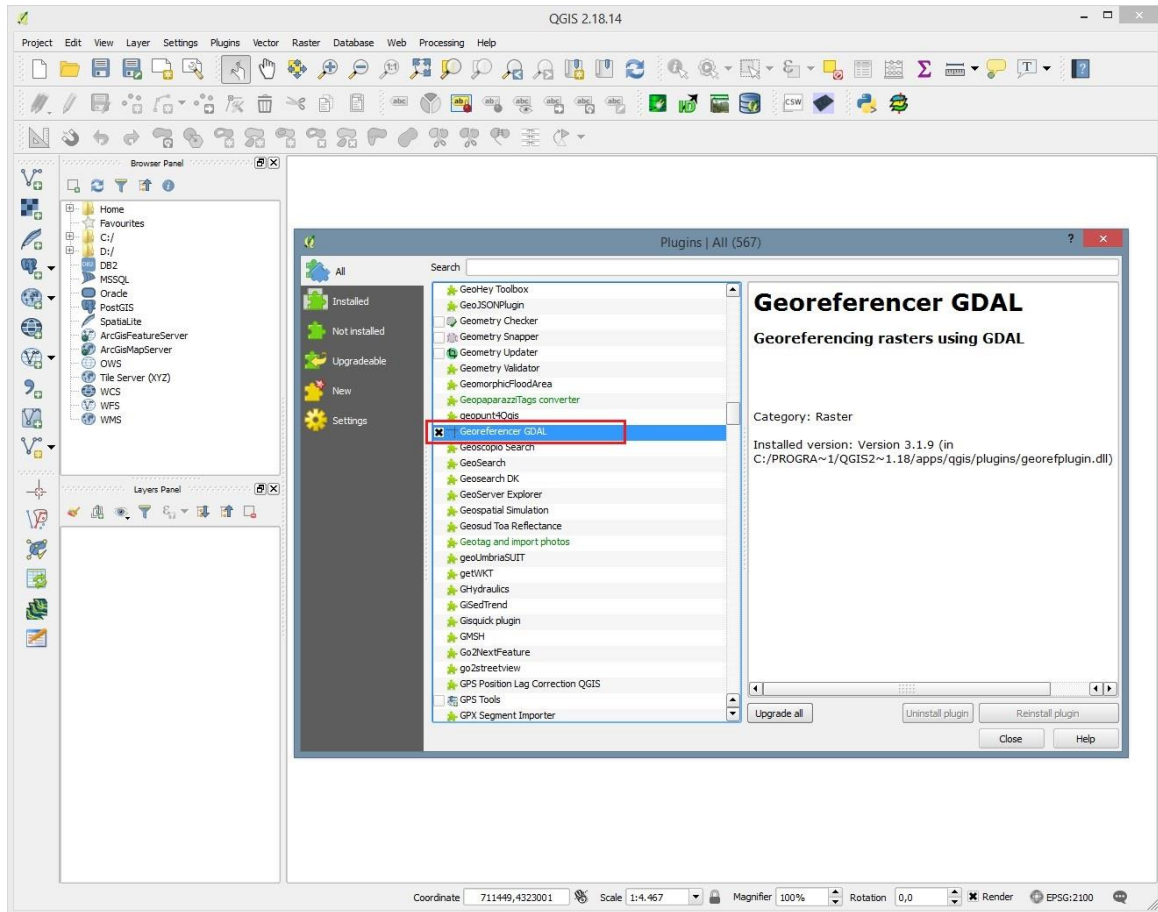


Εικόνα 12: Ορισμός του προβολικού συστήματος της επιφάνειας εργασίας του QGIS

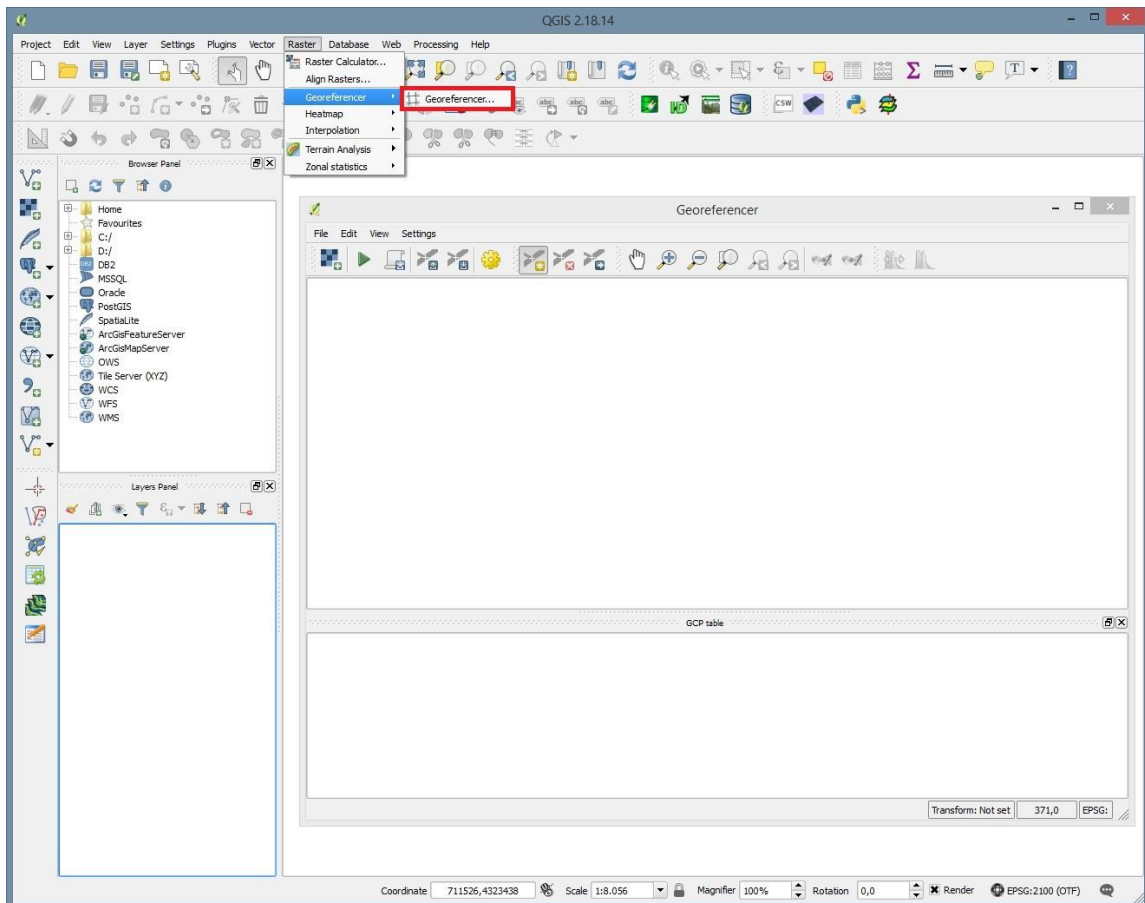
Από το μενού του Plugin και την επιλογή “Manage and Installs Plugins” (Εικόνα 13) έγινε εγκατάσταση του Plugin “Georeferencer GDAL” (Εικόνα 14). Στην συνέχεια από το μενού Raster επιλέγεται η ομάδα “Georeferencer” και το αντίστοιχο εργαλείο (Εικόνα15). Έτσι εμφανίζεται το παράθυρο του πρόσθετου το οποίο είναι χωρισμένο σε 2 περιοχές. Η πάνω περιοχή, είναι εκεί που θα εμφανίζονται τα πλέγματα και η κάτω, είναι εκεί που θα προβάλλεται ένας πίνακας, ο οποίος θα δείχνει τα “GCPs” δηλαδή τα σημεία ελέγχου. (qgistutorial.com)



Εικόνα 13: Μενού διαχείρισης και εγκατάστασης Plugin



Εικόνα 14: Εγκατάσταση του “Georeferencer GDAL” Plugin



Εικόνα 15: Ενεργοποίηση του εργαλείου “Georeferencer” στο QGIS

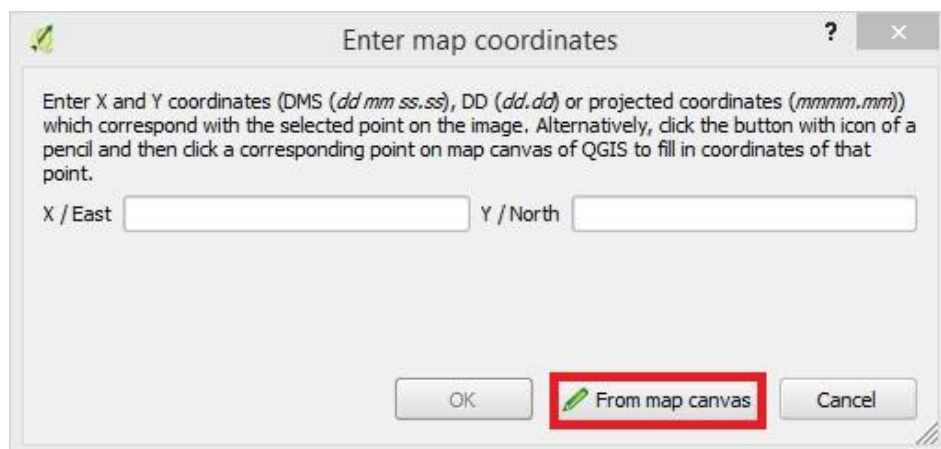
Η διαδικασία της γεωαναφοράς ξεκίνησε με την προσθήκη του σχεδίου, επιλέγοντας το σχετικό πλήκτρο της γραμμής εργαλείων του “Georeferencer” (Εικόνα 16). Μέσω του εργαλείο “Add point” (Εικόνα 17) επιλέχθηκαν 4 σημεία (ελέγχου) στο σχέδιο και στην συνέχεια η εισαγωγή των συντεταγμένων του σημείου έγινε με τη λειτουργία “From map canvas” (Εικόνα 18). Έτσι με την λειτουργία αυτή, το παράθυρο του “Georeferencer” μικραίνει και μπορούμε να διαλέξουμε το αντίστοιχο σημείο στην επιφάνεια εργασίας του QGIS. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το shapefile με την καταγραφή των στύλων μέσω GPS.



Εικόνα 16: Εισαγωγή του σχεδίου στο “Georeferencer” με την επιλογή “Open Raster”



Εικόνα 17: Εντολή για την επιλογή σημείων

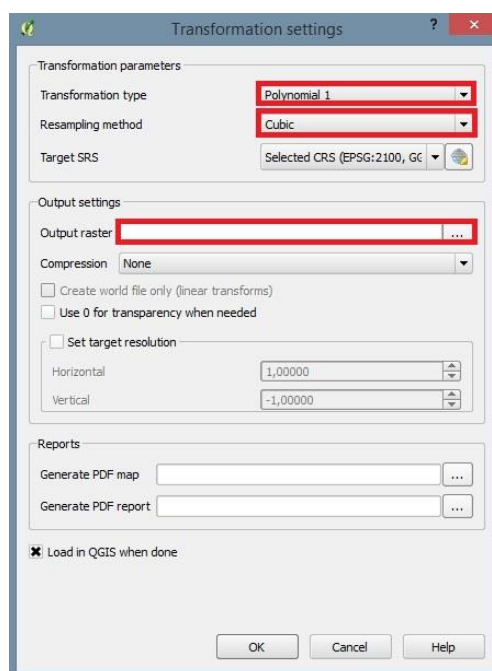


Εικόνα 18: Επιλογή του κοινού σημείου από τον κάναβο

Επειδή το αρχείο το οποίο προέκυψε από τον μετασχηματισμό εικόνας έχει, μεταξύ των άλλων, στραφεί σε σχέση με τις αρχικές διευθύνσεις των γραμμών του καννάβου, απαιτείται να επαναληφθεί ο υπολογισμός των τιμών των φατνίων (τα οποία έχουν αλλάξει θέσεις). Για τον σκοπό αυτό, από την εντολή “Transformation settings” (Εικόνα 19) επιλέγεται ο κατάλληλος μετασχηματισμός (Transformation type), η μέθοδος αναδειγματοληψίας (resampling method ) και ορίζεται το όνομα του κανονικοποιημένου αρχείου το οποίο θα δημιουργηθεί (output raster) (Εικόνα 20). Σε αυτήν την περίπτωση από τους διαθέσιμους αλγορίθμους μετασχηματισμού επιλέχθηκε το “Polynomial 1” ενώ από τις μεθόδους αναδειγματοληψίας το “Cubic”. Τέλος, η υλοποίηση της γεωαναφοράς και η δημιουργία του νέου κανονικοποιημένου αρχείου έγινε με το πλήκτρο εκτέλεσης “Start Georeferencer” (Εικόνα 21) και το τελικό αποτέλεσμα φαίνεται στο Χάρτη 3.<sup>[17]</sup>



Εικόνα 19: Εντολή για τις ρυθμίσεις του μετασχηματισμού



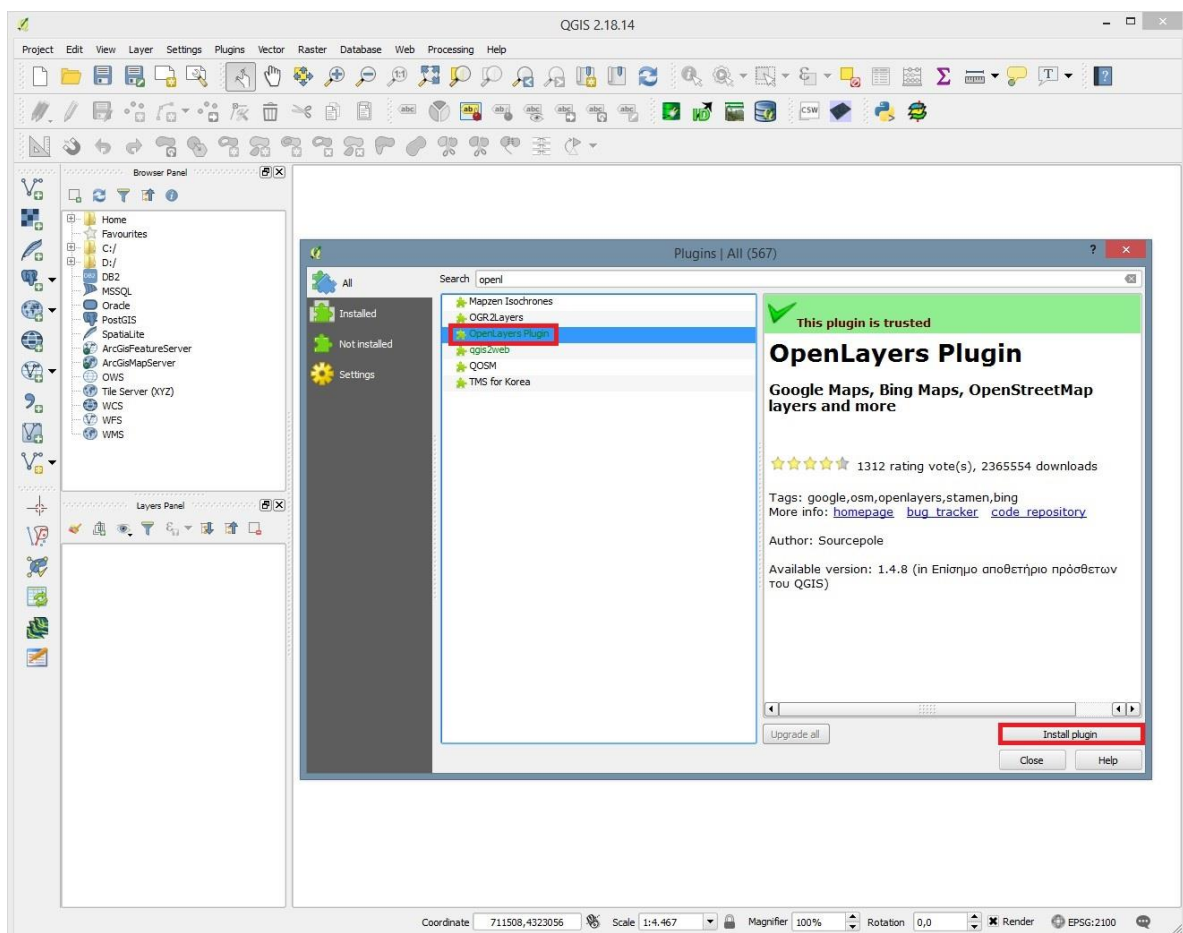
Εικόνα 20: Οι ρυθμίσεις του μετασχηματισμού στο QGIS



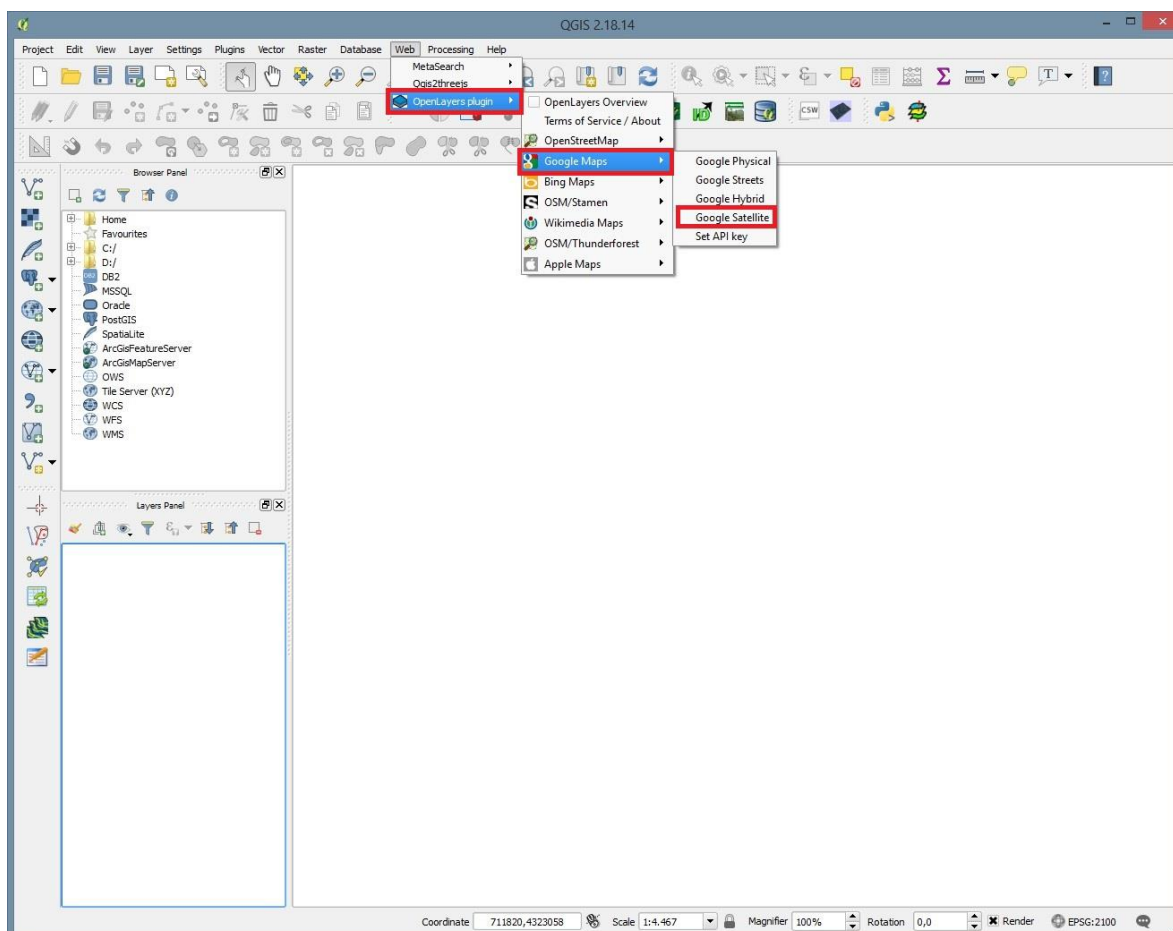
Εικόνα 21: Η εντολή “ Start Georeferencer” για την έναρξη της γεωαναφοράς

### 3.2.2 Διόρθωση θέσης σημείων και ψηφιοποίηση των μη καταγεγραμμένων

Μετά την ολοκλήρωση της καταγραφής με GPS, τα δεδομένα εισήχθησαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και ανοίχτηκαν μέσω του λογισμικού QGIS. Τα δεδομένα αυτά ήταν σε μορφή GPX όπου μετατράπηκαν σε μορφή shapefile μέσω του QGIS. Το πρόγραμμα QGIS είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα λογισμικά για την συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και επεξεργασία γεωγραφικών πληροφοριών το οποίο επιλέχθηκε για τις ανάγκες αυτής της πτυχιακής εργασίας. Μία από τις δυνατότητες του QGIS είναι η δυνατότητα εγκατάστασης διάφορων μικροεφαρμογών, πέραν των σταθερών εργαλείων, οι οποίες ονομάζονται plugins. Έτσι από το μενού Plugins έγινε εγκατάσταση του “OpenLayers plugin”(Εικόνα 22). Το Plugin αυτό μας βοήθησε να φορτωθεί στο πρόγραμμα μας ένας παγκόσμιος χάρτης από τους διαθέσιμους των Google Maps, Bing Maps και OpenStreetMaps.<sup>[14]</sup> Εφόσον εγκαταστάθηκε το “OpenLayers plugin”, πραγματοποιήθηκε εισαγωγή του ψηφιακού υπόβαθρου του χάρτη, επιλέγοντας ένα από τους διαθέσιμους χάρτες όπως φαίνεται και στην εικόνα 23. Στην παρούσα εργασία επιλέχτηκε ο χάρτης της Google, “Google Satellite”, γιατί παρείχε καλύτερη λεπτομέρεια για το χωριό του Σκοπέλου.



Εικόνα 22: Εγκατάσταση του “OpenLayer Plugin”



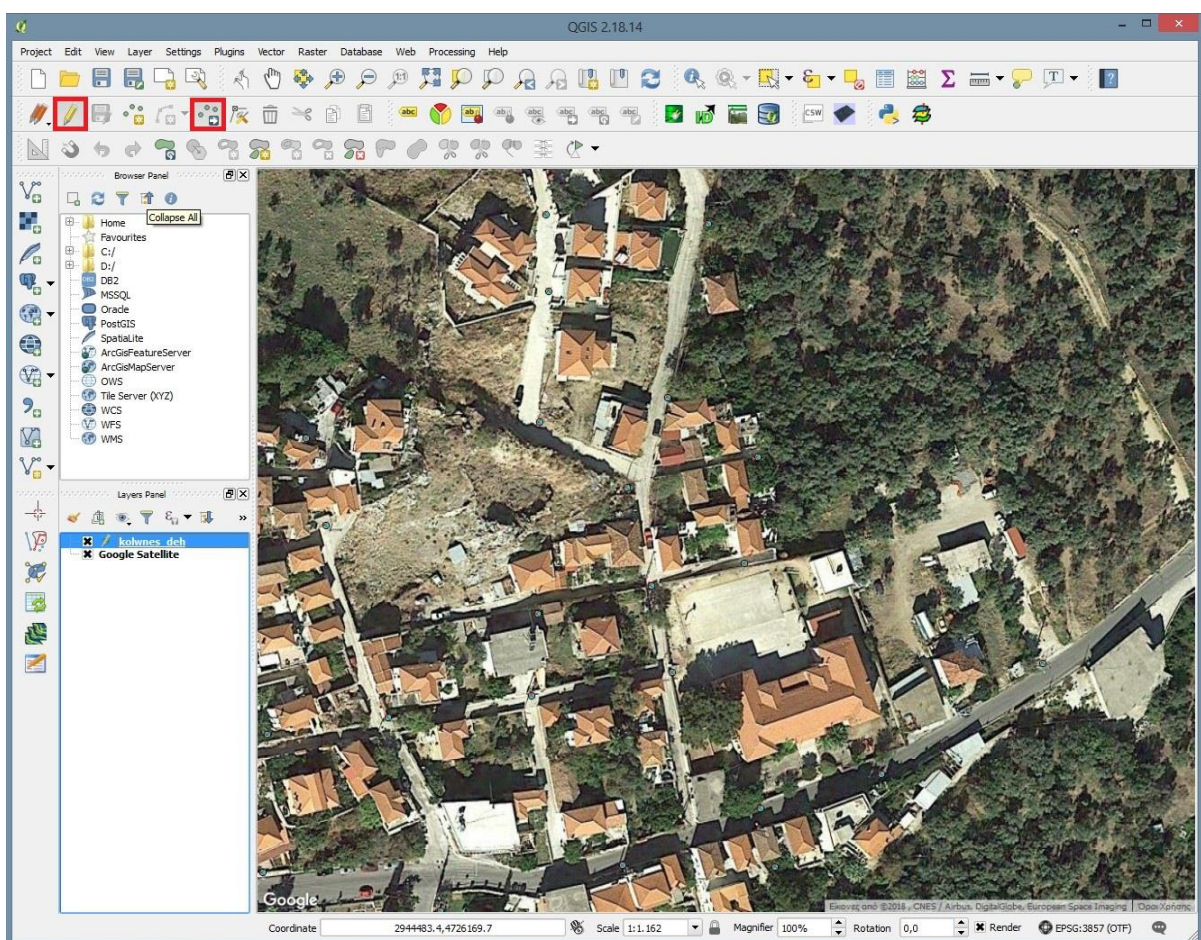
Εικόνα 23: Εισαγωγή του “Google Satellite” στο QGIS

Έτσι, εμφανίστηκαν τα σημεία πάνω στην περιοχή μελέτης και παρατηρήθηκε ότι οι στύλοι οι οποίοι ήταν χωροθετημένοι στο πεδίο είχαν μια απόκλιση από τα σημεία που είχαν καταγραφεί. Αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς υπάρχουν διάφοροι παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την ακριβή καταγραφή μέσω της συσκευής GPS. Μερικοί από τους παράγοντες αυτούς είναι:

- 1) Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στον δέκτη GPS
- 2) Ο αριθμός των δορυφόρων από τους οποίους λαμβάνει σήματα ο δέκτης, καθώς και οι σχετικές θέσεις τους
- 3) Πιθανά σφάλματα των δεκτών ή και των δορυφορικών χρονομέτρων
- 4) Οι παραμορφώσεις των δορυφορικών σημάτων που μπορεί να οφείλονται στην παρεμβολή αντικειμένων της περιοχής (κτίρια κλπ.)
- 5) Τα τροχιακά σφάλματα, δηλαδή λανθασμένες πληροφορίες που εκπέμπονται από τους δορυφόρους σχετικά με την τροχιά τους και
- 6) Η ανάκλαση του σήματος από αντικείμενα της περιοχής, πριν αυτό καταλήξει στον δέκτη <sup>[12]</sup>

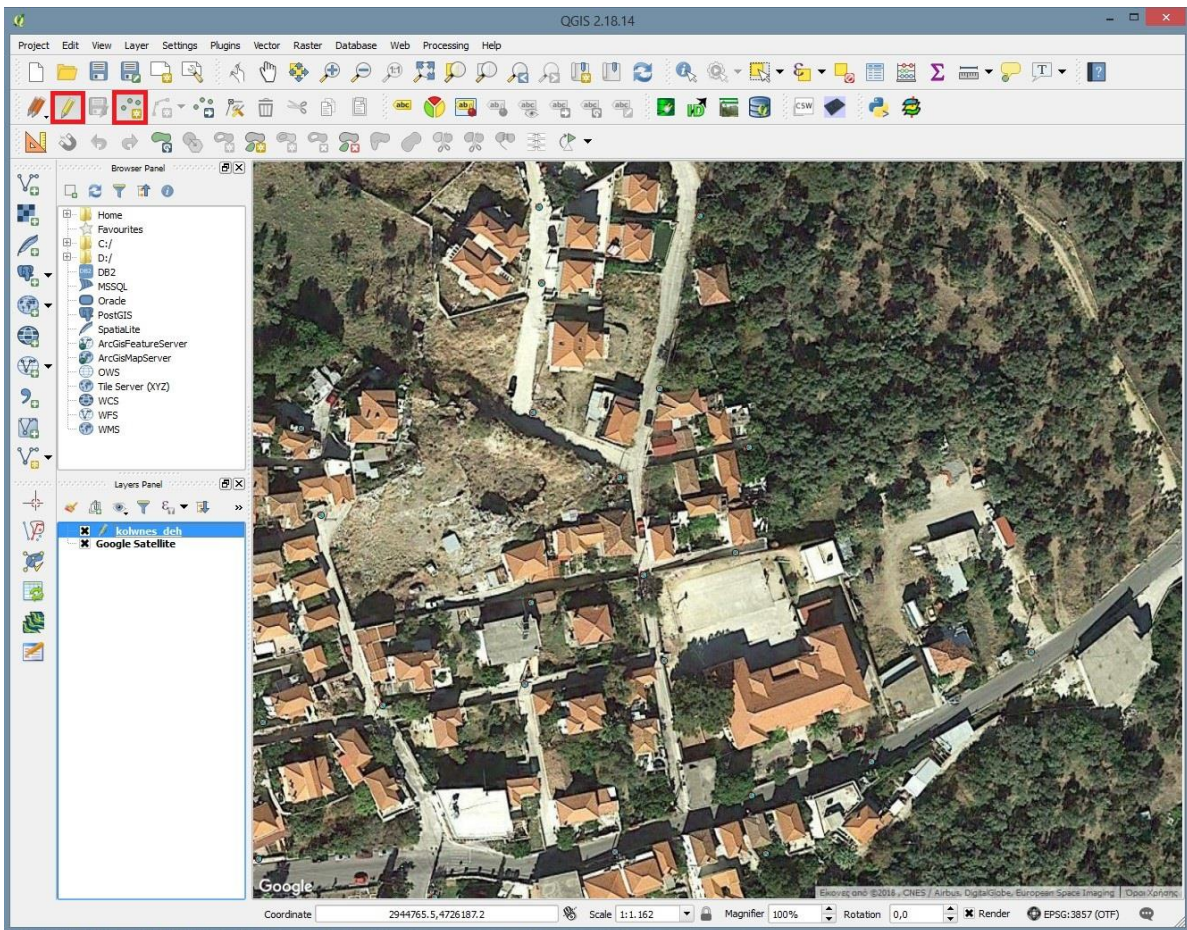
Η καταλληλότερη εφαρμογή για την πιο ακριβή καταγραφή αποτελεί ο συνδυασμός του ψηφιακού υπόβαθρου του χάρτη της Google, της επίγνωσης του πεδίου, της καταγραφής των σημείων με GPS καθώς και η λήψη φωτογραφιών για κάθε ένα στύλο ξεχωριστά, διότι δίνει πολλές πληροφορίες για την τοποθεσία του. Η διαδικασία της διόρθωσης των σημείων ξεκίνησε με την επιλογή “Toggle Editing” για να τεθεί το επίπεδο σε κατάσταση επεξεργασίας και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μετακίνηση των σημείων με το εργαλείο “Move Features”(Εικόνα 24). Αφού ολοκληρωθεί η μετακίνηση των σημείων επιλέγεται ξανά η επιλογή “Toggle Editing” για να αποθηκευτούν οι αλλαγές που έγιναν στο shapefile.

Επίσης, κατά την διάρκεια της καταγραφής με GPS υπήρχαν κολώνες οι οποίες δεν καταγράφηκαν. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάποιες κολώνες είχαν τοποθετηθεί σε δύσβατη ή περιφραγμένη περιοχή με αποτέλεσμα η προσέγγισή τους να είναι αδύνατη. Για αυτό το λόγο ψηφιοποιήθηκαν με το εργαλείο “Add Feature” μετά από παρατήρηση του σχεδίου και την βοήθεια του Google Satellite (Εικόνα 25).



Εικόνα 24: Οι εντολές “Toggle Editing” και “Move features” για να ξεκινήσει η μετακίνηση σημείων





*Εικόνα 25: Οι εντολές “Toggle Editing” και “Add Feature” για να ξεκινήσει η ψηφιοποίηση των σημείων*

Παρακάτω παρατίθενται 3 χάρτες για την καλύτερη κατανόηση αυτής της ενότητας. Στο χάρτη 3 απεικονίζεται το γεωαναφερμένο σχέδιο σε συνδυασμό με τα διορθωμένα σημεία και παρατηρείται πως το σχέδιο έχει υποστεί παραμόρφωση σε κάποια σημεία, διότι το δίκτυο του σχεδίου δεν συμπίπτει με αυτό που έχει ψηφιοποιηθεί στο λογισμικό QGIS. Η παραμόρφωση αυτή οφείλεται στην παλαιότητα του σχεδίου.

Ακόμα, στον παρακάτω χάρτη 4 γίνεται σύγκριση μεταξύ των σημείων που καταγράφηκαν μέσω του Google Earth, που διακρίνονται με κόκκινο χρώμα, με τα διορθωμένα σημεία, τα οποία φαίνονται με πράσινο χρώμα. Επίσης, παρατηρείται πως η καταγραφή μέσω του Google Earth είναι ελλιπής καθώς πολλά σημεία δεν έχουν καταγραφεί διότι ήταν αδύνατος ο εντοπισμός τους.

Τέλος, στο χάρτη 5 γίνεται σύγκριση μεταξύ των σημείων που καταγράφηκαν μέσω GPS, τα οποία διακρίνονται με κόκκινο χρώμα και των διορθωμένων σημείων που φαίνονται με πράσινο χρώμα. Ακόμα παρατηρείται πως η καταγραφή με τη χρήση συσκευής GPS, καλύπτει σχεδόν όλο το δίκτυο της περιοχής. Το μόνο μειονέκτημα εδώ αποτελεί η απόκλιση, η οποία φαίνεται σε μερικά σημεία.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΙΠΛΙΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

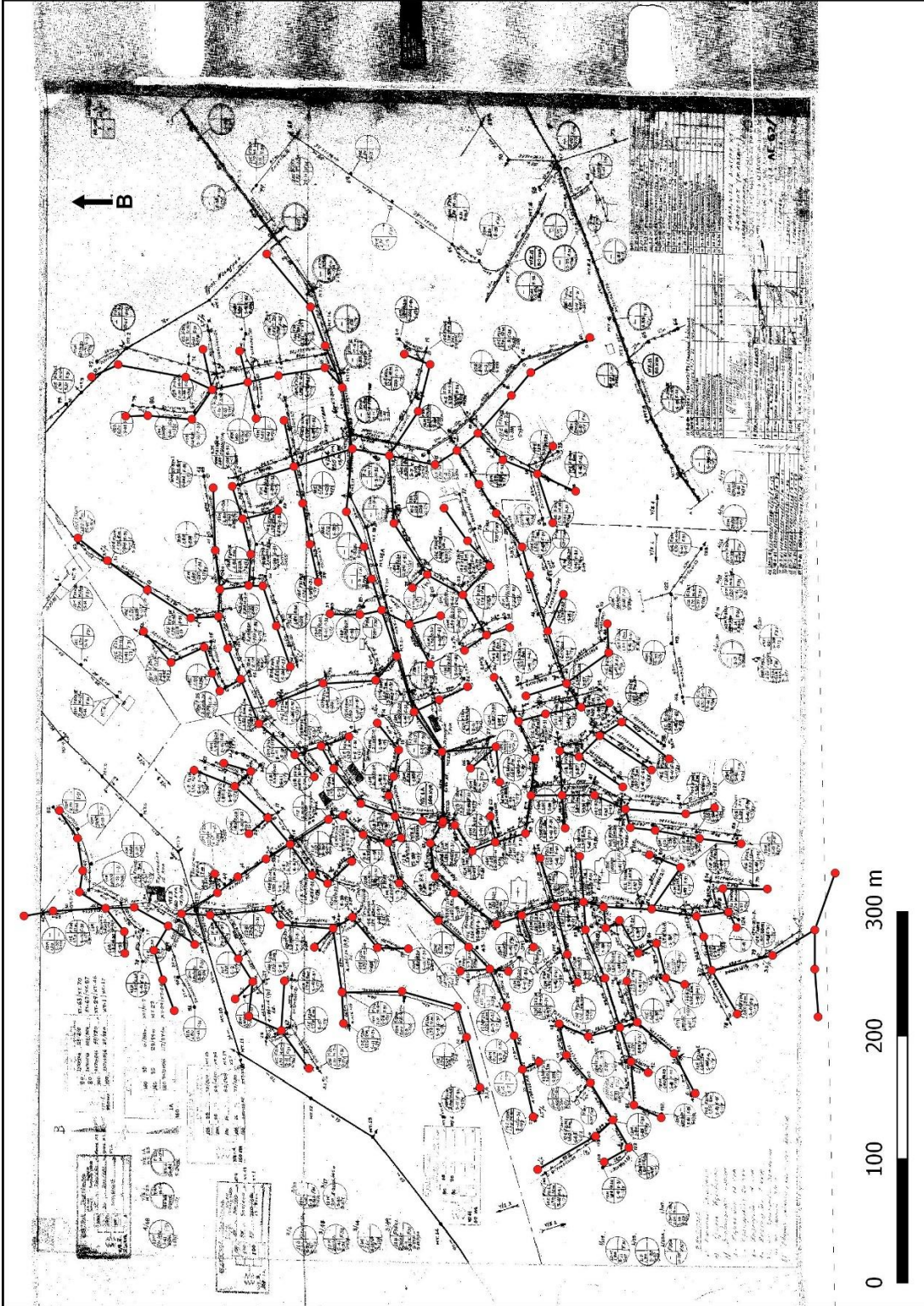
**ΧΑΡΤΗΣ  
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΤΟΥ  
ΓΕΩΑΝΑΦΕΡΜΕΝΟΥ  
ΣΧΕΔΙΟΥ ΣΕ  
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΑ  
ΣΗΜΕΙΑ ΠΟΥ  
ΔΙΟΡΘΩΘΗΚΑΝ ΜΕΣΑ  
ΑΠΟ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ  
QGIS**

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

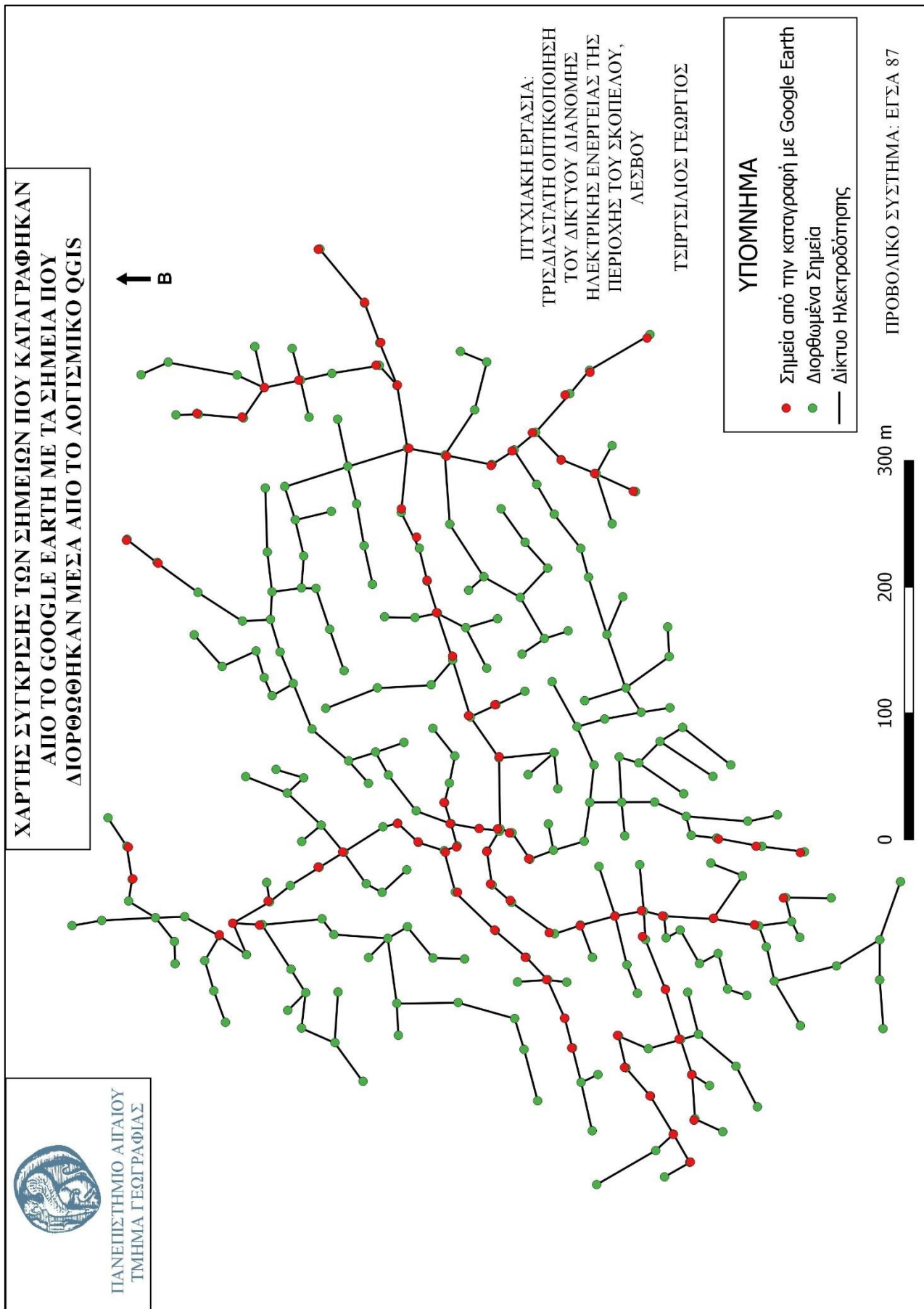
- Διορθωμένα Σημεία
- Δίκτυο Ηλεκτροδότησης

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:  
ΤΡΕΣΔΙΑΣΤΑΤΗ  
ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ  
ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ  
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ  
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ  
ΣΚΟΠΕΛΟΥ, ΛΕΣΒΟΥ  
ΤΣΙΡΤΣΙΛΙΟΥΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΡΟΒΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ:  
ΕΓΣΑ 87



Χάρτης 3: Στο χάρτη απεικονίζεται το γεωαναφερμένο σχέδιο σε συνδυασμό με τα διορθωμένα σημεία.

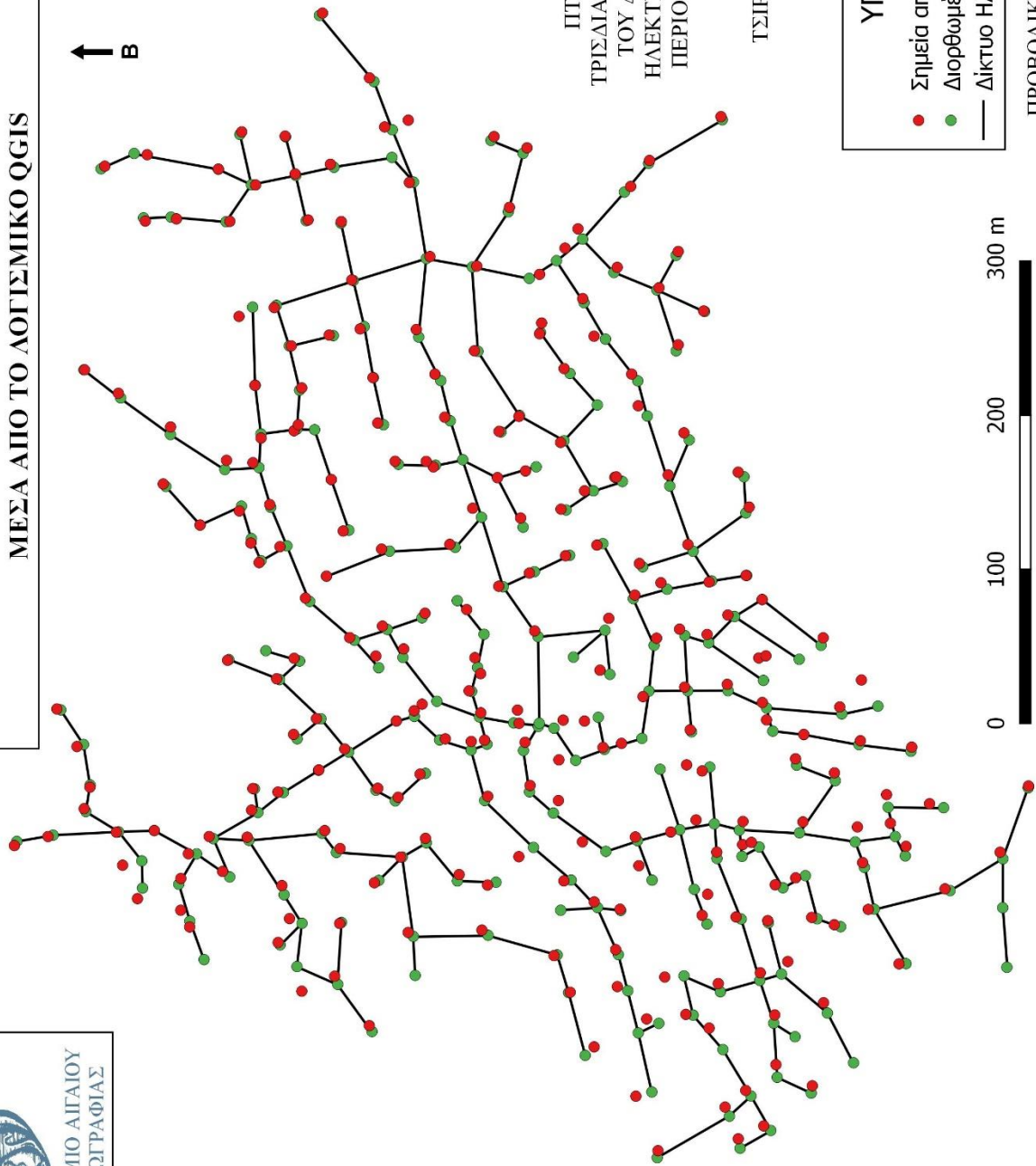


Χάρτης 4: Στο χάρτη γίνεται σύγκριση των σημείων που καταγράφηκαν μέσω του Google Earth με τα διορθωμένα σημεία

**ΧΑΡΤΗΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΠΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΚΑΝ ΜΕΣΩ ΣΥΣΚΕΥΗΣ GPS ΜΕ ΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΠΟΥ ΔΙΟΡΘΩΘΗΚΑΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ QGIS**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



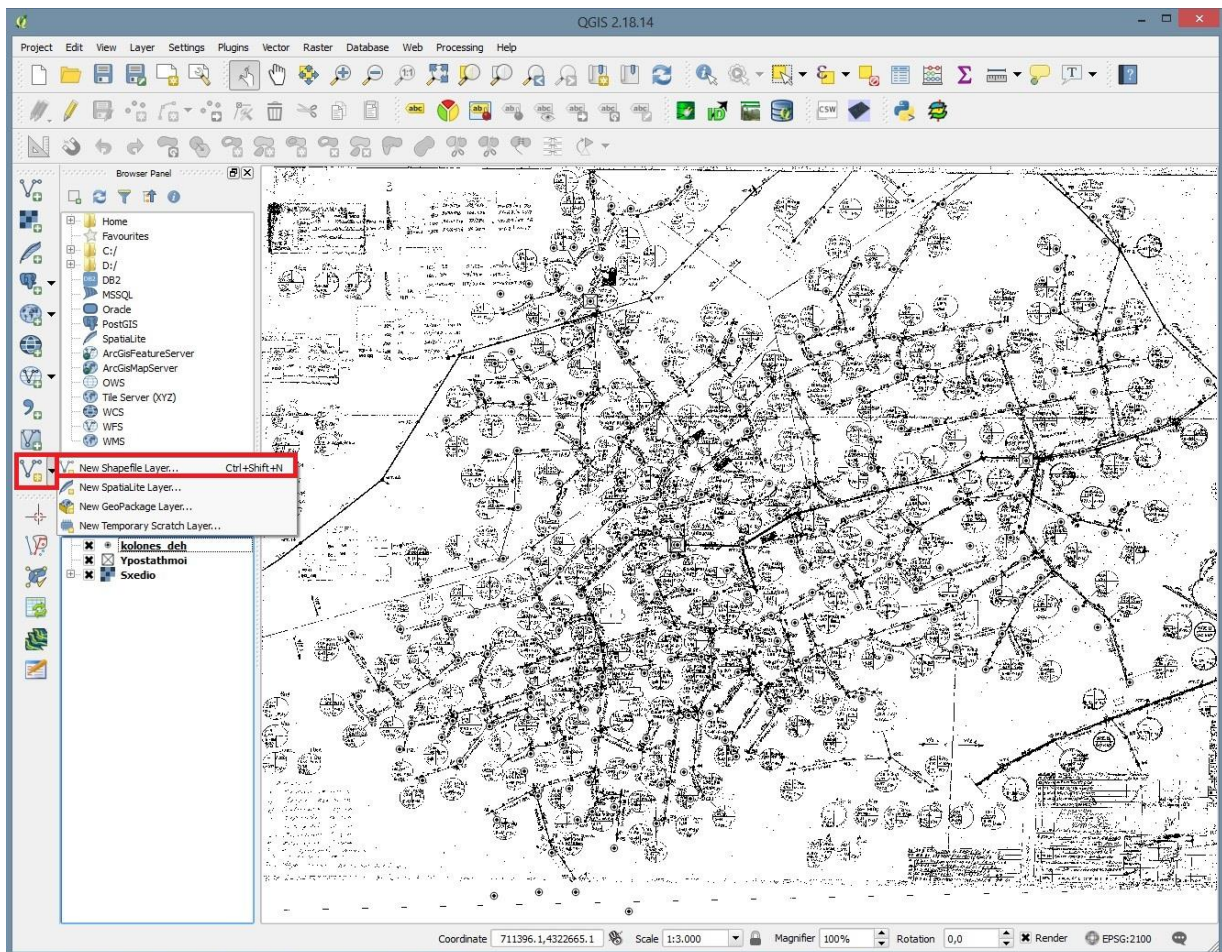
- ΥΠΟΜΝΗΜΑ**
- Σημεία από την καταγραφή με GPS
  - Διορθωμένα Σημεία
  - Δίκτυο Ηλεκτροδότησης

ΠΡΟΒΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΓΣΑ 87

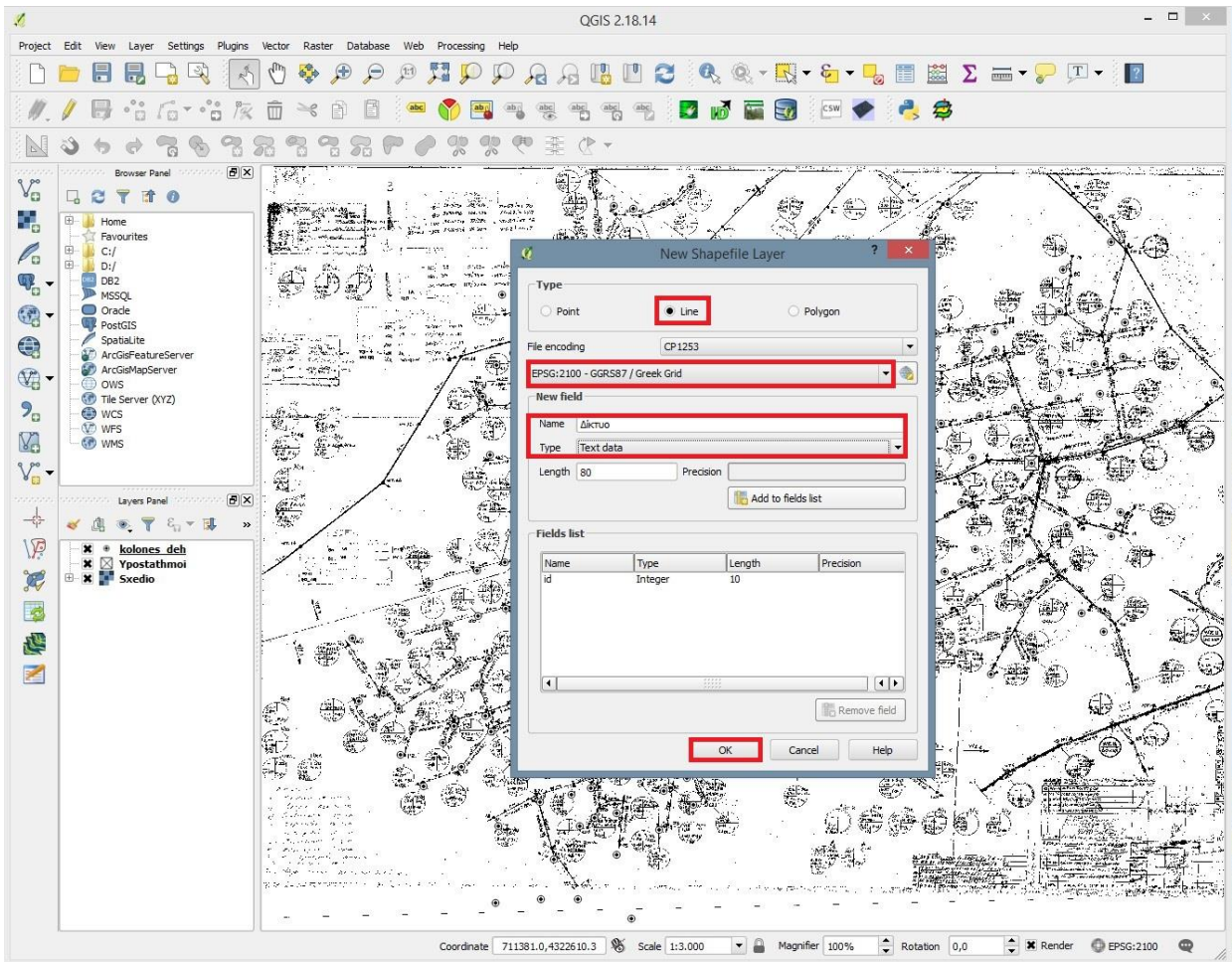
Χάρτης 5: Στο χάρτη γίνεται σύγκριση των σημείων που καταγράφηκαν μέσω συσκευής GPS με τα διορθωμένα σημεία

### 3.2.3 Ψηφιοποίηση του ηλεκτρικού δικτύου

Αρχικά, στο λογισμικό QGIS, εισήχθησαν το shapefile με τους διορθωμένους στύλους καθώς και το σχέδιο του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Με την εντολή “New Shapefile Layer” δημιουργήθηκε ένα νέο επίπεδο πληροφορίας με όνομα Δίκτυο, ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία της ψηφιοποίησης του ηλεκτρικού δικτύου (Εικόνα 26, 27). Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 27, κατά την διαδικασία δημιουργίας ενός νέου επιπέδου πληροφορίας έπρεπε να οριστεί το είδος (σημείο, γραμμή, πολύγωνο), το σύστημα αναφοράς και μετέπειτα το όνομα το οποίο θα αποθηκευτεί το επίπεδο πληροφορίας ως αρχείο. Η ψηφιοποίηση του δικτύου έγινε με βάση το σχέδιο καθώς και των φωτογραφιών που τραβήχτηκαν από την καταγραφή στο πεδίο και πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο η ψηφιοποίηση έγινε με βάση το σχέδιο ενώ στο δεύτερο διαφοροποιήθηκαν οι γραμμές ανάλογα με τις αναχωρήσεις αλλά και τον τύπο δικτύου (μέσης ή χαμηλής τάσης).

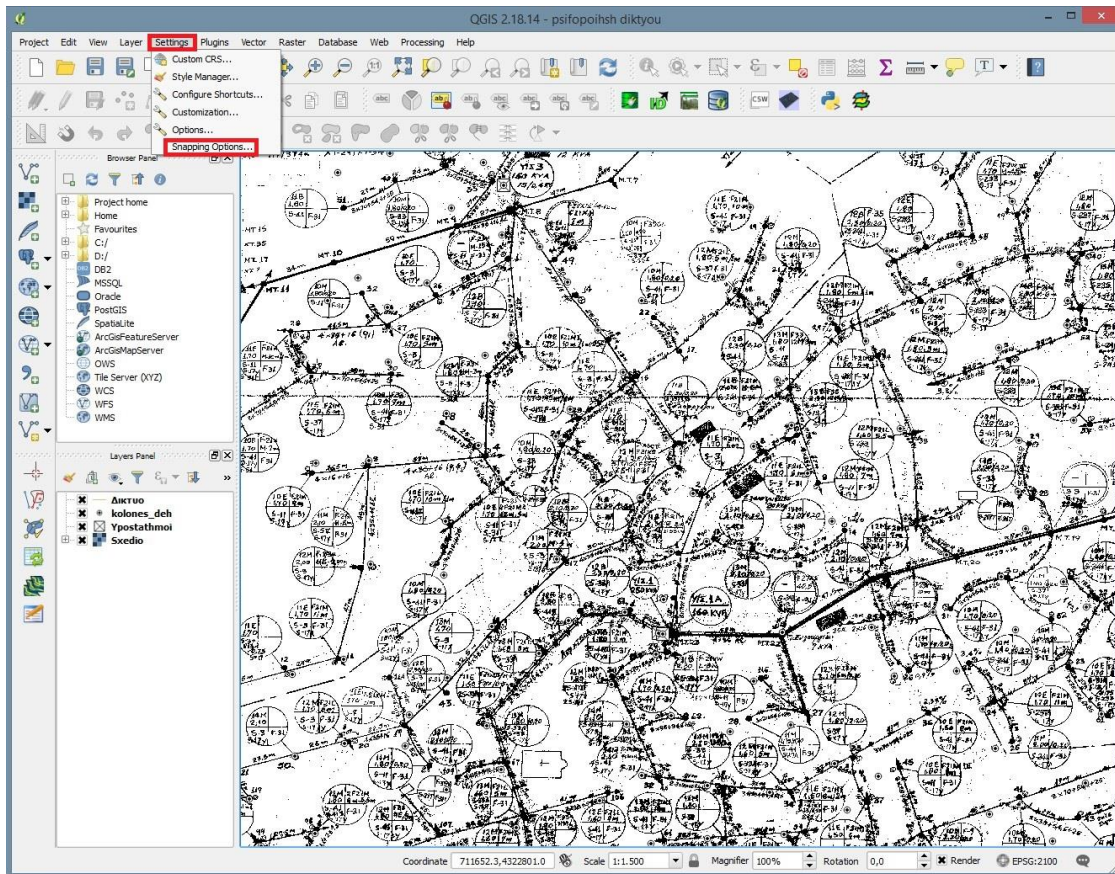


Εικόνα 26: Δημιουργία νέου επιπέδου πληροφορίας

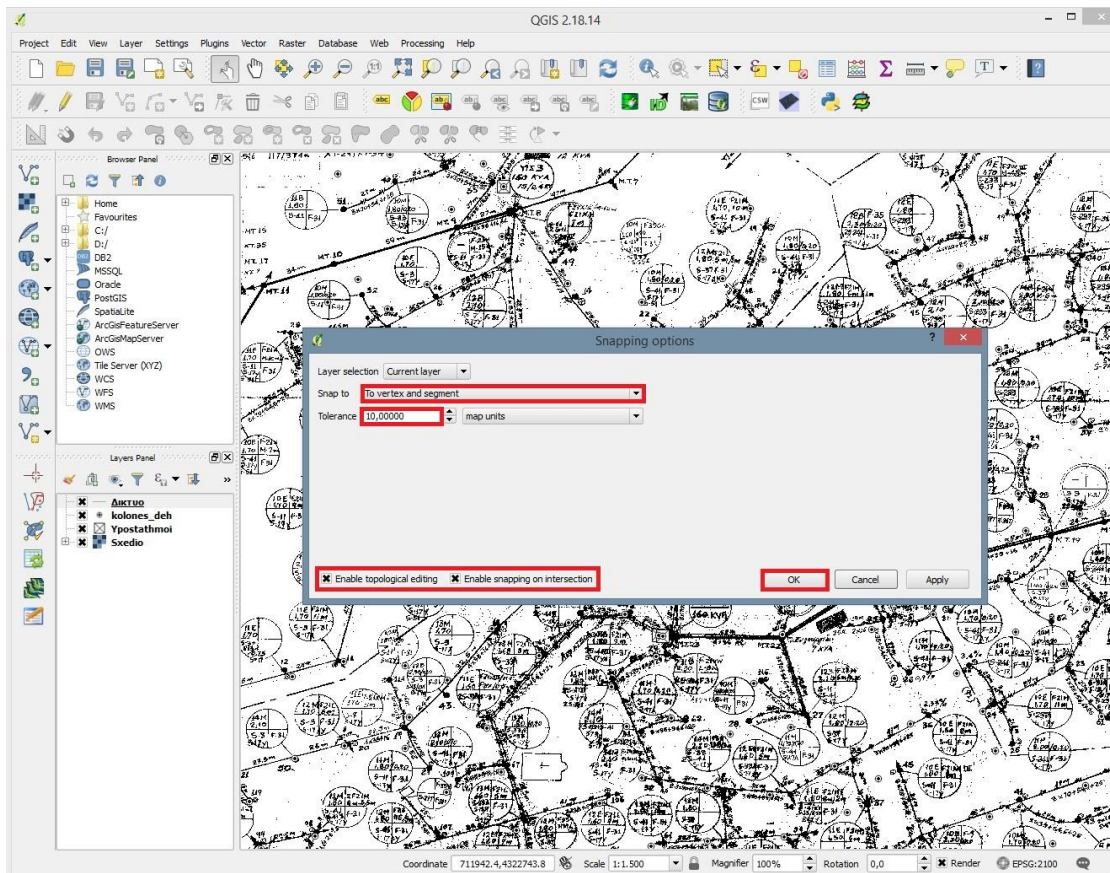


Εικόνα 27: Διαδικασία δημιουργίας του νέου γραμμικού επιπέδου πληροφορίας

Στην συνέχεια, ορίστηκε το “Snapping” σε 10 m και επιλέχθηκε το “Enable topological editing”, όπου αυτή η επιλογή εξασφαλίζει ότι τα κοινά όρια διατηρούνται σωστά σε πολυγωνικά επίπεδα, καθώς και το “Enable snapping on intersection” όπου επιτρέπει να μετακινηθεί σε μια διατομή ενός επιπέδου στο παρασκήνιο (Εικόνα 28,29). (www.qgistutorials.com) Αναλυτικότερα, η ψηφιοποίηση πραγματοποιήθηκε με την χρήση γραμμών ενεργοποιώντας την επιλογή “Toggle Editing” στο νέο shapefile που δημιουργήθηκε και επιλέγοντας το εργαλείο “Add Feature” σχηματίστηκε το ηλεκτρικό δίκτυο για κάθε μια από τις κολώνες (Εικόνα 30). Επίσης, μετά από κάθε ψηφιοποίηση μιας γραμμής πατήθηκε η επιλογή “Save Layer Edits” για να αποθηκευτούν οι αλλαγές που έγιναν.



Εικόνα 28: Εντολή για την εισαγωγή στις ρυθμίσεις του Snapping



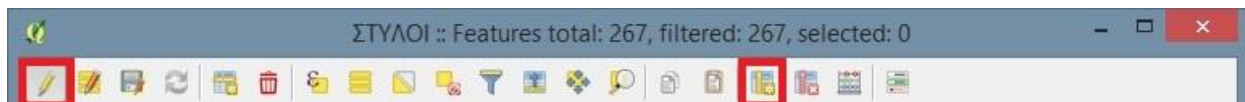
Εικόνα 29: Οι ρυθμίσεις που επιλέχτηκαν στο εργαλείο Snapping



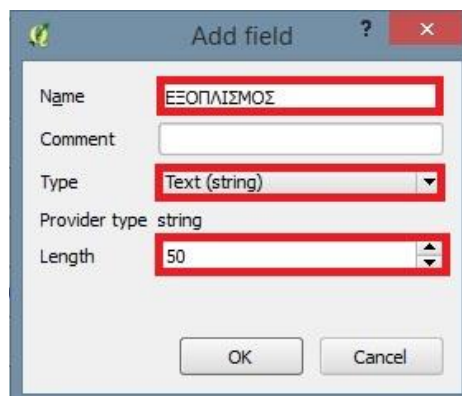
Εικόνα 30 :Οι εντολές “Toggle Editing” και “Add Feature” για να ξεκινήσει η ψηφιοποίηση και η δημιουργία γραμμών

### 3.2.4 Καταχώρηση στοιχείων των στύλων και του δικτύου

Μετά την διόρθωση των σημείων και την ψηφιοποίηση του δικτύου έγινε καταχώρηση των στοιχείων από το σχέδιο στο “Attribute table” των δυο shapefile. Αρχικά στο “Attribute table” του shapefile με του στύλους δημιουργήθηκαν 6 νέες στήλες. Στις 5 στήλες καταχωρήθηκαν η κωδική ονομασία, τα χαρακτηριστικά, ο εξοπλισμός, το επίτονο και η γείωση του κάθε στύλου, τα οποία αναγράφονταν σε κάθε τεταρτημόριο που βρίσκεται δίπλα σε κάθε στύλο στο σχέδιο. Ακόμα, στην τελευταία στήλη διαχωρίστηκε ο τύπος των στύλων σε Υποσταθμούς και απλούς στύλους. Για την δημιουργία των στήλων χρησιμοποιήθηκε η εντολή “New field”, αφού πρώτα ενεργοποιήθηκε η επιλογή “Toggle editing mode” η οποία επιτρέπει την επεξεργασία των δεδομένων.(Εικόνα 31,32) Επίσης, η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για το shapefile του ηλεκτρικού δικτύου στο οποίο δημιουργήθηκαν 2 στήλες στο “Attribute table”, όπου καταχωρήθηκε ο τύπος καλωδίου που χρησιμοποιείται και οι αποστάσεις μεταξύ των κολωνών.





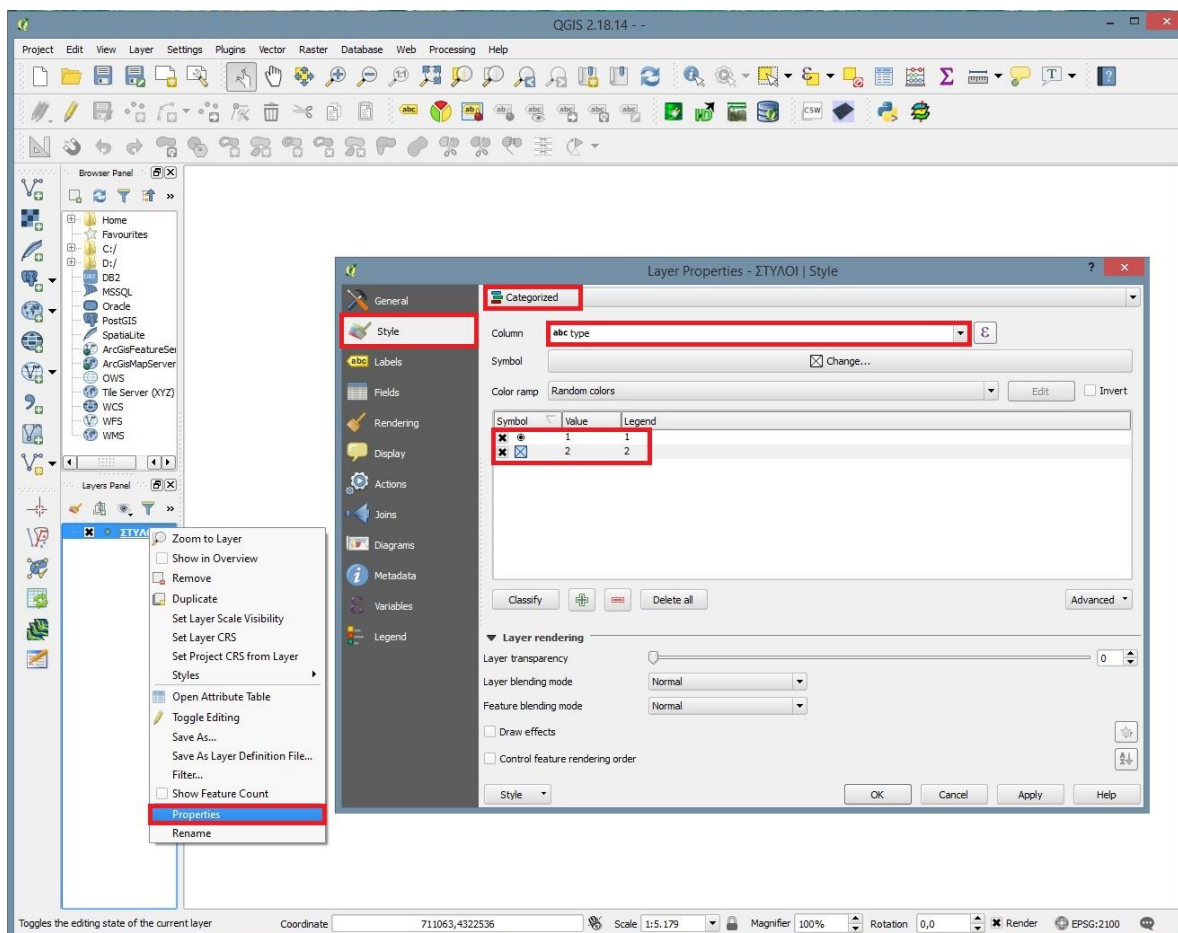
Εικόνα 31: Οι εντολές “Toggle editing mode” και “New field” για την δημιουργία των νέων στηλών



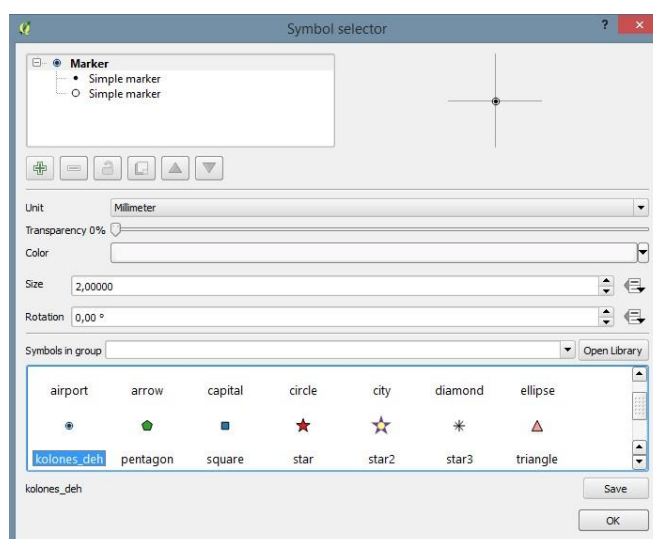
Εικόνα 32: Οι επιλογές για την δημιουργία της στήλης



Μετέπειτα πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίηση των στύλων σε υποσταθμούς και απλούς στύλους. Αυτό έγινε μέσα από τις ιδιότητες του shapefile, όπου επιλέχθηκε το “Categorized” και στην συνέχεια η στήλη με τον τύπο των κολωνών (Εικόνα 33). Τέλος, επιλέχθηκαν διαφορετικά σύμβολα για τους στύλους και τους υποσταθμούς (Εικόνα 34). Οι στύλοι συμβολίστηκαν με  ενώ οι υποσταθμοί με 

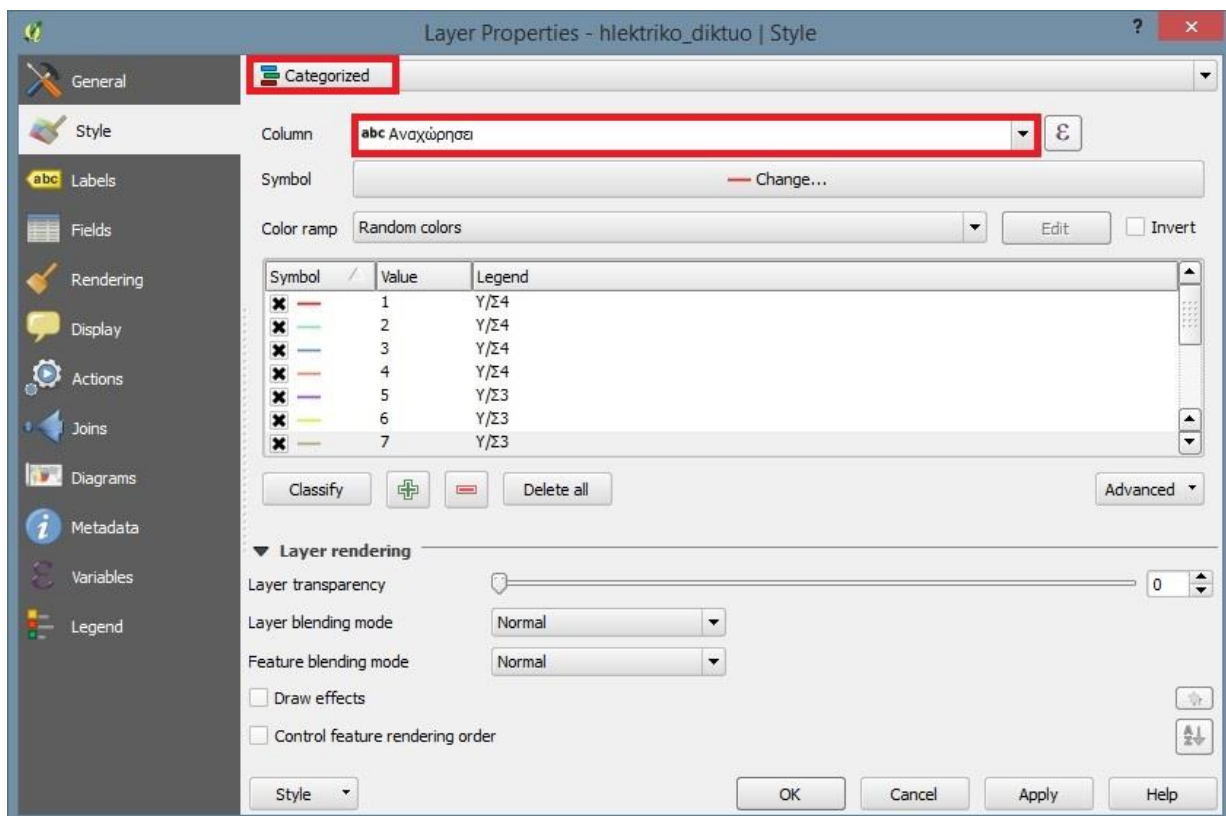


Εικόνα 33: Οι επιλογές που έγιναν για την κατηγοριοποίηση των στύλων

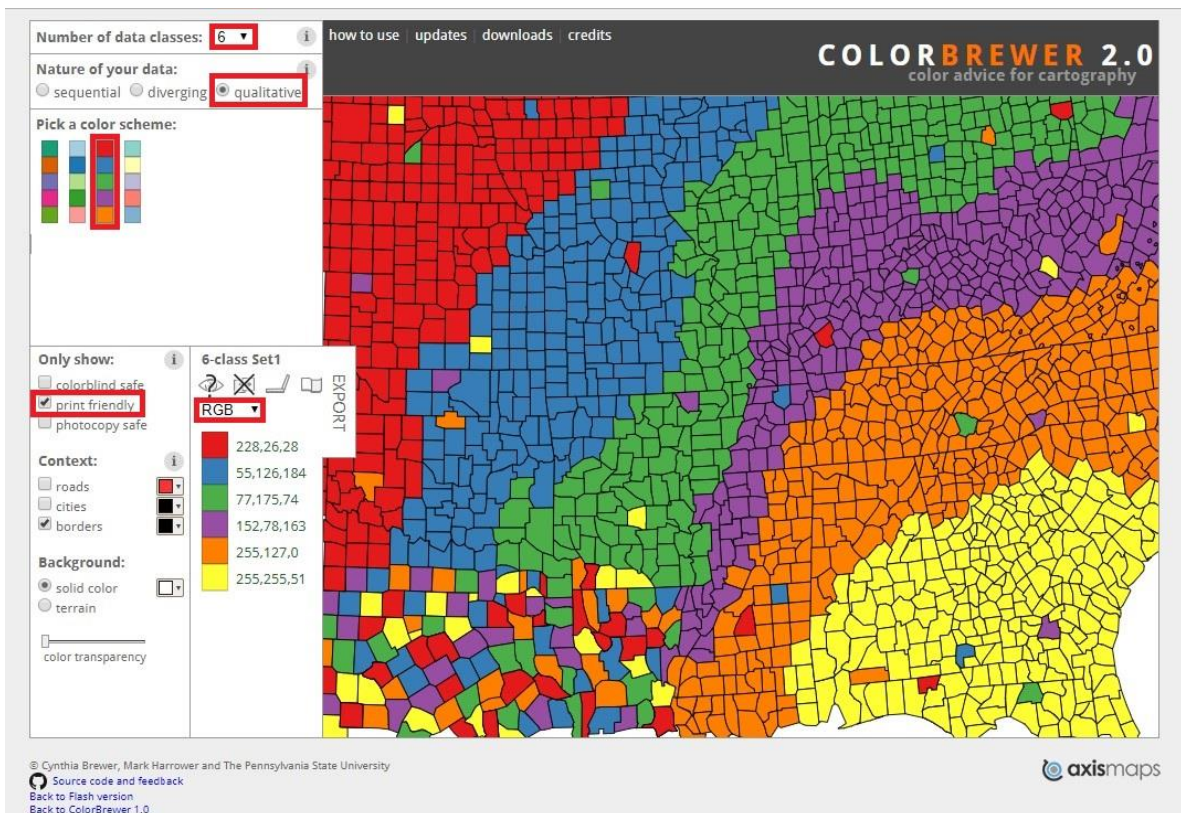


Εικόνα 34: Επιλογή συμβόλου για στύλο

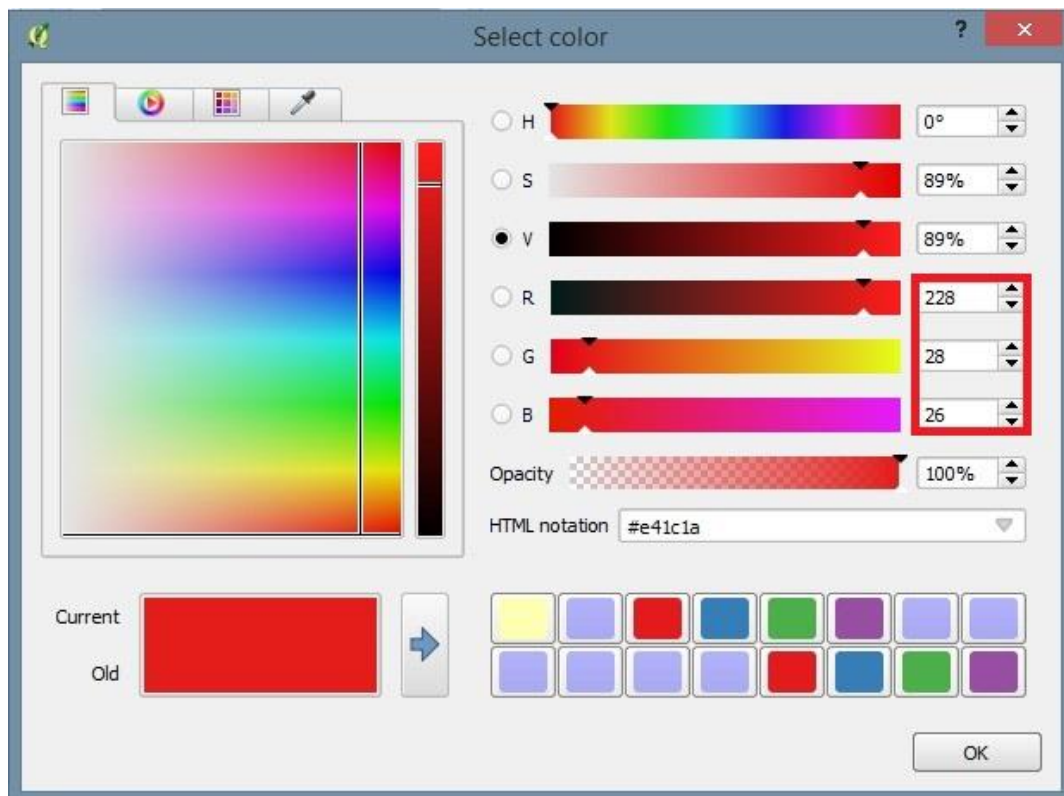
Στην συνέχεια έγινε κατηγοριοποίηση του δικτύου σε χαμηλής και μέσης τάσης. Το δίκτυο χαμηλής τάσης διαχωρίστηκε ανάλογα με τις αναχωρήσεις ανά υποσταθμό και συμβολίστηκε με αποχρώσεις συγκεκριμένης παλέτας από το "Colorbrewer" (Εικόνα 35). Το "Colorbrewer" είναι ένα online εργαλείο που έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τους ανθρώπους, να επιλέξουν κατάλληλες παλέτες για θεματικούς χάρτες και άλλα γραφικά. Η παλέτα όπου χρησιμοποιήθηκε αποτελείται από 6 χρώματα όπως φαίνεται και στην εικόνα 36. Έτσι για την αλλαγή του χρώματος, επιλέγεται η αναχώρησή που επιθυμούμε και στην συνέχεια πληκτρολογούμε τους κωδικούς RGB από την παλέτα του "Colorbrewer" (Εικόνα 37). Τέλος, όσον αφορά το δίκτυο της μέσης τάσης συμβολίστηκε με μαύρο χρώμα.



Εικόνα 35: Οι επιλογές που έγιναν για την κατηγοριοποίηση του δικτύου χαμηλής τάσης

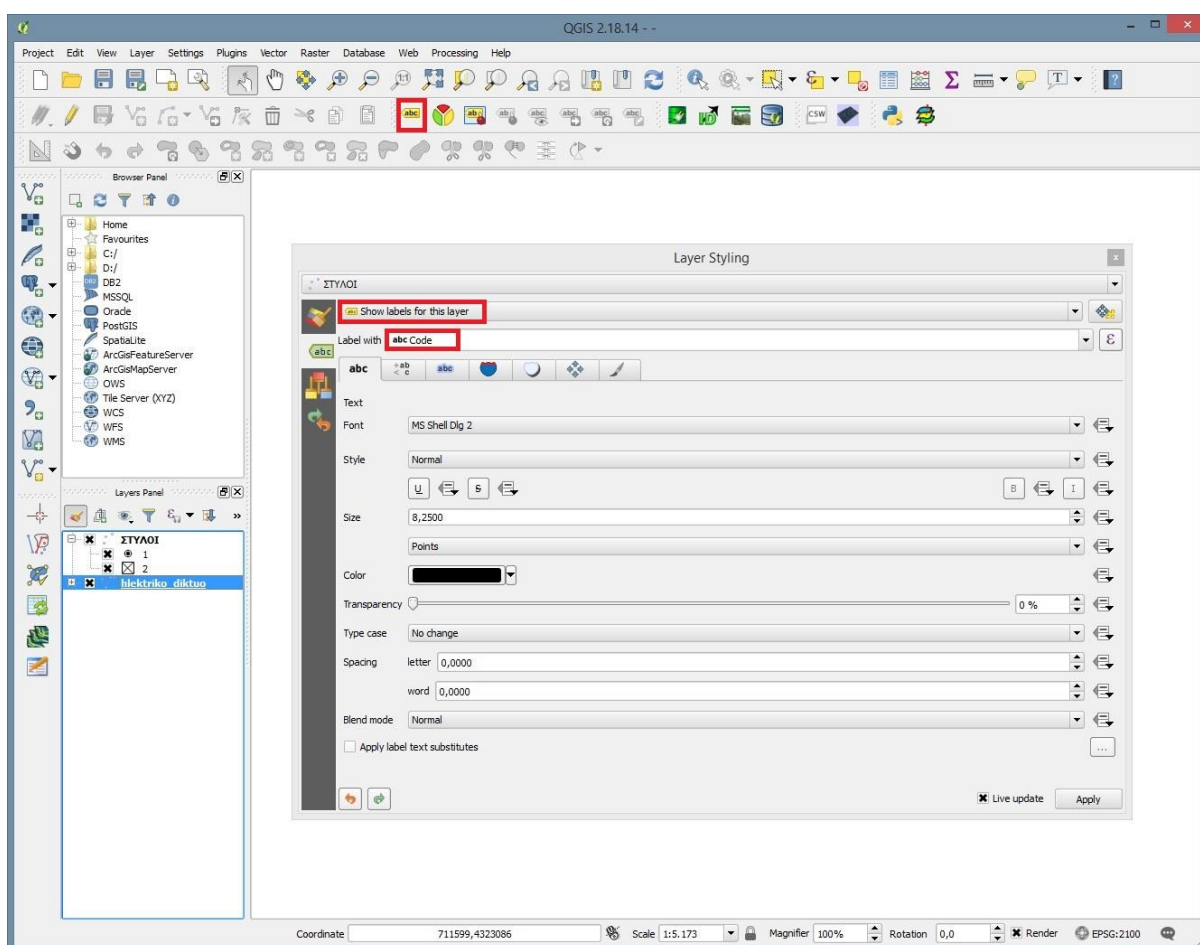


Εικόνα 36: Επιλογή χρωματικής παλέτας από το "Colorbrewer"



Εικόνα 37: Επιλογή χρώματος με βάση τους κωδικούς RGB από τη παλέτα του "Colorbrewer"

Για να εμφανιστούν τα παραπάνω στοιχεία όπου καταχωρήθηκαν μέσω του "Attribute Table" στην επιφάνεια εργασίας του QGIS και στην εξαγωγή του χάρτη, θα χρειαστεί να γίνει προσθήκη ετικετών. Οι ετικέτες εμφανίζονται διπλά ή κοντά σε κάθε σημείο ή γραμμή και δίνουν μια πληροφορία για το κάθε ένα. Με την επιλογή "Layer Labeling Options" (Εικόνα 38) γίνεται δυνατή η απεικόνιση ετικετών, επιλέγοντας την στήλη που επιθυμούμε. Στην παρούσα εργασία από το shapefile με τους στύλους, απεικονίστηκαν με ετικέτες η στήλη με την κωδική ονομασία του κάθε στύλου ενώ από το shapefile με το δίκτυο, ο τύπος καλωδίου και οι αποστάσεις μεταξύ των κολωνών. Τέλος, τα υπόλοιπα στοιχεία απεικονίστηκαν με πίνακες, όπου η διαδικασία αναλύεται στην επόμενη ενότητα.

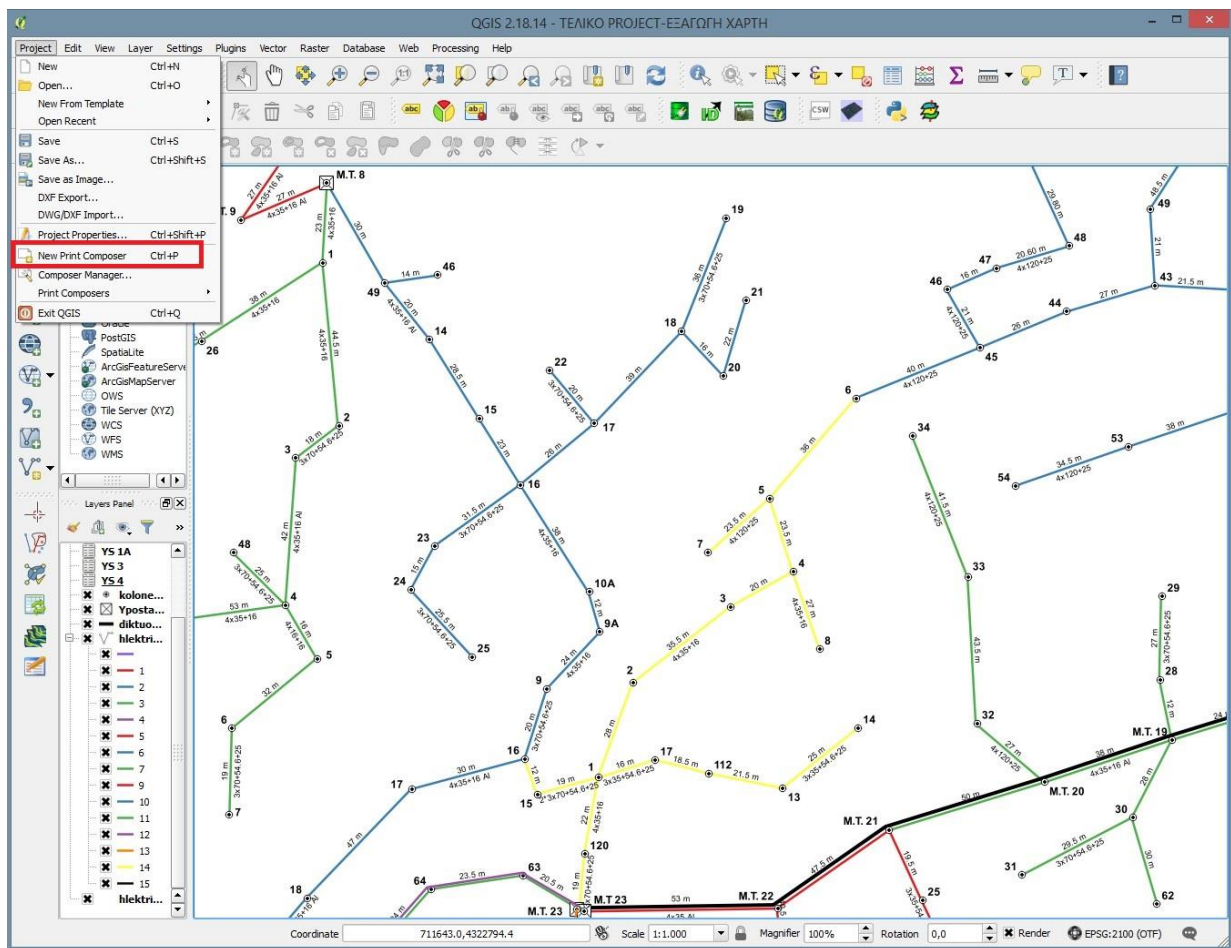


Εικόνα 38: Η εντολή "Layer Labeling Options" και οι επιλογές για την εμφάνιση των ετικετών

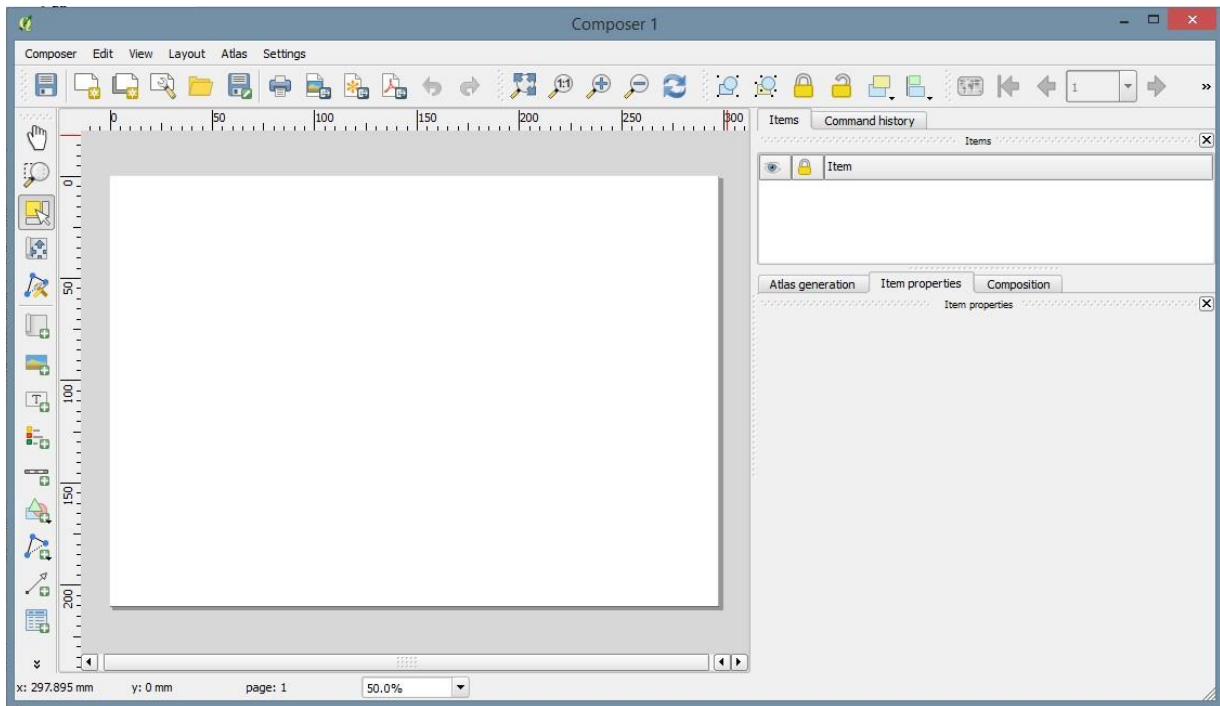
### 3.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΧΑΡΤΗ

Το τελικό βήμα μετά την επεξεργασία των δεδομένων του σχεδίου είναι η εξαγωγή του χάρτη, συνήθως σε μορφή εικόνας (jpeg). Παρακάτω εξηγείται αναλυτικότερα η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εξαγωγή του χάρτη.

Πρωτίστως, μεταβαίνουμε στο εργαλείο του QGIS για την σύνθεση χαρτών (composer). Όπως φαίνεται και από την εικόνα 39 από το μενού "Project" επιλέγεται το "New Print Composer" (Νέα σύνθεση εκτύπωσης). Αφού οριστεί ένα όνομα για την σύνθεση που δημιουργήθηκε, εμφανίζεται το εργαλείο της σύνθεσης (Εικόνα 40).<sup>[14]</sup>

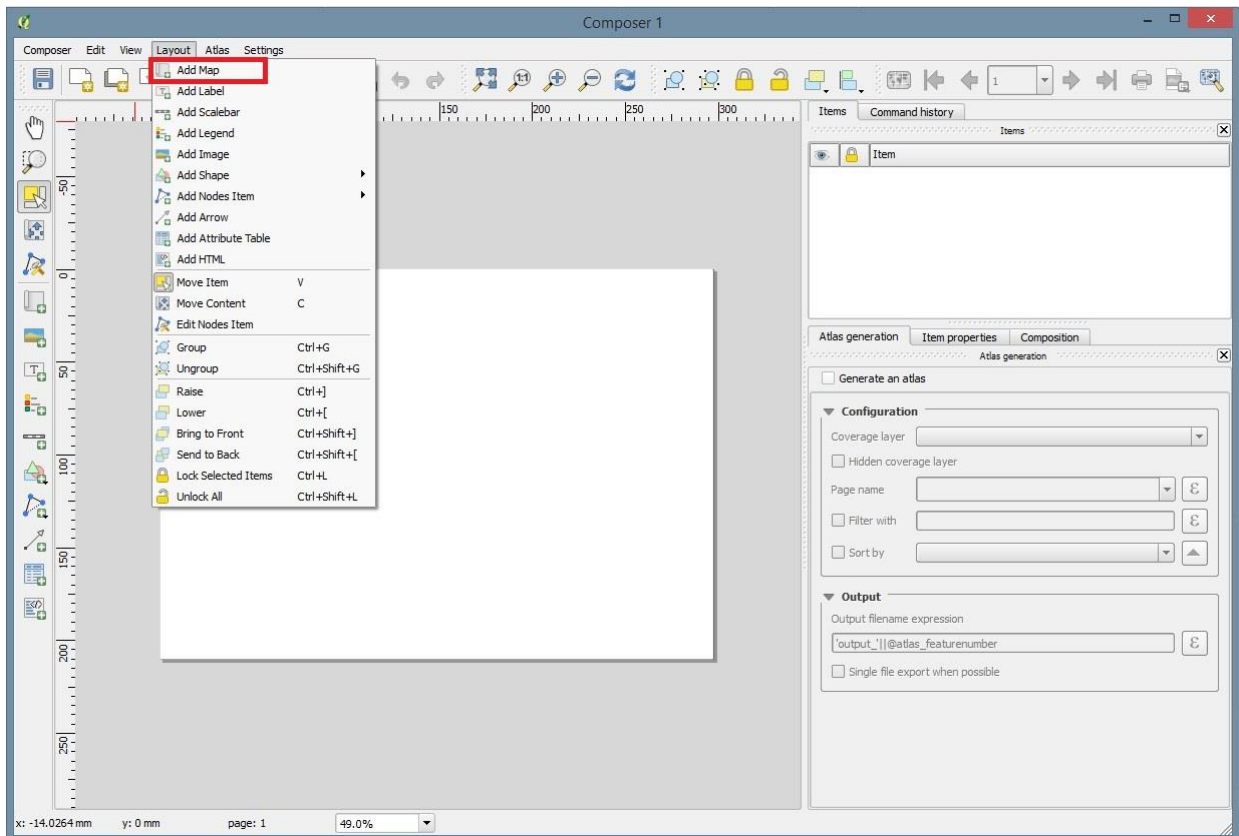


Εικόνα 39: Επιλογή για τη σύνθεση εκτύπωσης του χάρτη

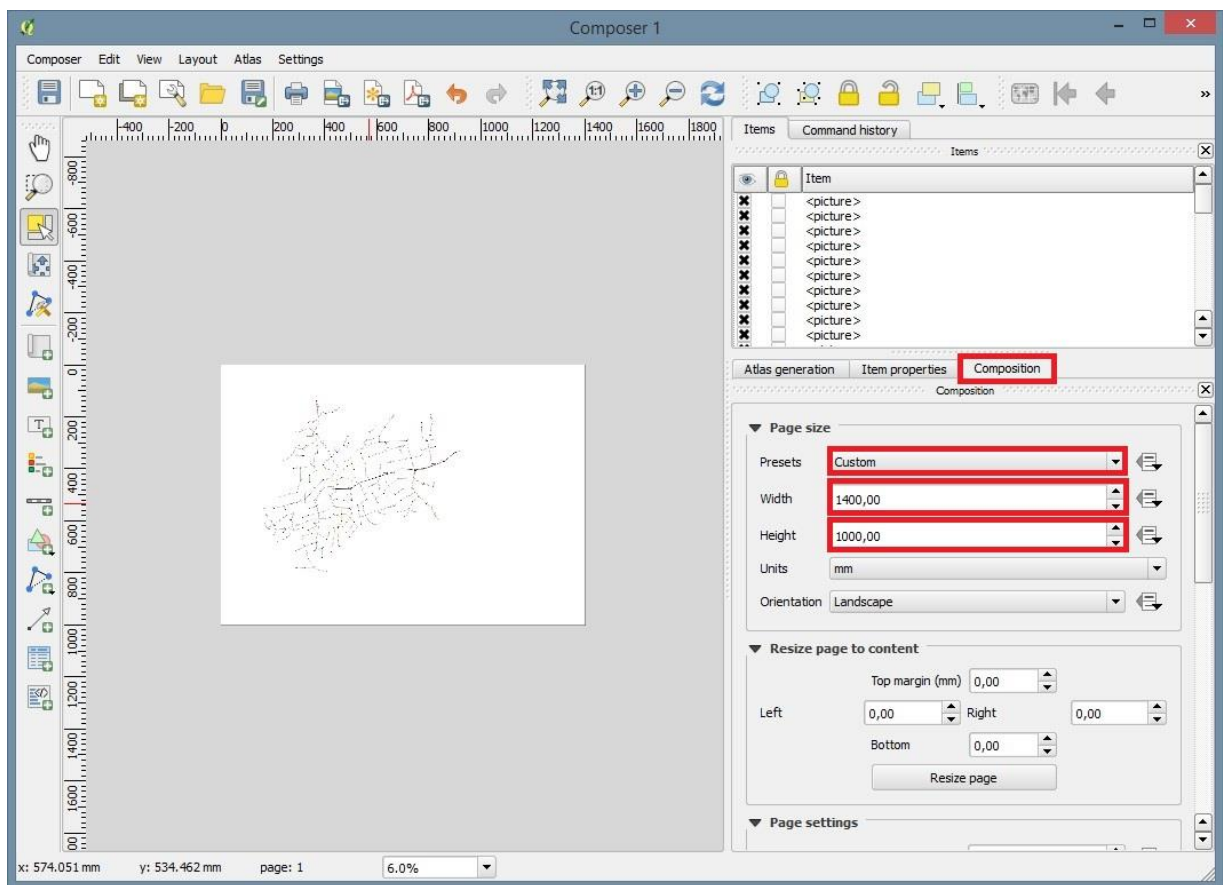


Εικόνα 40: Εργαλείο σύνθεσης χαρτών (Composer)

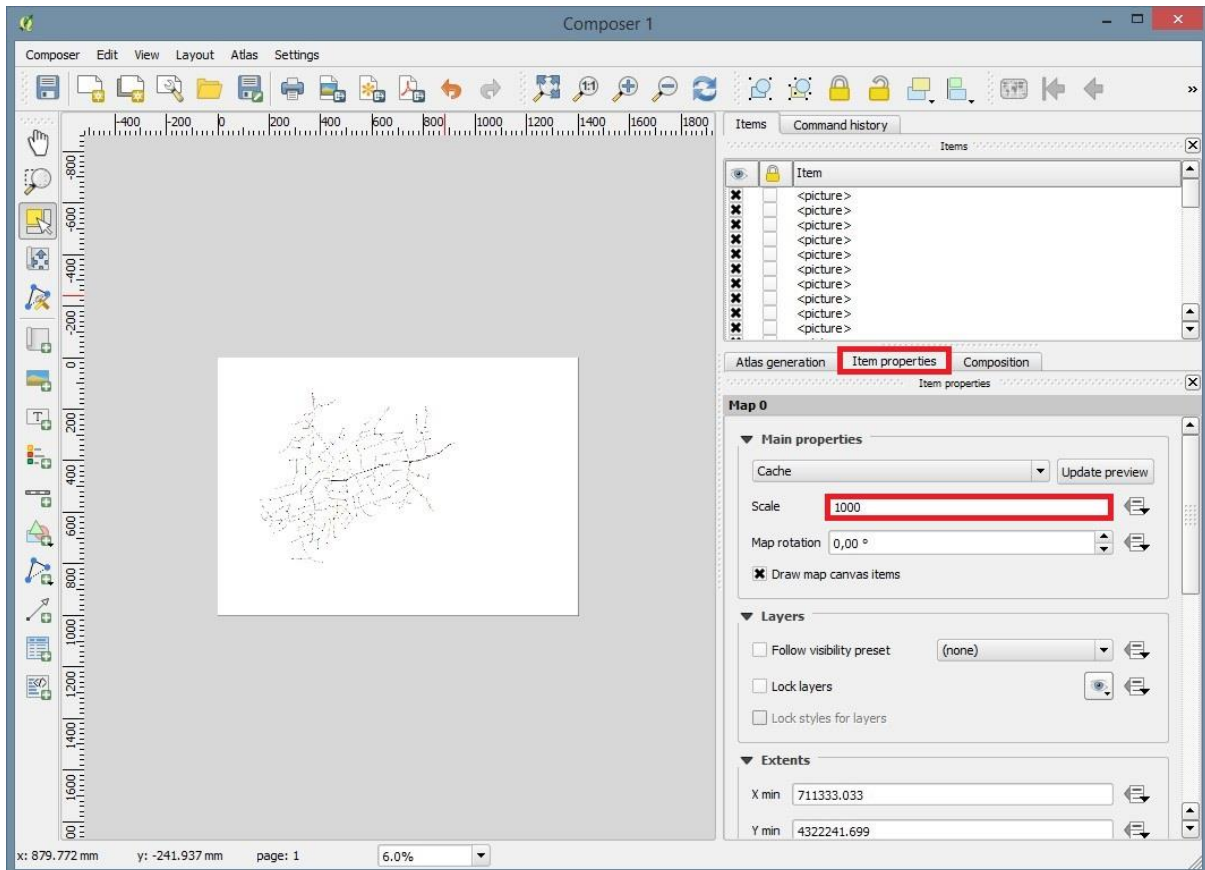
Αρχικά, ορίστηκε η περιοχή στην οποία θα γίνει η εισαγωγή του χάρτη που επεξεργαστήκαμε. Ο ορισμός της περιοχής, έγινε με την δημιουργία ενός ορθογωνίου πλαισίου πάνω στον καμβά του "Composer" με την εντολή "Add Map" (Εικόνα 41). Μετέπειτα, ορίσαμε τις διαστάσεις της σελίδας που επιθυμούμε καθώς και την κλίμακα απεικόνισης του χάρτη (Εικόνα 42 και 43). Στην συνέχεια με την εντολή "Move Content" μετακινήσαμε τον χάρτη μας, ώστε να εστιαστεί καλύτερα στην επιθυμητή περιοχή απεικόνισης. Από την επιλογή "Add image" όπως φαίνεται και στην εικόνα 44, έγινε η προθήκη των τομών και των επιτόνων, τα οποία ήταν σε μορφή png. Επίσης, κατά την εισαγωγή αυτών, πραγματοποιήθηκε μετακίνηση και περιστροφή της εικόνας, ώστε να απεικονίζονται όπως ακριβώς είναι τοποθετημένα στο σχέδιο (Εικόνα 45). Ακόμα, προστέθηκαν τα βασικά τμήματα του χάρτη που αποτελούνται από τον τίτλο, το προσανατολισμό, την αριθμητική και γραφική κλίμακα και την χαρτογραφική επιμέλεια (Εικόνα 46). Τα τελευταία στοιχεία που έμειναν, είναι οι πίνακες ελέγχου και οι πίνακες με τα στοιχεία της κάθε κολώνας ανά υποσταθμό. Οι πίνακες ελέγχου προστέθηκαν με την μορφή εικόνας, μέσω της εντολής "Add Image" ενώ οι πίνακες με τα στοιχεία του κάθε στύλου, μέσω της εντολής "Add attribute table"(Εικόνα 46).



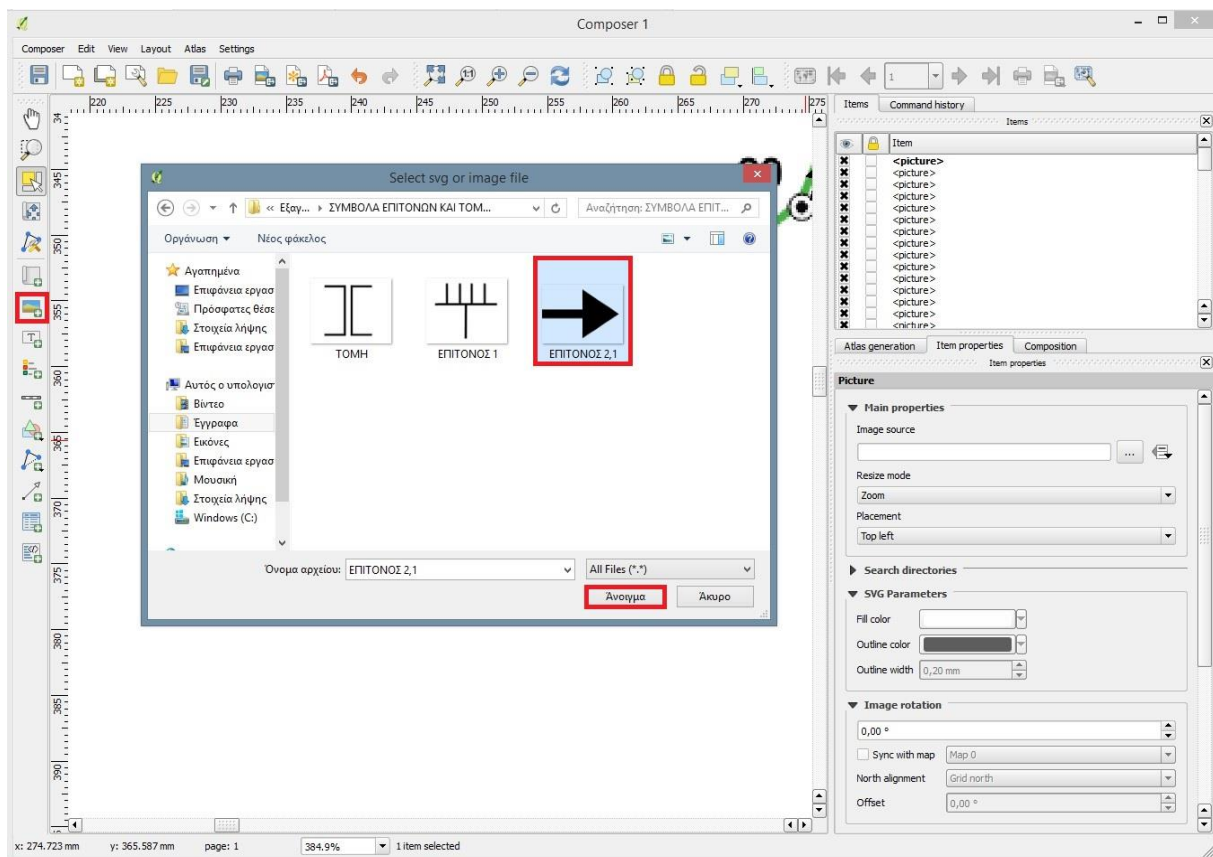
Εικόνα 41: Εισαγωγή χάρτη στο "Composer"



Εικόνα 42: Ρύθμιση διαστάσεων σελίδας

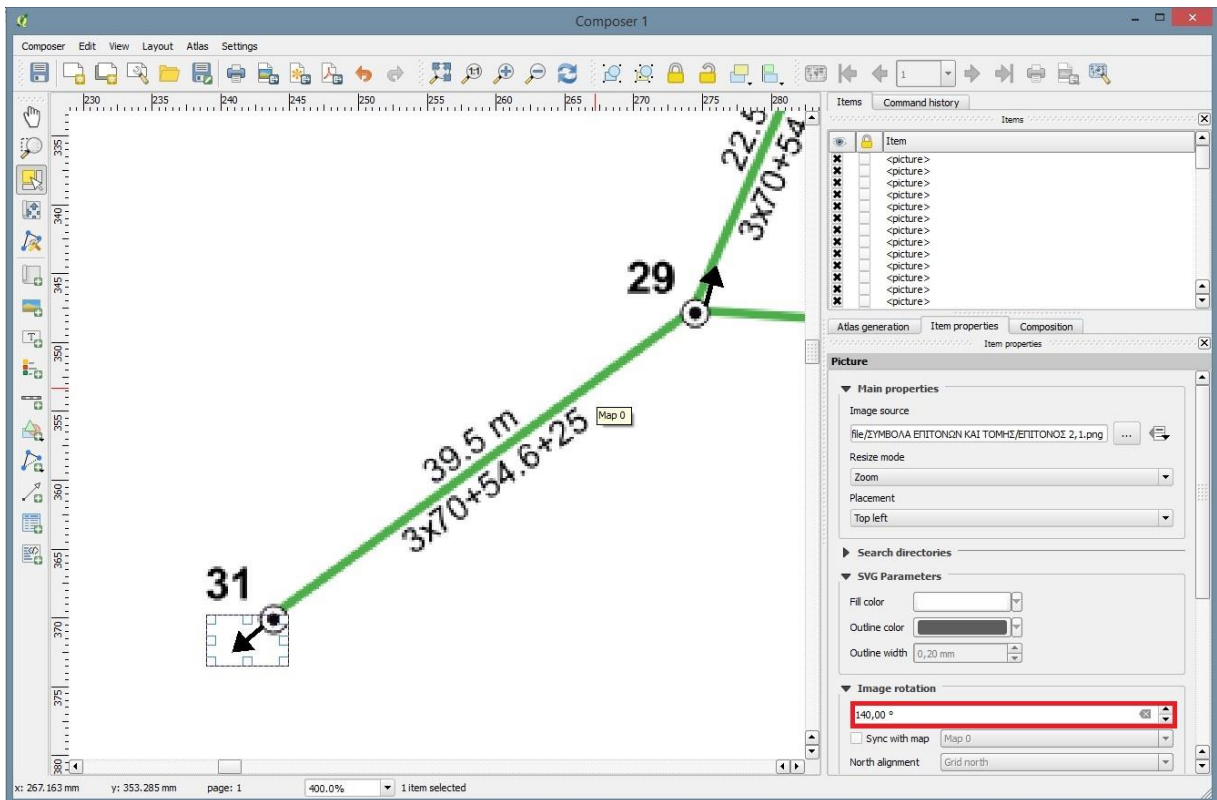


Εικόνα 43: Επιλογή κλίμακας στην σύνθεση του χάρτη

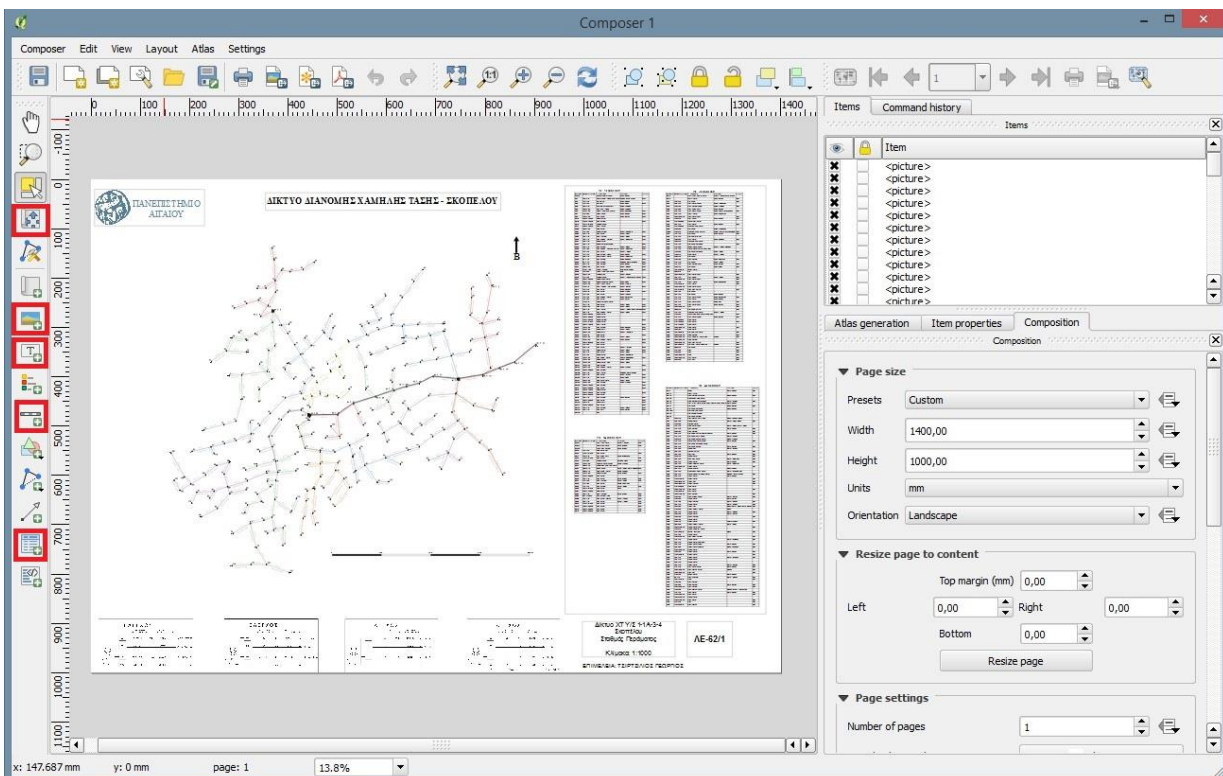


Εικόνα 44: Προσθήκη εικόνας με την εντολή “Add image”



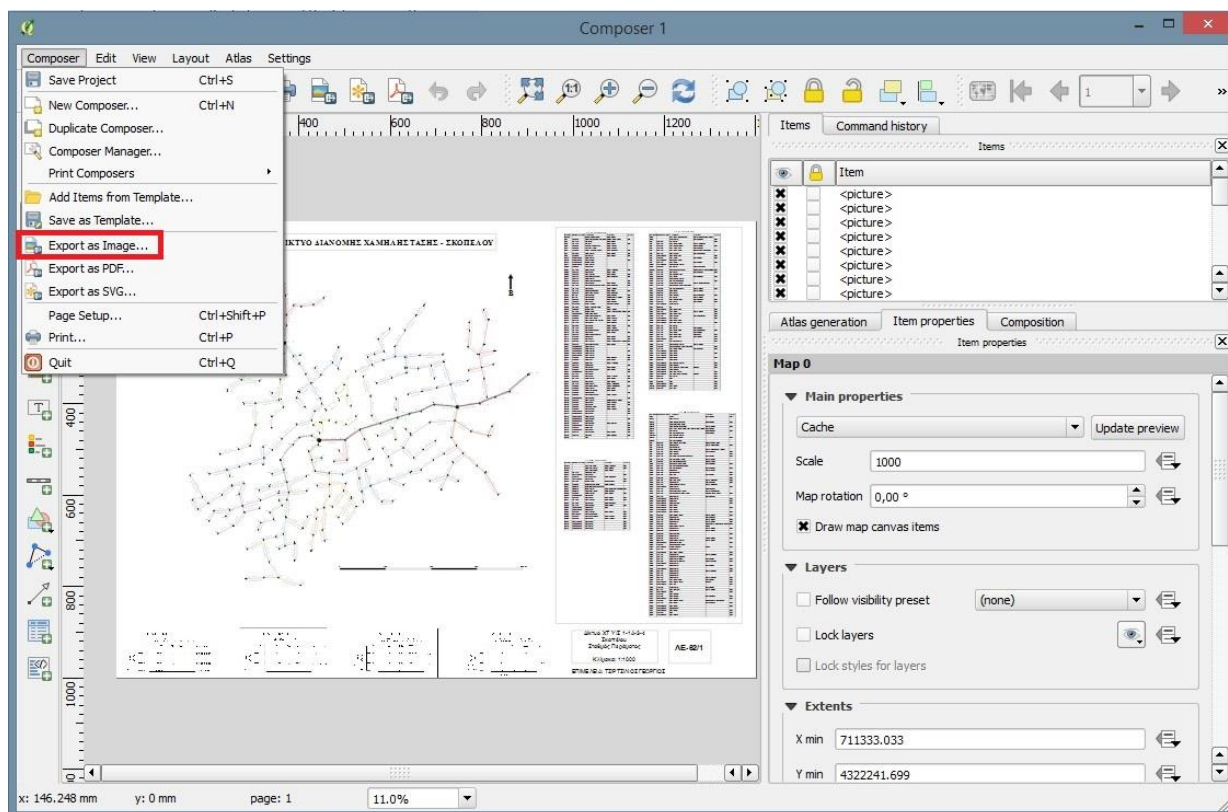


Εικόνα 45: Μετακίνηση και περιστροφή εικόνας (επίτονο)

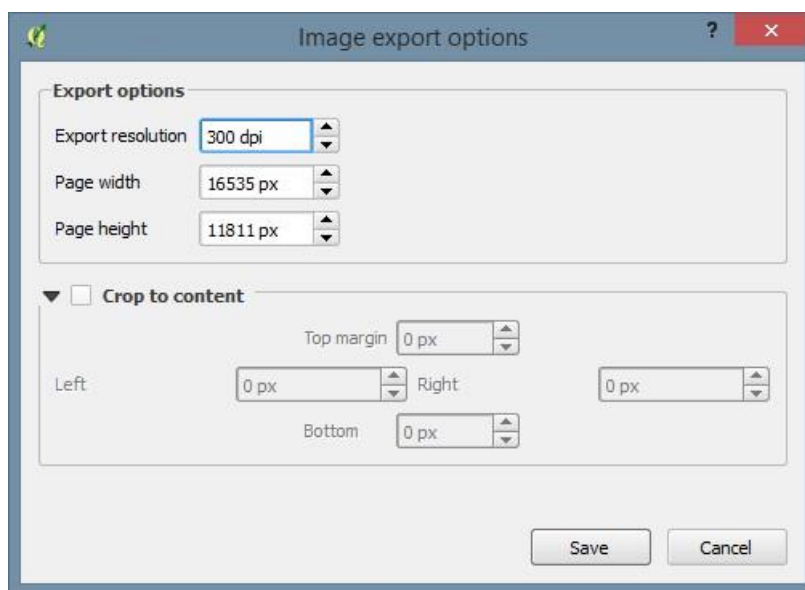


Εικόνα 46: Οι εντολές "Move item, Add image, Add label, Add scalebar, Add attribute table" που χρησιμοποιήθηκαν στην σύνθεση του χάρτη

Τέλος, αφού τελειώσει η επεξεργασία των στοιχείων και η σύνθεση του χάρτη, το QGIS μας δίνει την δυνατότητα να εξαγάγουμε τον χάρτη είτε σε μορφή εικόνας (jpeg), είτε ως έγγραφο pdf (Εικόνα 47). Στην συγκεκριμένη εργασία επιλέχθηκε η μορφή εικόνας (jpeg), όπου δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε τόσο την ανάλυση της εικόνας, όσο και το μέγεθος αυτής, αλλά και τυχόν περιθώρια (Εικόνα 48).



Εικόνα 47: Εξαγωγή συνθέσεως χάρτη ως jpeg



Εικόνα 48: Επιλογές εξαγωγής χάρτη ως εικόνα

## 3.4 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ (3D)

### 3.4.1 Δημιουργία DEM

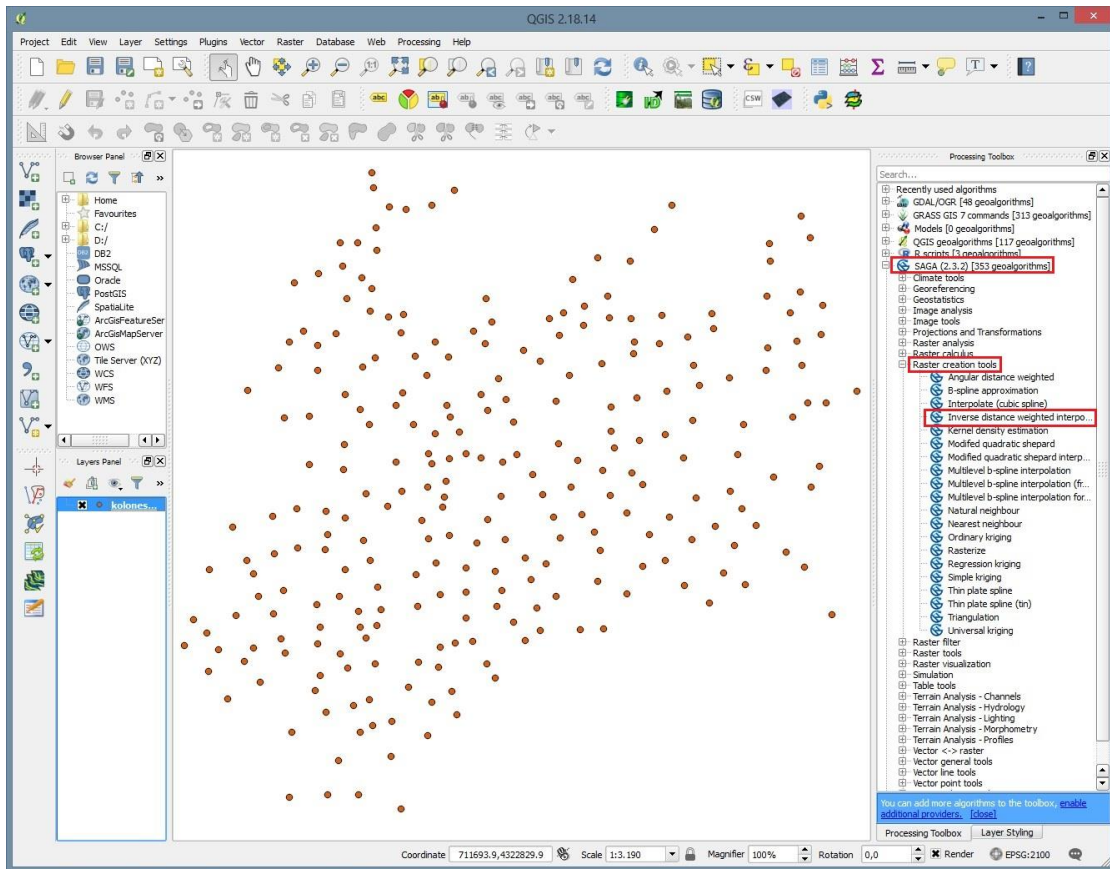
Για την σχεδίαση της τρισδιάστατης προβολής θα πρέπει αρχικά να δημιουργηθεί το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM) της περιοχής μελέτης. Έτσι, για την κατασκευή του DEM χρησιμοποιήθηκε μια από τις μεθόδους χωρικής παρεμβολής. Μέσω του μενού “Processing Toolbox” παρέχεται μεγάλη γκάμα μεθόδων χωρικής παρεμβολής. Σε όλες τις μεθόδους καθορίζονται οι εξής βασικές παράμετροι (Εικόνα 50α ,50β):

- το θεματικό επίπεδο των αρχικών σημείων (Points)
- το πεδίο του επιπέδου που περιέχει τις τιμές του φαινομένου (Attribute)
- το βήμα του παραγόμενου μοντέλου (Cell size)
- η έκταση του παραγόμενου μοντέλου (output extent) <sup>[15]</sup>

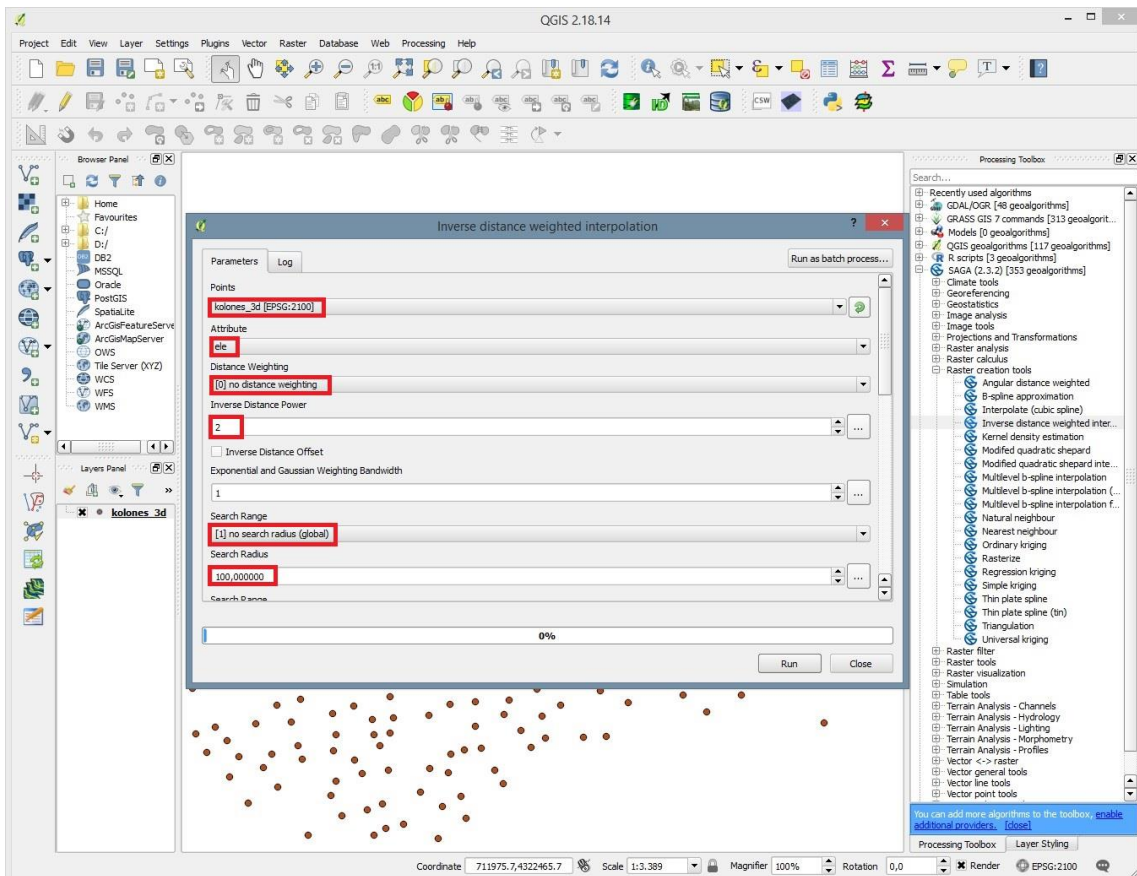
Όμως, στην παρούσα πτυχιακή χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος “Inverse Distance Weighted interpolation-IDW” (Εικόνα 49). Χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι οι άγνωστες τιμές υπολογίζονται από ένα γραμμικό συνδυασμό των τιμών σε γνωστά σημεία. Η επιρροή ενός γνωστού σημείου είναι αντιστρόφως ανάλογη στην απόσταση από τη μη μετρούμενη θέση άγνωστου σημείου που βρίσκεται υπό εκτίμηση. Πιο απλά, η μέθοδος IDW βασίζεται στην υπόθεση ότι οι κοντινές τιμές είναι περισσότερο όμοιες από εκείνες που βρίσκονται μακριά.<sup>[16]</sup> Για τη μέθοδο “IDW”, ορίζονται περαιτέρω οι εξής παράμετροι (Εικόνα 50α ,50β και 50γ ):

- Στάθμιση απόστασης (Distance weighting)
- Δύναμη αντιστρόφου απόστασης (Inverse distance power)
- Περιοχή αναζήτησης σημείων (Search range)
- Ακτίνα αναζήτησης (Search radius)
- Πλήθος σημείων παρεμβολής (Number of points)
- Μέγιστο πλήθος σημείων (Maximum number of points)
- Ονομασία και θέση αποθήκευσης του παραγόμενου μοντέλου (Grid) <sup>[15]</sup>

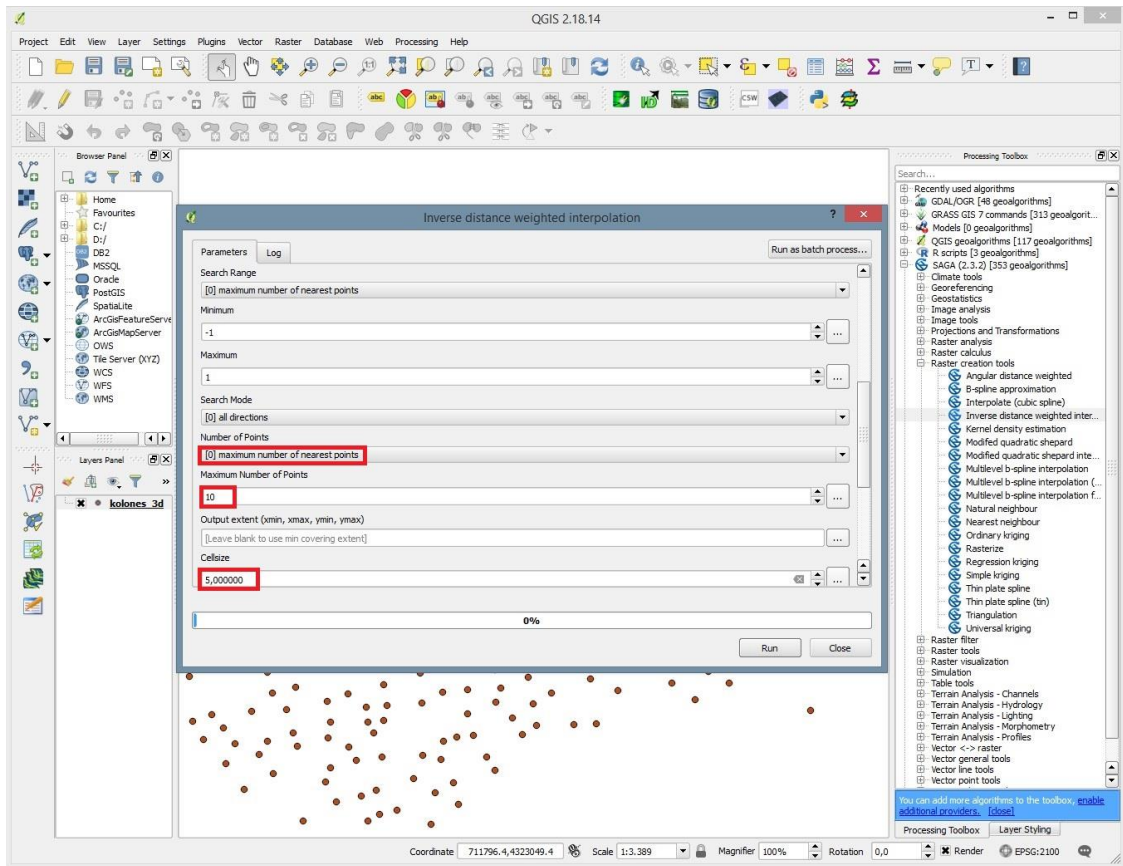
Από το “ProcessingToolbox” γίνεται η επιλογή του "IDW" (Εικόνα 49), όπου συμπληρώθηκαν οι παραπάνω παράμετροι όπως φαίνονται και στις παρακάτω εικόνες 50α ,50β και 50γ. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι ως σημεία στο πεδίο "Point", επιλέχθηκαν οι κολώνες της ΔΕΗ και στο πεδίο του "Attribute" η στήλη “elevation” που περιλαμβάνει το υψόμετρο της κάθε κολώνας, το οποίο προέκυψε από την καταγραφή μέσω GPS (Εικόνα 51α). Δηλαδή με την καταγραφή του κάθε σημείου, η εφαρμογή καταχωρούσε τις συντεταγμένες χ,γ καθώς και το υψόμετρο z, που βρίσκεται η κάθε κολώνα. Τέλος, με την επιλογή “Run” εμφανίζεται το DEM (Εικόνα 50γ). (pro.arcgis.com)



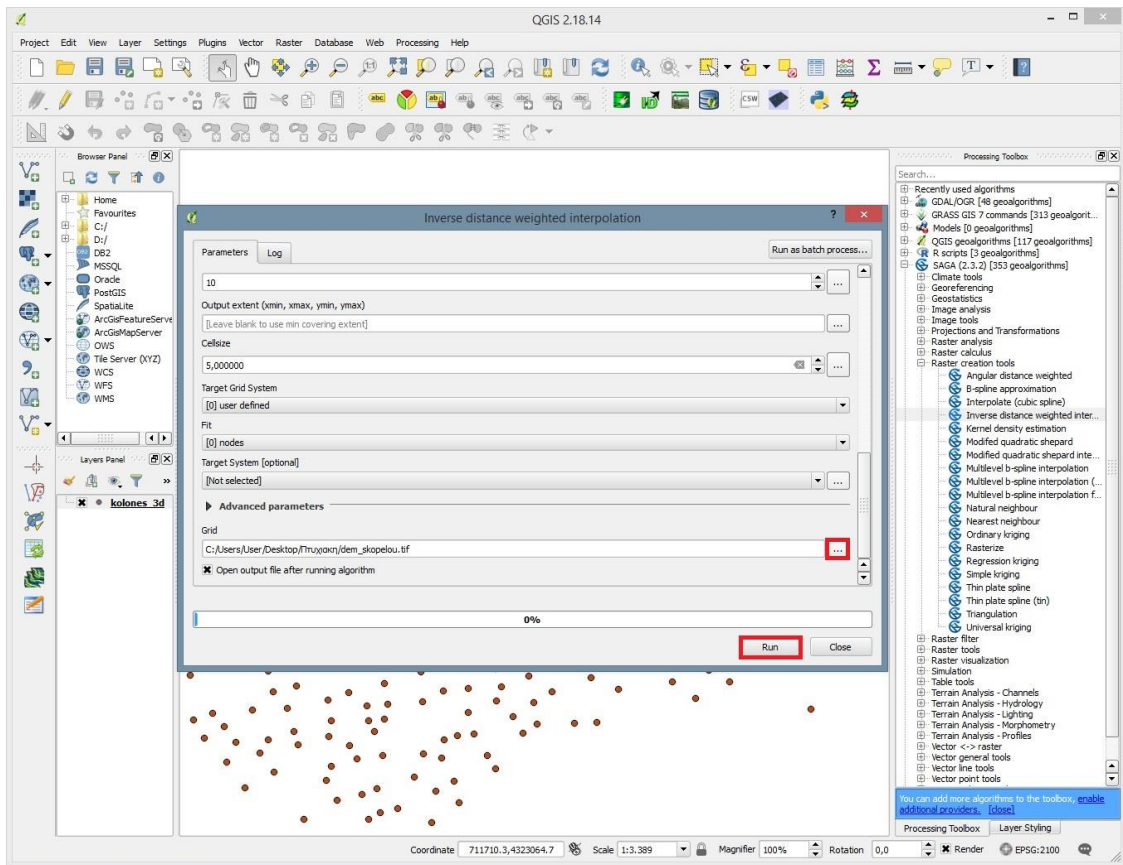
Εικόνα 49: Επιλογή της μεθόδου "Inverse Distance Weighted interpolation" για την δημιουργία του DEM



Εικόνα 50α: Διαδικασία δημιουργίας του dem(1)



Εικόνα 50β: Διαδικασία δημιουργίας του dem(2)



Εικόνα 50γ: Διαδικασία δημιουργίας του dem(3)

### 3.4.2 Ψηφιοποίηση οδικού δικτύου - οικισμών

Για την καλύτερη αναπαράσταση της περιοχής μελέτης έγινε ψηφιοποίηση του οδικού δικτύου και των οικισμών. Η ψηφιοποίηση του οδικού δικτύου πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα Google Earth. Η διαδικασία ψηφιοποίησης ξεκίνησε με την δημιουργία ενός νέου γραμμικού επιπέδου και συγκεκριμένα με την επιλογή “Προσθήκη διαδρομής” (Εικόνα 51). Μόλις, ολοκληρώθηκε η ψηφιοποίηση όλου του οδικού δικτύου, έγινε αποθήκευση του αρχείου σε kml και με την βοήθεια του QGIS μετατράπηκε σε μορφή shapfile. Στην συνέχεια, μέσω του προγράμματος QGIS δημιουργήθηκε στο “Attribute table” του shapfile με το οδικό δίκτυο μια νέα στήλη με όνομα “Τύπος Οδικού δικτύου”, όπου διαχωρίστηκε σε κυρίως και δευτερεύων δίκτυο.

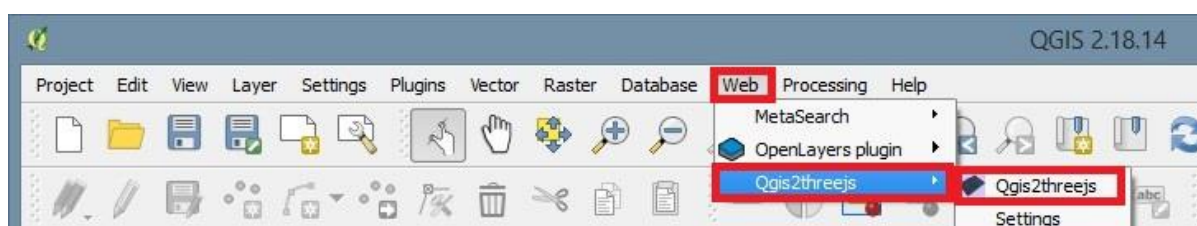


*Εικόνα 51: Τα εργαλεία “Προσθήκη Διαδρομής” και “Προσθήκη Πολυγώνου” που χρησιμοποιήθηκαν για την ψηφιοποίηση του οδικού δικτύου και των οικισμών*

Ακόμα, η ψηφιοποίηση των οικισμών πραγματοποιήθηκε και αυτή στο πρόγραμμα Google Earth. Η διαδικασία ξεκίνησε πατώντας την επιλογή “Προσθήκη Πολύγωνου” για κάθε έναν οικισμό (Εικόνα 51). Στην συνέχεια, ανάλογα με τον αριθμό των ορόφων του οικισμού, συμπληρώνονταν ο αντίστοιχος αριθμός στο πεδίο του ονόματος, ώστε όταν εισαχθεί το αρχείο με τους οικισμούς στο QGIS να εμφανίζεται στο “Attribute table” η στήλη αυτή. Τέλος, στο διαχωρισμό των οικισμών ανάλογα με τον αριθμό ορόφων, βοήθησε η εξοικείωση με την συγκεκριμένη περιοχή καθώς και το Google Earth μαζί με το εργαλείο street view, το οποίο επιτρέπει την προβολή πανοραμικών φωτογραφιών κατά μήκος του οδικού δικτύου.

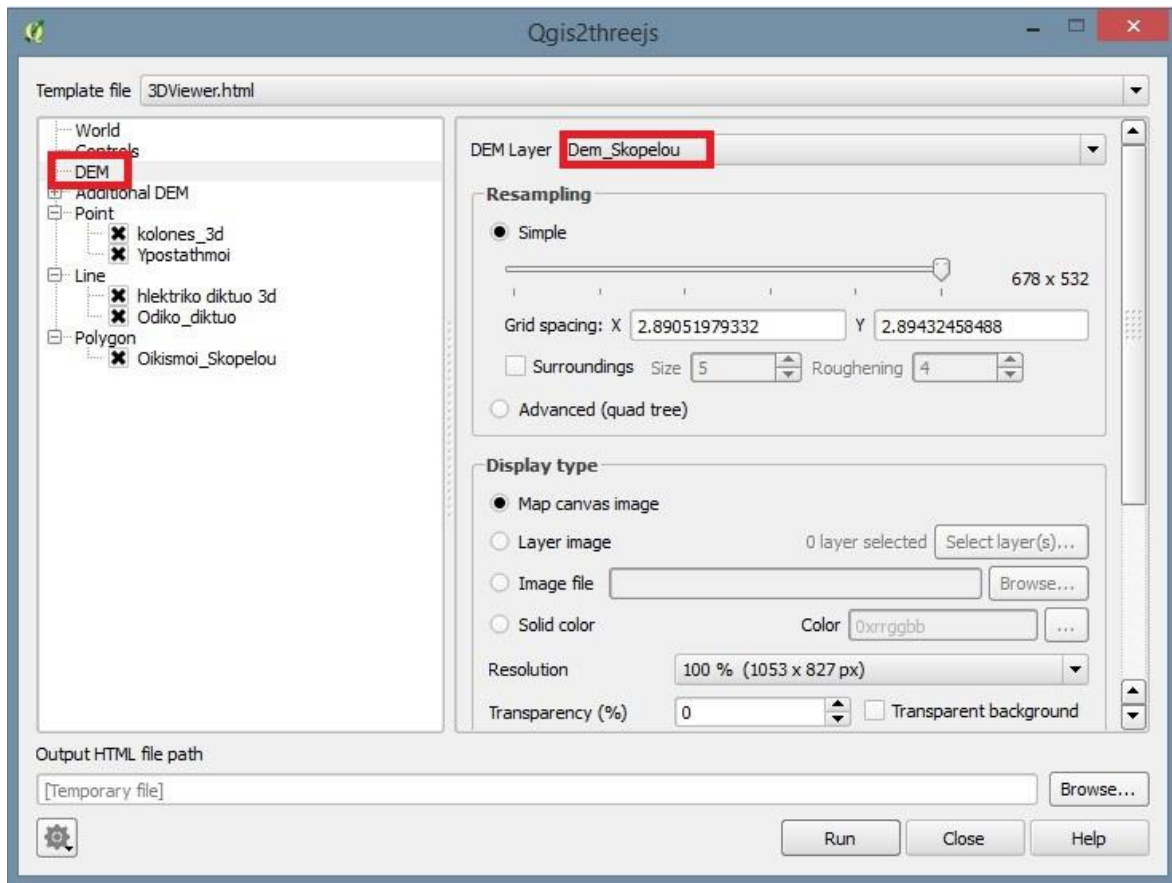
### 3.4.3 Δημιουργία της τρισδιάστατης οπτικοποίησης

Για την δημιουργία και απεικόνιση της τρισδιάστατης οπτικοποίησης του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της περιοχής του Σκοπέλου, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό QGIS και συγκεκριμένα το plugin "Qgis2threejs". Η εκκίνηση του πρόσθετου "Qgis2threejs" γίνεται από το μενού "Web" όπου εμφανίζεται η φόρμα ρύθμισης των παραμέτρων της πλάγιας όψης (Εικόνα 52). Μέσω του εργαλείου αυτού γίνεται η επιλογή του Ψηφιακού μοντέλου επιφάνειας (DEM), των σημειακών, πολυγωνικών και γραμμικών επιπέδων. Επίσης, το εργαλείο αυτό μας δίνει την δυνατότητα να προσθέσουμε τρισδιάστατα σύμβολα για πιο ρεαλιστικό αποτέλεσμα.<sup>[15]</sup>

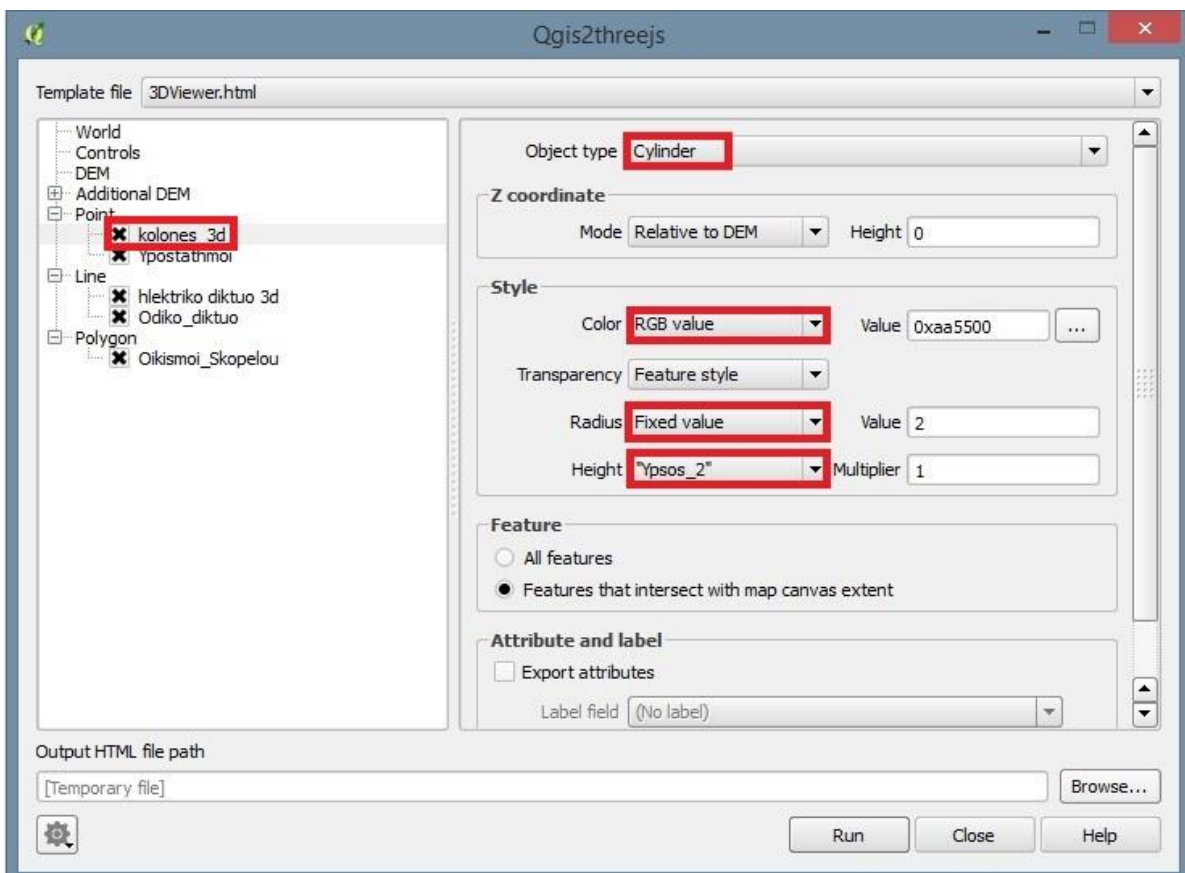


Εικόνα 52: Η εντολή "Qgis2threejs" για την δημιουργία της τρισδιάστατης απεικόνισης

Στην συνέχεια μέσω του plugin "Qgis2threejs" έγινε επιλογή του DEM και των σημείων (Εικόνα 53). Όσον αφορά τα σημεία(στυλοι) επιλέχθηκε το σχήμα, το χρώμα, το μέγεθος και το ύψος που θα εμφανίζονται στην τρισδιάστατη απεικόνιση (Εικόνα 54). Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για τους υποσταθμούς. Ακόμα έγινε προσθήκη του ηλεκτρικού δικτύου και ρυθμίστηκε το ύψος που θα εμφανίζεται, καθώς και ένα διαφορετικό χρώμα για κάθε γραμμή ανάλογα με τον υποσταθμό (Εικόνα 55). Μετέπειτα, επιλέγονται το οδικό δίκτυο και οι οικισμοί όπου ρυθμίζεται το σχήμα, το χρώμα και το ύψος ανάλογα με τον αριθμό ορόφων (Εικόνα 56,57). Τέλος, καθορίστηκε η θέση και το όνομα του αρχείου ιστοσελίδας όπου θα αποθηκευτεί το οπτικό αποτέλεσμα (Εικόνα 57). Με πάτημα στην επιλογή "Run" (Εικόνα 57), πραγματοποιείται η τρισδιάστατη προβολή όπου το τελικό αποτέλεσμα φαίνεται στο επόμενο κεφάλαιο σε μορφή εικόνας, προσανατολισμένη προς το Βορρά, το Νότο, την Δύση και την Ανατολή. Κατά την εμφάνιση της σκηνής της πλάγιας όψης, η γεωμετρία της διαμορφώνεται δυναμικά με τη βοήθεια του ποντικιού: η κίνηση με πατημένο το αριστερό πλήκτρο περιστρέφει την επιφάνεια, με πατημένο το δεξί τη μετακινεί και με τη ροδέλα κίνησης αυξομειώνει το βαθμό μεγέθυνσης.

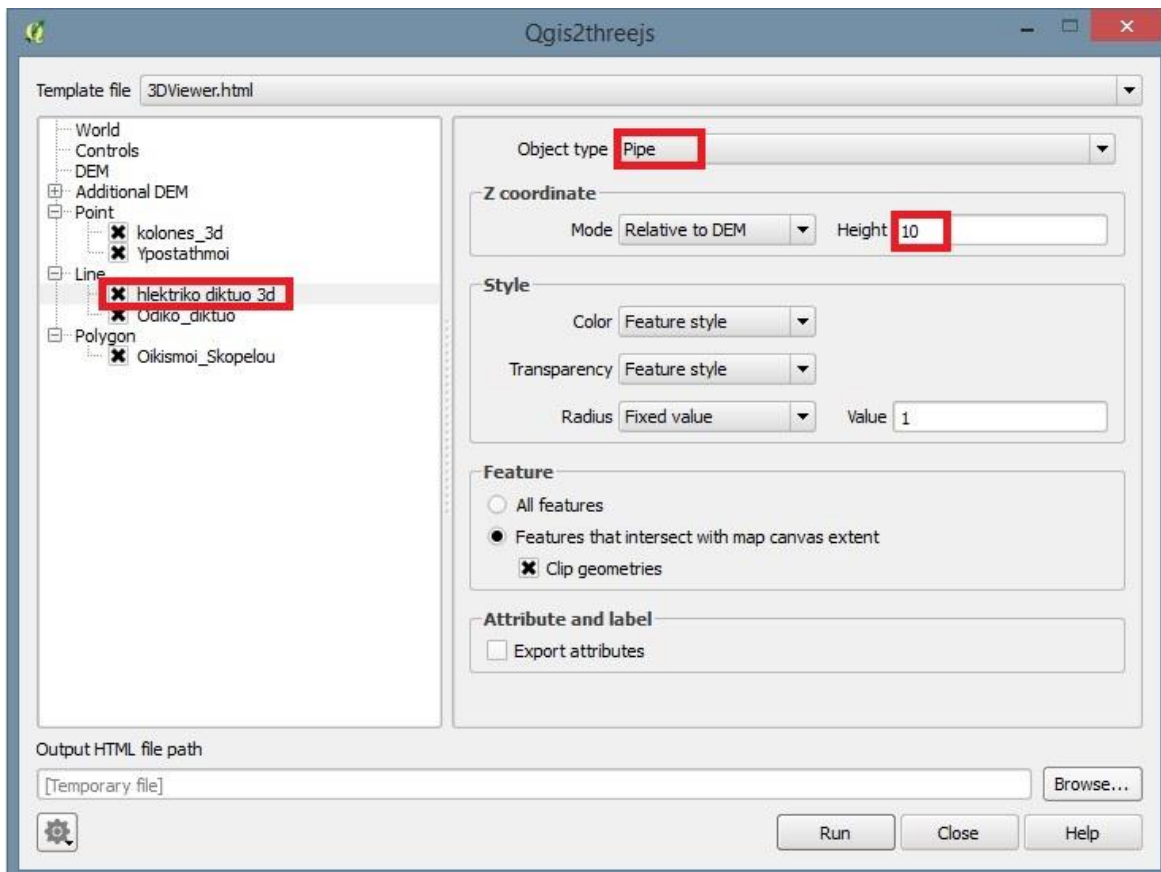


Εικόνα 53: Επιλογή του DEM

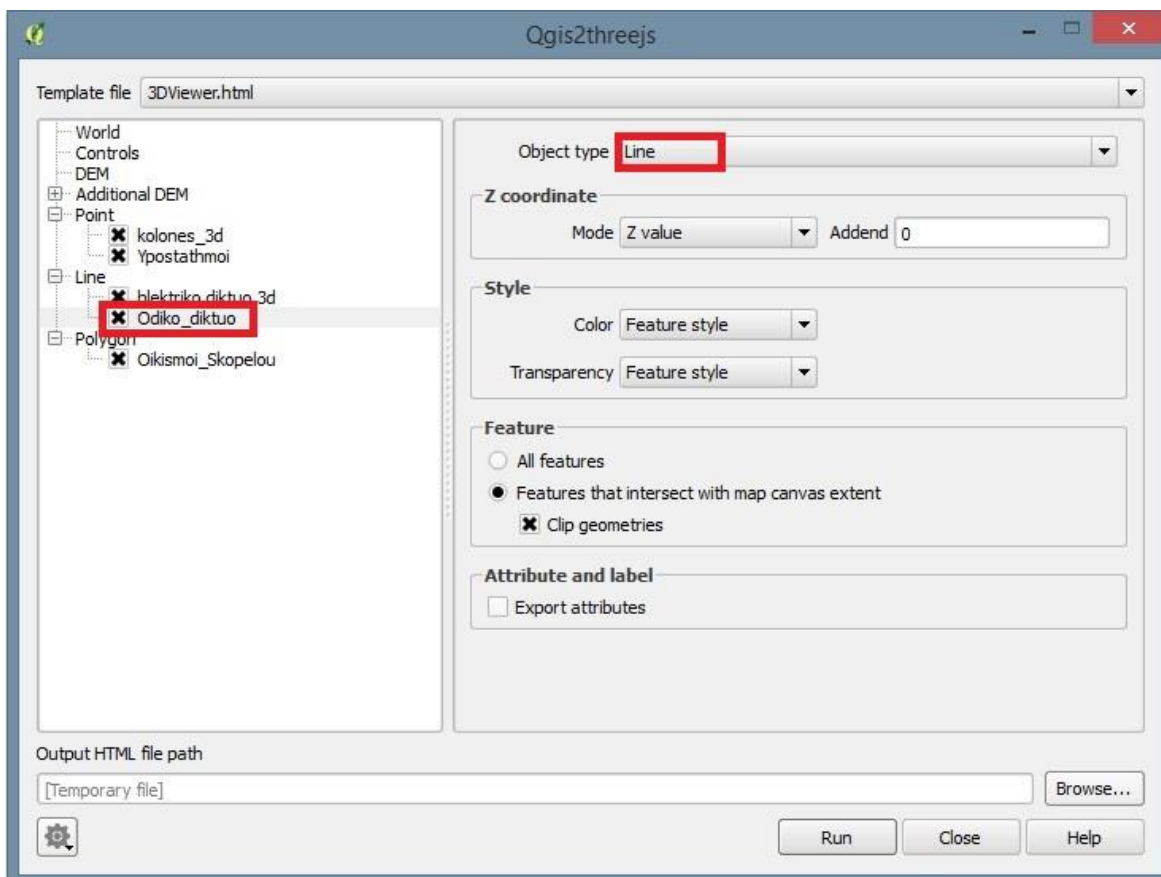


Εικόνα 54: Επιλογή σχήματος, χρώματος, μεγέθους και ύψος των στύλων

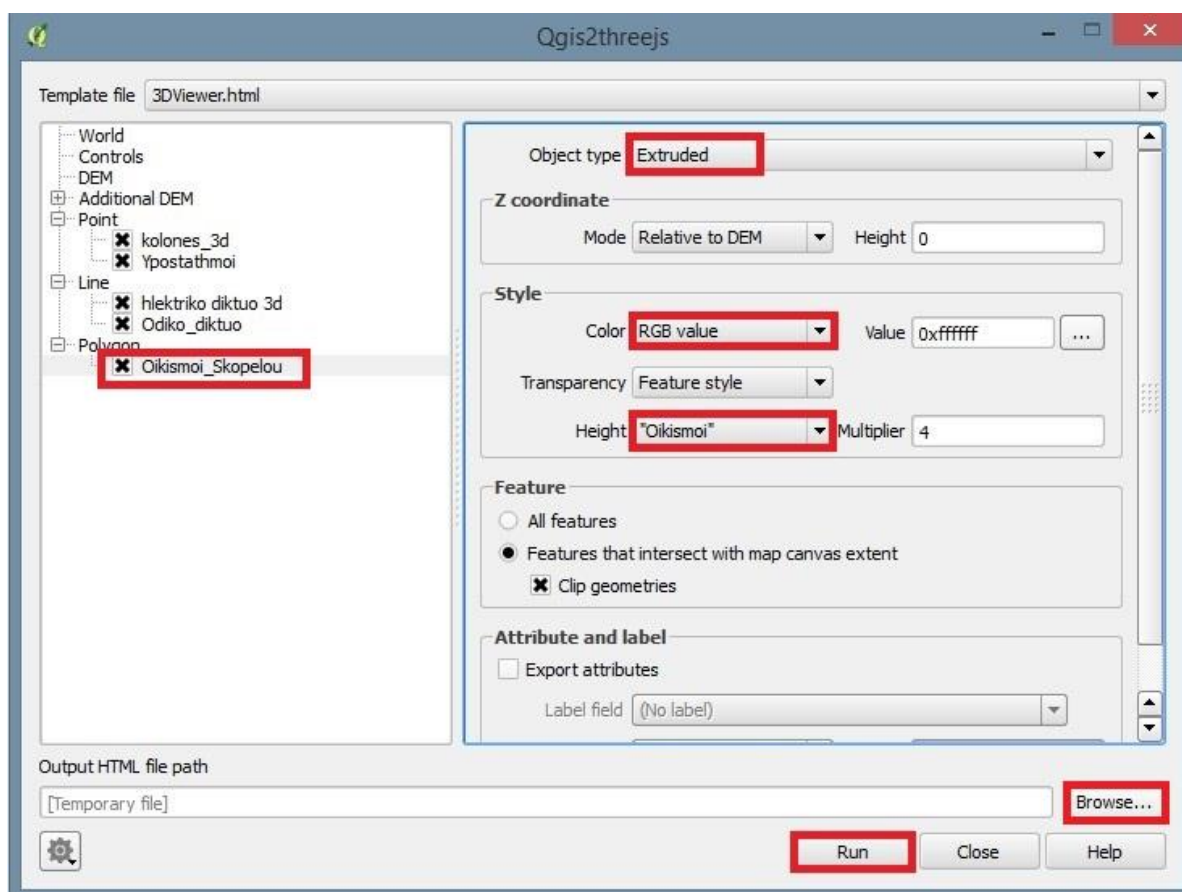




Εικόνα 55: Επιλογή σχήματος και ύψους του δικτύου



Εικόνα 56: Επιλογή σχήματος του οδικού δικτύου



Εικόνα 57: Επιλογή σχήματος, χρώματος και ύψος των οικισμών και η επιλογή “Run” για την δημιουργία της τρισδιάστατης προβολής

### 3.5 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ένα από τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίστηκε ήταν η επεξεργασία των σημείων από την καταγραφή με GPS. Τα σημεία τα οποία καταγράφηκαν μέσω GPS, είχαν απόκλιση από τις πραγματικές τους θέσεις. Για αυτό το λόγο ήταν απαραίτητο η μετακίνηση αυτών των σημείων στην πραγματική τους θέση από το λογισμικό QGIS. Έτσι μετακινήθηκαν τα σημεία στην σωστή τοποθεσία με την βοήθεια του ψηφιακού υποβάθρου του χάρτη της Google, του street view και των φωτογραφιών που τραβήχτηκαν για κάθε στύλο στο πεδίο. Επίσης, κατά την διάρκεια της καταγραφής με GPS υπήρχαν κολώνες οι οποίες δεν καταγράφηκαν. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάποιες κολώνες είχαν τοποθετηθεί σε δύσβατη ή περιφραγμένη περιοχή, με αποτέλεσμα η προσέγγισή τους να είναι αδύνατη. Για την λύση του ζητήματος αυτού ψηφιοποιήθηκαν μέσω του QGIS με την βοήθεια του “Google Satellite” και του σχεδίου.

Ακόμη, δυσκολία προέκυψε κατά την διαδικασία καταχώρησης των στοιχείων των στύλων και του δικτύου από το αρχικό σχέδιο στο “Attribute table” των δυο shapefile. Το σχέδιο το οποίο δόθηκε

από το ΔΕΔΔΗΕ, είχε σαρωθεί από scanner, καθώς έπρεπε να μετατραπεί σε ψηφιακή μορφή. Με την σάρωση ένα μέρος της ανάλυσης του αρχείου χάνεται στο εξαγόμενο αρχείο, με αποτέλεσμα σε κάποια σημεία, να μην ήταν δυνατή η ανάγνωση ορισμένων στοιχείων. Η δυσκολία αυτή ξεπεράστηκε με ορισμένες συναντήσεις με τον κ. Κωνσταντίνου, ο οποίος εργάζεται στα γραφεία της ΔΕΔΔΗΕ Λέσβου, όπου με την βοήθεια του λύθηκαν όλες οι απορίες σχετικά με το σχέδιο.

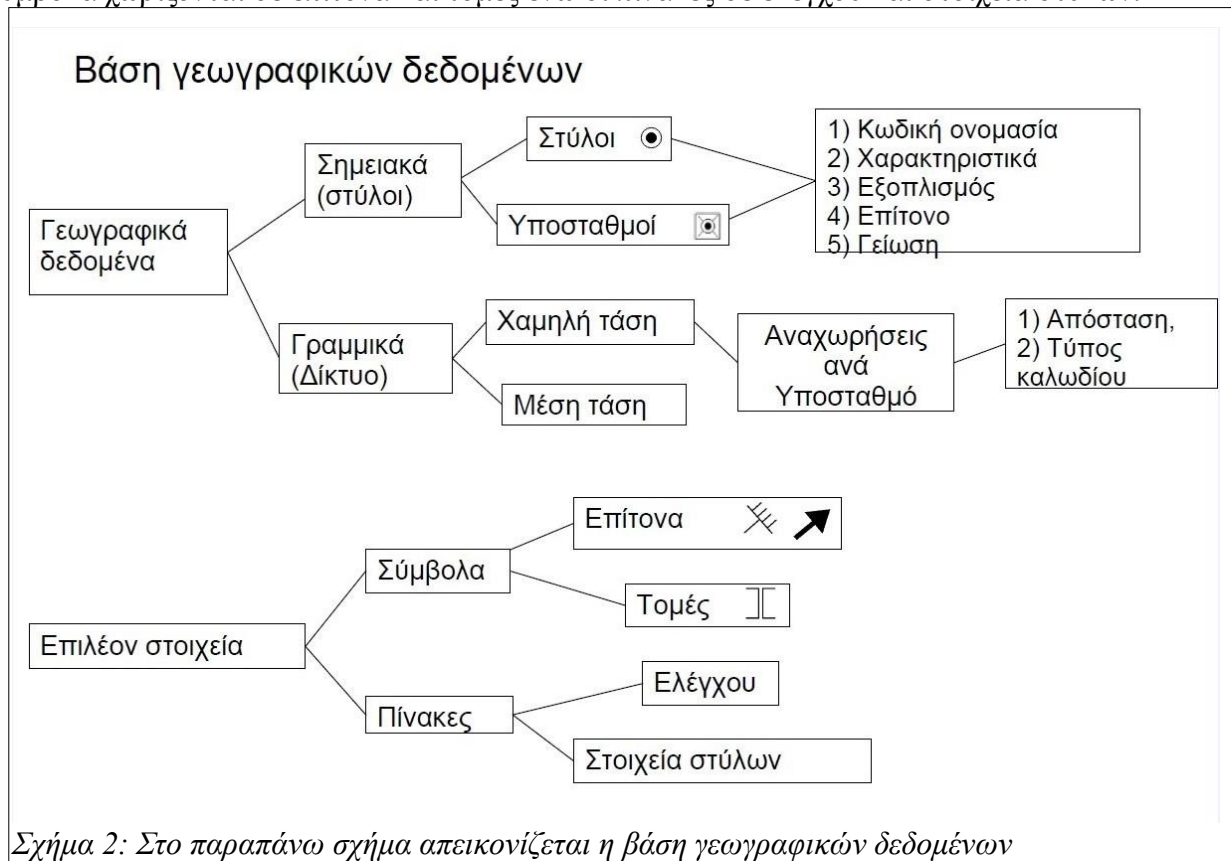
### 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της πτυχιακής εργασίας που προέκυψαν με βάση την παραπάνω μεθοδολογία, αποτελούν η βάση των γεωγραφικών δεδομένων, η δισδιάστατη και η τρισδιάστατη οπτικοποίηση του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της περιοχής του Σκοπέλου.

#### 4.1 Βάση γεωγραφικών δεδομένων

Η βάση δεδομένων (Σχήμα 2) που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του χάρτη ηλεκτροδότησης της περιοχής του Σκοπέλου, αποτελείται από σημειακά και γραμμικά γεωγραφικά δεδομένα. Τα σημειακά δεδομένα αφορούν τους στύλους οι οποίοι χωρίζονται σε απλούς στύλους και υποσταθμούς με τα αντίστοιχα σύμβολα και στην συνέχεια γίνεται καταχώρηση 1) της κωδικής ονομασίας, 2) των χαρακτηριστικών, 3) του εξοπλισμού, 4) του επίτονου και 5) της γείωσης. Αντίθετα τα γραμμικά δεδομένα αφορούν το δίκτυο το οποίο χωρίζεται σε χαμηλή και μέση τάση. Η χαμηλή τάση χωρίστηκε σε αναχωρήσεις ανά υποσταθμό και στην συνέχεια καταχωρήθηκαν η απόσταση και ο τύπος καλωδίου.

Επίσης, έγινε προσθήκη επιπλέον στοιχείων τα οποία αποτελούν τα σύμβολα και οι πίνακες. Τα σύμβολα χωρίζονται σε επίτονα και τομές ενώ οι πίνακες σε ελέγχου και στοιχεία στύλων.



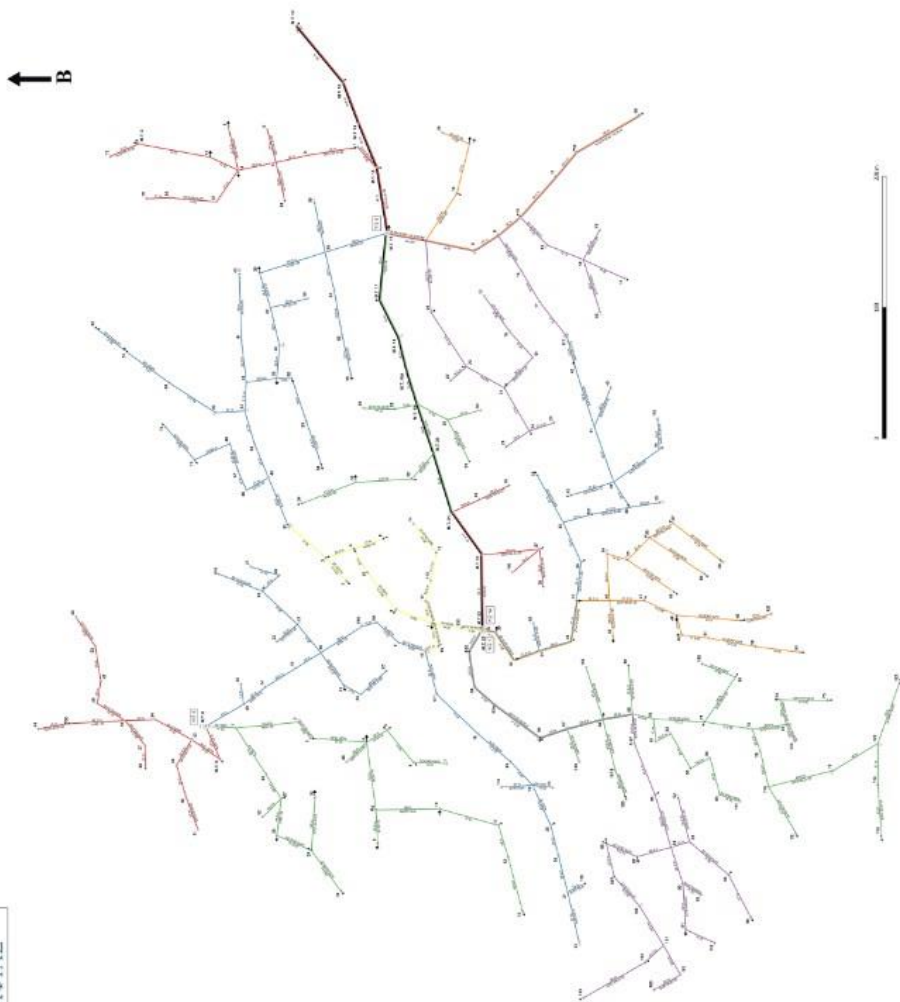
Σχήμα 2: Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζεται η βάση γεωγραφικών δεδομένων

## 4.2 Δισδιάστατη οπτικοποίηση

Στον παρακάτω χάρτη απεικονίζεται το δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης ηλεκτρικής ενέργειας του Σκοπέλου, Λέσβου σε κλίμακα 1:1.000 (Χάρτης 6).

Όπως παρατηρείται και στο χάρτη τα σημεία απεικονίζουν τις κολώνες και οι γραμμές το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Κοντά σε κάθε σημείο έχει τοποθετεί η κωδική ονομασία του κάθε στύλου καθώς και στις γραμμές, πληροφορίες για την απόσταση και τον τύπο καλωδίου. Κάθε διαφορετικό χρώμα υποδηλώνει και μια αναχώρηση δικτύου ενώ με μαύρο διακρίνεται το δίκτυο μέσης τάσης. Ακόμα στο κάτω μέρος του χάρτη υπάρχουν οι πίνακες ελέγχου που δείχνουν τις αναχωρήσεις ανά υποσταθμό. Επίσης, στο σχέδιο απεικονίζονται τα επίτονα και οι τομές με τα αντίστοιχα σύμβολα. Τέλος, στα δεξιά του χάρτη υπάρχουν πίνακες με τα στοιχεία-πληροφορίες του κάθε στύλου ανά υποσταθμό. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν ο αριθμός που υποδηλώνει την κωδική ονομασία του στύλου, τα χαρακτηριστικά (ύψος, βάθος, και τύπος), ο εξοπλισμός, το επίτονο και η γείωση.

ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ - ΣΚΟΠΕΛΟΥ



ΥΠ. 10 ΚΙΛΟΒΟΛΤ		ΥΠ. 15 ΚΙΛΟΒΟΛΤ		ΥΠ. 20 ΚΙΛΟΒΟΛΤ		ΥΠ. 25 ΚΙΛΟΒΟΛΤ	
ΑΡΙΘΜΟΣ	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
1	1000	1	1000	1	1000	1	1000
2	1000	2	1000	2	1000	2	1000
3	1000	3	1000	3	1000	3	1000
4	1000	4	1000	4	1000	4	1000
5	1000	5	1000	5	1000	5	1000
6	1000	6	1000	6	1000	6	1000
7	1000	7	1000	7	1000	7	1000
8	1000	8	1000	8	1000	8	1000
9	1000	9	1000	9	1000	9	1000
10	1000	10	1000	10	1000	10	1000
11	1000	11	1000	11	1000	11	1000
12	1000	12	1000	12	1000	12	1000
13	1000	13	1000	13	1000	13	1000
14	1000	14	1000	14	1000	14	1000
15	1000	15	1000	15	1000	15	1000
16	1000	16	1000	16	1000	16	1000
17	1000	17	1000	17	1000	17	1000
18	1000	18	1000	18	1000	18	1000
19	1000	19	1000	19	1000	19	1000
20	1000	20	1000	20	1000	20	1000
21	1000	21	1000	21	1000	21	1000
22	1000	22	1000	22	1000	22	1000
23	1000	23	1000	23	1000	23	1000
24	1000	24	1000	24	1000	24	1000
25	1000	25	1000	25	1000	25	1000
26	1000	26	1000	26	1000	26	1000
27	1000	27	1000	27	1000	27	1000
28	1000	28	1000	28	1000	28	1000
29	1000	29	1000	29	1000	29	1000
30	1000	30	1000	30	1000	30	1000
31	1000	31	1000	31	1000	31	1000
32	1000	32	1000	32	1000	32	1000
33	1000	33	1000	33	1000	33	1000
34	1000	34	1000	34	1000	34	1000
35	1000	35	1000	35	1000	35	1000
36	1000	36	1000	36	1000	36	1000
37	1000	37	1000	37	1000	37	1000
38	1000	38	1000	38	1000	38	1000
39	1000	39	1000	39	1000	39	1000
40	1000	40	1000	40	1000	40	1000
41	1000	41	1000	41	1000	41	1000
42	1000	42	1000	42	1000	42	1000
43	1000	43	1000	43	1000	43	1000
44	1000	44	1000	44	1000	44	1000
45	1000	45	1000	45	1000	45	1000
46	1000	46	1000	46	1000	46	1000
47	1000	47	1000	47	1000	47	1000
48	1000	48	1000	48	1000	48	1000
49	1000	49	1000	49	1000	49	1000
50	1000	50	1000	50	1000	50	1000
51	1000	51	1000	51	1000	51	1000
52	1000	52	1000	52	1000	52	1000
53	1000	53	1000	53	1000	53	1000
54	1000	54	1000	54	1000	54	1000
55	1000	55	1000	55	1000	55	1000
56	1000	56	1000	56	1000	56	1000
57	1000	57	1000	57	1000	57	1000
58	1000	58	1000	58	1000	58	1000
59	1000	59	1000	59	1000	59	1000
60	1000	60	1000	60	1000	60	1000
61	1000	61	1000	61	1000	61	1000
62	1000	62	1000	62	1000	62	1000
63	1000	63	1000	63	1000	63	1000
64	1000	64	1000	64	1000	64	1000
65	1000	65	1000	65	1000	65	1000
66	1000	66	1000	66	1000	66	1000
67	1000	67	1000	67	1000	67	1000
68	1000	68	1000	68	1000	68	1000
69	1000	69	1000	69	1000	69	1000
70	1000	70	1000	70	1000	70	1000
71	1000	71	1000	71	1000	71	1000
72	1000	72	1000	72	1000	72	1000
73	1000	73	1000	73	1000	73	1000
74	1000	74	1000	74	1000	74	1000
75	1000	75	1000	75	1000	75	1000
76	1000	76	1000	76	1000	76	1000
77	1000	77	1000	77	1000	77	1000
78	1000	78	1000	78	1000	78	1000
79	1000	79	1000	79	1000	79	1000
80	1000	80	1000	80	1000	80	1000
81	1000	81	1000	81	1000	81	1000
82	1000	82	1000	82	1000	82	1000
83	1000	83	1000	83	1000	83	1000
84	1000	84	1000	84	1000	84	1000
85	1000	85	1000	85	1000	85	1000
86	1000	86	1000	86	1000	86	1000
87	1000	87	1000	87	1000	87	1000
88	1000	88	1000	88	1000	88	1000
89	1000	89	1000	89	1000	89	1000
90	1000	90	1000	90	1000	90	1000
91	1000	91	1000	91	1000	91	1000
92	1000	92	1000	92	1000	92	1000
93	1000	93	1000	93	1000	93	1000
94	1000	94	1000	94	1000	94	1000
95	1000	95	1000	95	1000	95	1000
96	1000	96	1000	96	1000	96	1000
97	1000	97	1000	97	1000	97	1000
98	1000	98	1000	98	1000	98	1000
99	1000	99	1000	99	1000	99	1000
100	1000	100	1000	100	1000	100	1000

Δίκτυο ΜΤ & ΧΤ ΥΠ. 10-15-20-25 Κιλοβόλτ  
ΑΙΓΙΟΝ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΑΕ-6211  
19N - 95A

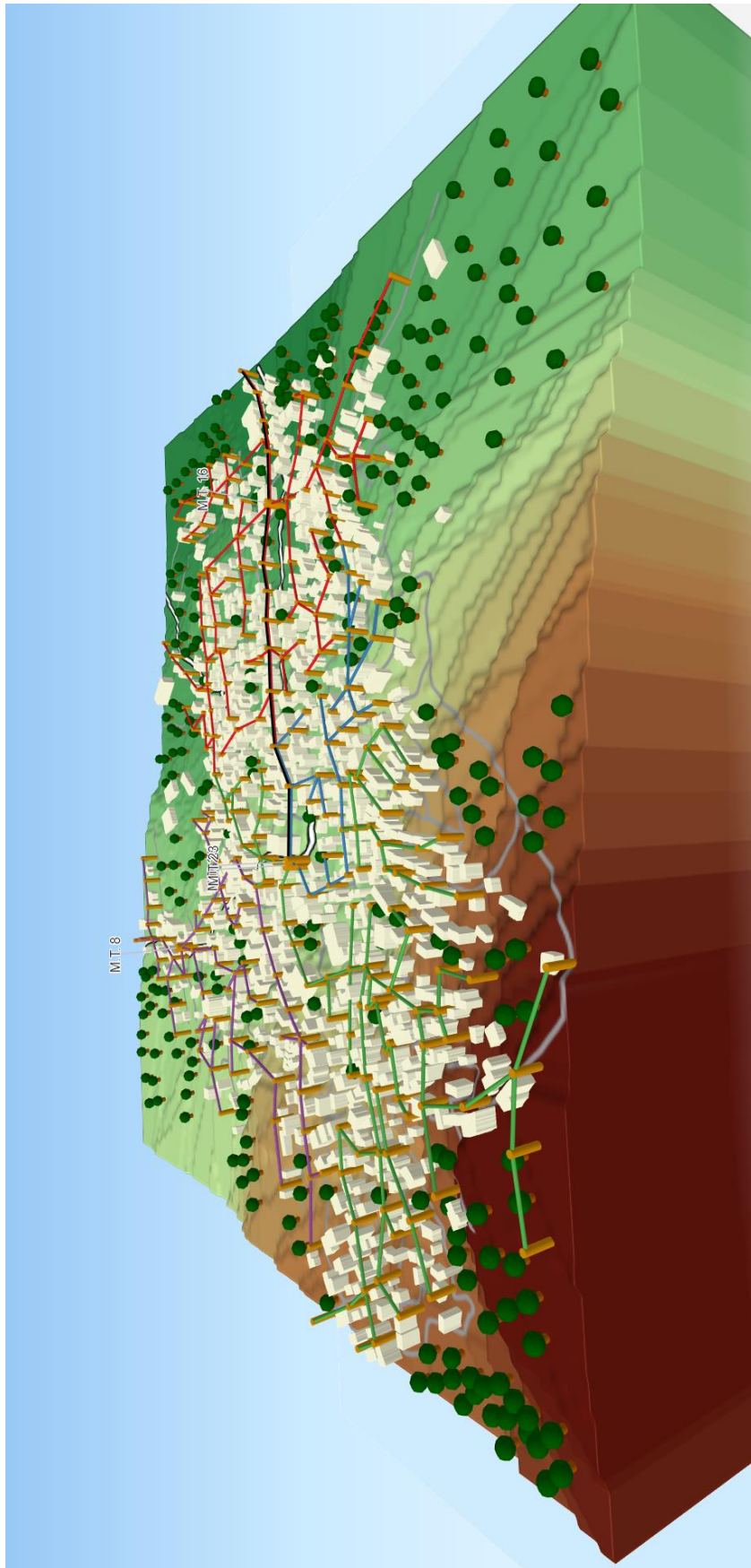
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ



Χάρτης 6: Στο χάρτη παρουσιάζεται το δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης ηλεκτρικής ενέργειας του Σκοπέλου Λέσβου

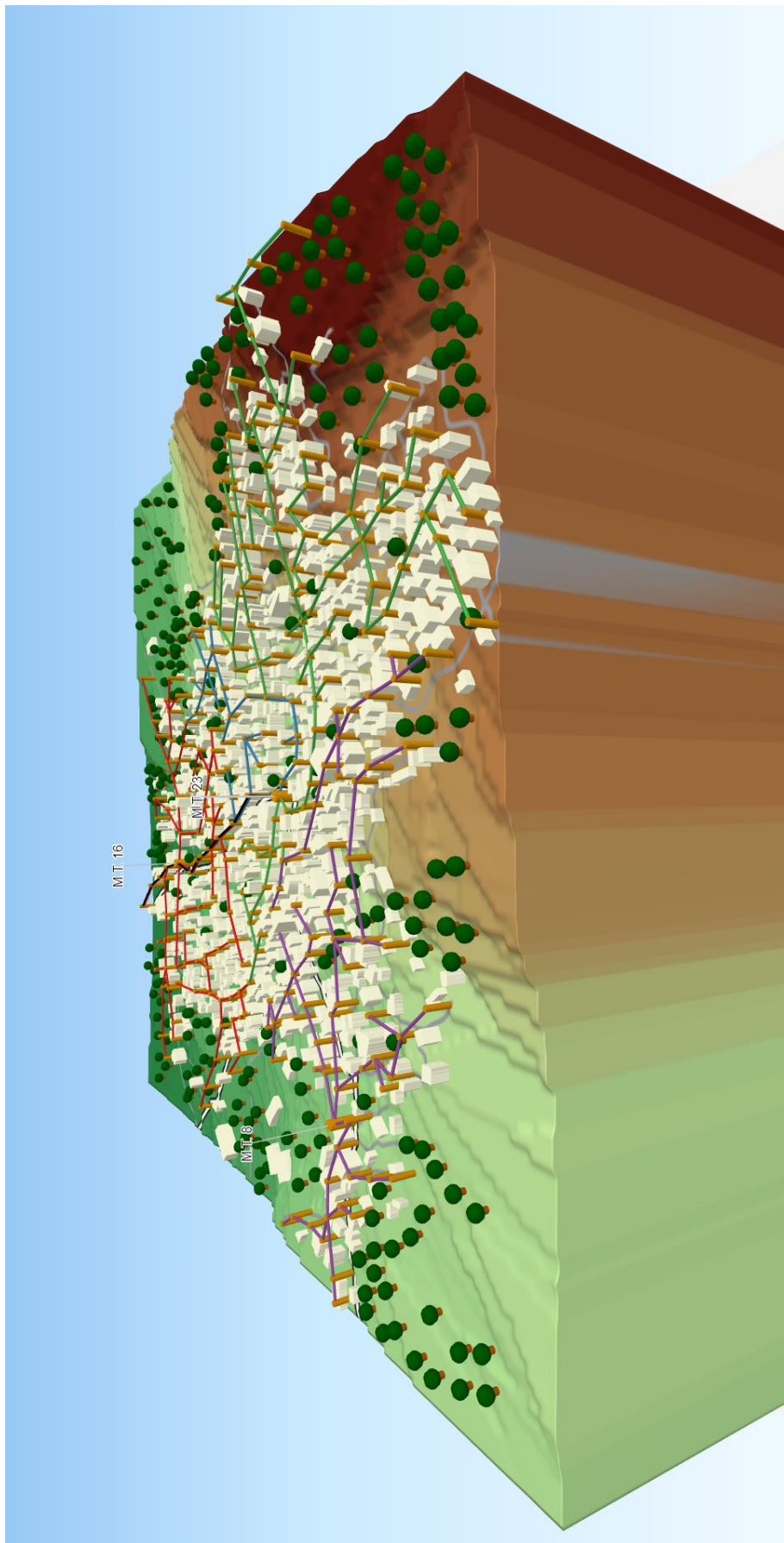
### 4.3 Τρισδιάστατη οπτικοποίηση

Παρακάτω παρατίθενται εικόνες από την τρισδιάστατη οπτικοποίηση του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας του οικισμού του Σκοπέλου. Οι στύλοι παρουσιάζονται σε κυλινδρικό σχήμα, καφέ χρώματος ενώ οι υποσταθμοί απεικονίζονται με το αντίστοιχο σχήμα με μεγαλύτερο μέγεθος καθώς και με ετικέτα με την κωδική ονομασία του. Ακόμα το δίκτυο εδώ είναι χωρισμένο ανά υποσταθμό. Το κάθε διαφορετικό χρώμα συμβολίζει και τον υποσταθμό στον οποίο ανήκει. Τα δίκτυα που ανήκουν στον Υποσταθμό 1 (MT 23) συμβολίζονται με πράσινο χρώμα, αυτά που ανήκουν στον Υποσταθμό 1A (MT 23) με ανοιχτό μπλε χρώμα, ο Υποσταθμός 3 (MT 8) με μοβ και ο Υποσταθμός 4 (MT 16) με κόκκινο. Τέλος, το δίκτυο της μέσης τάσης απεικονίζεται με μαύρο χρώμα. Επίσης διακρίνονται τα κτίρια του χωριού με λευκό χρώμα καθώς και το οδικό δίκτυο, το οποίο είναι χωρισμένο σε κύριο με λευκή έντονη διαγράμμιση και δευτερεύων με λεπτότερη διαγράμμιση γκρι χρώματος. Η πρώτη εικόνα είναι προσανατολισμένη στο Βορρά (Εικόνα 58), η δεύτερη στη Δύση (Εικόνα 59), η τρίτη στο Νότο (Εικόνα 60) και η τέταρτη στην Ανατολή (Εικόνα 61).



*Εικόνα 58: Η τρισδιάστατη προβολή του δικτύου ηλεκτροδότησης του Σκοπέλου προσανατολισμένη προς το Βορρά.*





Εικόνα 59: Η τρισδιάστατη προβολή του δικτύου ηλεκτροδότησης του Σκοπέλου προσανατολισμένη προς τη Δύση



Εικόνα 60: Η τρισδιάστατη προβολή του δικτύου ηλεκτροδότησης του Σκοπέλου προσανατολισμένη προς το Νότο



*Εικόνα 61: Η τρισδιάστατη προβολή του δικτύου ηλεκτροδότησης του Σκοπέλου προσανατολισμένη προς την Ανατολή*

### 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε η χαρτογράφηση και η τρισδιάστατη οπτικοποίηση του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης ηλεκτρικής ενέργειας της περιοχής του Σκοπέλου, με την χρήση των ΓΣΠ. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποτελούν ένα νέο κομμάτι της επιστήμης της Πληροφορικής το οποίο όμως συνδυάζει – απαιτεί και ένα σύνολο γνώσεων από άλλες επιστήμες για την λειτουργία τους. Η ραγδαία ανάπτυξη της επιστήμης της Πληροφορικής είναι αυτή που έχει συμβάλλει περισσότερο από κάθε άλλη επιστήμη στην ανάπτυξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Στην συγκεκριμένη εργασία με τις απαραίτητες γνώσεις από όλα τα χρόνια στο πανεπιστήμιο, τα GIS βοήθησαν σημαντικά στην εκπόνηση της πτυχιακή εργασίας. Το αποτέλεσμα της εργασίας αυτής έχει πολλά οφέλη για τους τεχνικούς που εργάζονται στην ΔΕΗ άλλα και όσους σχετίζονται άμεσα με αυτό.

Κατά την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα. Αρχικά, ο χάρτης είναι πιο κατανοητός σε σχέση με το αρχικό σχέδιο το οποίο ήταν χειρόγραφο, γιατί τα στοιχεία εμφανίζονται καταχωρημένα σε πίνακα και διακρίνονται με μεγαλύτερη ευκολία, και το σημαντικότερο ότι υπάρχουν συντεταγμένες για κάθε σημείο, κάτι το οποίο δεν υπήρχε στο αρχικό σχέδιο. Τα σημεία βρίσκονται στην πραγματική τους θέση και έτσι είναι πιο εύκολο για τους τεχνικούς να κατατοπίζονται στο χώρο με ακρίβεια. Επίσης, ο χάρτης υπάρχει σε ψηφιακή μορφή και έτσι μπορεί να μελετηθεί από οποιαδήποτε "έξυπνη" κινητή συσκευή, σε οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες. Τέλος, με την δημιουργία αυτού του χάρτη μέσω του λογισμικού QGIS, η αναθεώρηση και η διόρθωση κάποιου τμήματος του μπορεί να πραγματοποιηθεί πολύ πιο εύκολα και γρήγορα.

Η τρισδιάστατη απεικόνιση είναι μια αναπαράσταση της πραγματικότητας, που τα τελευταία χρόνια λόγω της θεαματικής αύξησης των δυνατοτήτων των ηλεκτρονικών υπολογιστών τόσο σε υλικό (hardware) όσο και σε λογισμικό (software) έχει επηρεάσει θετικά σε μεγάλο βαθμό τις δυνατότητες της τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Έτσι η χρήση της τρισδιάστατης απεικόνισης του γεωγραφικού χώρου, των οικισμών και του δικτύου της περιοχής μελέτης, αυξάνει το βαθμό ρεαλισμού και είναι φιλική προς τον παρατηρητή, λόγω της απόδοσης του εδαφικού αναγλύφου, των κτηρίων και του ηλεκτρικού δικτύου. Δηλαδή, δίνεται η δυνατότητα στο παρατηρητή να περιηγηθεί σε οποιοδήποτε σημείο θελήσει και από διάφορες οπτικές γωνίες, σχηματίζοντας μια πιο ολοκληρωμένη άποψη σχετικά με το δίκτυο. Σε αντίθεση με τους δισδιάστατους χάρτες οι οποίοι αποτελούν τα κύρια δεδομένα της εργασίας και της τρισδιάστατης απεικόνισης του δικτύου, οπτικά

εμφανίζουν έμφαση στο τρόπο με τον οποίο κατανέμεται το δίκτυο ανά υποσταθμό στην περιοχή μελέτης και δίνουν την δυνατότητα προσομοίωσης και με ένα τρόπο φέρνουν το παρατηρητή πιο κοντά. Δηλαδή, συμπεραίνεται πως η τρισδιάστατη απεικόνιση σε σχέση με ένα δισδιάστατο χάρτη ή σχέδιο, προσφέρει περισσότερες λεπτομέρειες και είναι περισσότερο κατανοητή και φιλική προς το παρατηρητή, με αποτέλεσμα να δίνονται απαντήσεις σε σημαντικές αποφάσεις που θα χρειαστεί πιθανώς, να παρθούν στο μέλλον.

## 5.1 Προοπτικές – Προτάσεις

Με την παρούσα πτυχιακή εργασία έγινε η χαρτογράφηση και η τρισδιάστατη οπτικοποίηση του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της περιοχής του Σκοπέλου, με την χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, όπου μπορεί να γίνει το έναυσμα για μια σειρά από πτυχιακές εργασίες οι οποίες θα προσεγγίζουν το θέμα για άλλες περιοχές της Ελλάδας.

Σε συνέχεια της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μια εφαρμογή η οποία θα είναι συμβατή σε κινητές συσκευές με λογισμικό Android, Apple και Windows phone. Η εφαρμογή αυτή θα περιλαμβάνει τα σχέδια δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλής και μέσης τάσης για όλες τις περιοχές του νησιού της Λέσβου. Ο χρήστης με ένα πάτημα θα έχει την δυνατότητα να επιλέγει μια περιοχή που επιθυμεί και να του εμφανίζεται το σχέδιο της επιλεγμένης περιοχής. Επιπλέον, θα μπορούσε να περιλαμβάνει ένα χάρτη με υπόβαθρο του Google Satellite όπου με μια κίνηση ο χρήστης να επιλεγεί το στύλο της περιοχής που επιθυμεί και να του εμφανίζονται τα στοιχεία και η φωτογραφία του στύλου. Ακόμα η εφαρμογή αυτή μπορεί να διαθέτει ένα εργαλείο το οποίο θα χρησιμοποιεί το οδικό δίκτυο της κάθε περιοχής και μέσω GPS, να υπολογίζεται η συντομότερη διαδρομή από το σημείο που βρίσκεται ο χρήστης, στο επιθυμητό σημείο. Έτσι, η χρήση αυτής της εφαρμογής θα έχει πλεονεκτήματα, καθώς ο χρήστης θα μπορεί εύκολα και γρήγορα να έχει τις πληροφορίες που χρειάζεται σε μια συσκευή χωρίς να πρέπει να έχει μαζί του, το μεγάλο σχέδιο, το οποίο σε δύσκολες καιρικές συνθήκες, θα είναι δύσκολο στην μεταφορά και την χρήση του.

Τέλος, σε περίπτωση που η ΔΕΗ θελήσει στο μέλλον να τοποθετήσει υπόγεια καλώδια, θα μπορούσε να γίνει ο υπολογισμός αυτού του κόστους, αφού γνωρίζονται ήδη οι πληροφορίες για τις αποστάσεις των καλωδίων του εναέριου δικτύου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Foresman T. W. (1998). The History of Geographic Information Systems: Perspectives from the Pioneers (Ιστορία των συστημάτων των γεωγραφικών πληροφοριών: οι απόψεις των πρωτοπόρων). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [2] Χατζόπουλος, Ι. (2012). ΓΕΩΧΩΡΟΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ. Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ. (σελ. 98, 409-410, 299-300)
- [3] Γέμτος, Θ. και Φούντας, Σ (2015). Γεωργία Ακριβείας. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. (σελ.12-13)
- [4] Παρασκευόπουλου, Β. και Χαραλαμπίδη, Χ. (2013). ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΑΣΙΚΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ. Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών. (σελ 9-10, 12-13)
- [5] Μπιλλήρης, Χ. (2007). Εισαγωγή στην Γεωδαισία. Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. (σελ. 72-74)
- [6] Φωτίου, Α. και Πικριδάς, Χ. (2012). GPS και ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΖΗΤΗ. (σελ 446-447)
- [7] Κάτσιοι, Ι. και Τσάτσαρης, Α. (2014). Διαλέξεις θεματικής Χαρτογραφίας. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Δίσιγμα. (σελ. 63)
- [8] Φιλιππίδης, Ε. (2008). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Διδακτικές Σημειώσεις. Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών. ΤΕΙ Σερρών (σελ 1-3)
- [9] Άγα, Ε. Γκανιάτσα, Ε. Καρράς, Γ. Μπιτζιλέκη, Χ. Νάκος, Β. ΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ 3D ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ”. Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- [10] Μαλκακίης, Σ. (2014). ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΛΕΣΒΟ. Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης (σελ. 45-47)
- [11] Ψάθας, Η. (2013). ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. (σελ. 17)
- [12] Φουντάς, Σ. και Γέμτος, Θ. (2015). Παγκόσμια Συστήματα Προσδιορισμού Θέσης (GPS) και Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS). Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. (σελ 45,46) Διαθέσιμο στο:  
[https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2672/1/02\\_chapter\\_2.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2672/1/02_chapter_2.pdf)
- [13] Παντέλης, Α. Γ., Σαββαΐδης, Π. Δ., Υφαντής, Ι. Μ. και Δούκας, Ι. Δ., (2004). Γεωδαιτικά όργανα και μέθοδοι μέτρησης και υπολογισμών. Τόμος Ι. Εκδόσεις Αφοί Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.

[14] Γκιμτζούδης, Α. (2017). ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΡΑΧΘΟΥ. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής. ΤΕΙ Ηπείρου (σελ. 18-19, 26-27, 30)

[15] Τζελέπης, Ν. (2018). ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ QGIS ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ. Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

[16] Καρκαλέτσου, Α. (2014). Χαρτογράφηση θορύβου με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών - Περίπτωση μελέτης Δ. Καλλιθέας, Αττική. Τμήμα Γεωγραφίας. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο (σελ. 47)

[17] Τσούλος, Λ., Σκοπελίτη, Α. και Στάμου, Λ (2015). Χαρτογραφική Σύνθεση και Απόδοση σε Ψηφιακό Περιβάλλον. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (σελ. 63-67). Διαθέσιμο στο: [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2506/1/00\\_master\\_document-KOY.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2506/1/00_master_document-KOY.pdf)

## **ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ**

- Geoscience ([www.geosciences.gr](http://www.geosciences.gr))
- Δήμος Λέσβου ([www.mytilene.gr/](http://www.mytilene.gr/))
- ΕΛΣΤΑΤ ([statistics.gr](http://statistics.gr))
- Δημοτική Ενότητα Γέρας ([www.mytilene.gr//δήμος-λέσβου/δημοτικές-ενότητες/δημοτική-ενότητα-γέρας/](http://www.mytilene.gr//δήμος-λέσβου/δημοτικές-ενότητες/δημοτική-ενότητα-γέρας/))
- Learn OSM ([learnosm.org/en/mobile-mapping/osmtracker/](http://learnosm.org/en/mobile-mapping/osmtracker/))
- QGIS Tutorials ([www.qgistutorials.com](http://www.qgistutorials.com))
- ArcGIS Desktop ([pro.arcgis.com](http://pro.arcgis.com))
- ΔΕΔΔΗΕ ([www.deddie.gr](http://www.deddie.gr))