

# QGIS

Μπασδάνης Διονύσιος και Σπαθάρας Άγγελος

**Ειδικό Θέμα 21/1/2020**

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος  
{dbasdanis, aspatharas}@e-ce.uth.gr

**Περίληψη** Η ακόλουθη εργασία αναπτύχθηκε στα πλαίσια του μαθήματος "Ειδικό Θέμα" υπό την επίβλεψη της κας Ελένης Τουσίδου, μέλους Ε.ΔΙ.Π. Έχει ως αντικείμενο τη μελέτη των γεωγραφικών συστημάτων και ειδικότερα του εργαλείου QGIS. Για τη μελέτη του, προσομοιώθηκε το μητροπολιτικό τηλεπικοινωνιακό ενσύρματο δίκτυο του Βόλου και μετρήσεις του εργαστηρίου NITlab για το ασύρματο δίκτυο.

**Λέξεις Κλειδιά:** GIS, QGIS, geo, geographic, geospatial, spatial, database, query, man, telecommunication, network, Greece, Volos

## 1 Εισαγωγή

Τα γεωχωρικά δεδομένα έχουν καταστεί όλο και πιο σημαντικό θέμα στον σύγχρονο κόσμο και αυτό που έχει γίνει η κινητήρια δύναμη στον ταχέως αναπτυσσόμενο ψηφιακό κόσμο.

Τα γεωχωρικά δεδομένα συνήθως αναφέρονται σε δεδομένα με Γεωγραφικό πλάτος / Γεωγραφικό μήκος ή άλλα σημεία αναφοράς σε γεωγραφικές τοποθεσίες μαζί με χαρακτηριστικά που περιγράφουν χαρακτηριστικά όπως εικόνες, σημεία, γραμμές ή πολύγωνα. Στην πραγματικότητα, όλα τα δεδομένα είναι γεωχωρικά και περιλαμβάνουν οτιδήποτε έχει διεύθυνση, πόλη, περιοχή, κράτος ή χώρα.

Για το σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών τα οποία διευκολύνουν τους χρήστες να διαχειρίζονται και να αναλύουν τέτοιους τύπους δεδομένων. Ψηλά στη λίστα των συστημάτων αυτών βρίσκεται το QGIS το οποίο θα αποτελέσει το αντικείμενο μελέτης αυτής της εργασίας.

## 2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

### 2.1 Spatial Definitions

**Geospatial data** Τα γεωγραφικά δεδομένα (geographic data) και οι πληροφορίες ορίζονται ως δεδομένα και πληροφορίες που έχουν σιωπηρή ή ρητή συσχέτιση με μια θέση σε σχέση με τη Γη.

Ονομάζονται επίσης γεωχωρικά δεδομένα και πληροφορίες (geospatial data).

Περίπου το 90% των στοιχείων που προέρχονται από την κυβέρνηση προέρχονται από ένα στοιχείο τοποθεσίας. Οι πληροφορίες τοποθεσίας αποθηκεύονται σε ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών (GIS).

Υπάρχουν επίσης πολλοί διαφορετικοί τύποι γεωγραφικών δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων αρχείων διανυσματικών αρχείων, αρχείων ράστερ, γεωγραφικών βάσεων δεδομένων, αρχείων ιστού και πολυσωματικών δεδομένων.

**Spatial database** Μια χωρική βάση δεδομένων είναι μια βάση δεδομένων που είναι βελτιστοποιημένη για την αποθήκευση και την αναζήτηση δεδομένων που αντιπροσωπεύουν αντικείμενα που ορίζονται σε ένα γεωμετρικό χώρο. Οι περισσότερες χωρικές βάσεις δεδομένων επιτρέπουν την απεικόνιση απλών γεωμετρικών αντικειμένων όπως σημεία, γραμμές και πολύγωνα. Ορισμένες χωρικές βάσεις δεδομένων χειρίζονται πιο σύνθετες δομές όπως τα τρισδιάστατα αντικείμενα, οι τοπολογικές καλύψεις, τα γραμμικά δίκτυα. Ενώ έχουν αναπτυχθεί τυπικές βάσεις δεδομένων για τη διαχείριση διαφόρων τύπων αριθμών και χαρακτήρων δεδομένων, αυτές οι βάσεις δεδομένων απαιτούν πρόσθετη λειτουργικότητα για την αποτελεσματική επεξεργασία των τύπων χωρικών δεδομένων και οι προγραμματιστές έχουν συχνά προσθέσει τύπους δεδομένων γεωμετρίας ή χαρακτηριστικών.

**Spatial queries** Ένα χωρικό ερώτημα είναι ένας ειδικός τύπος ερωτήματος βάσης δεδομένων που υποστηρίζεται από χωρικές βάσεις δεδομένων. Τα ερωτήματα διαφέρουν από τα μη χωρικά ερωτήματα SQL σε διάφορους σημαντικούς τρόπους. Δύο από τα πιο σημαντικά είναι ότι επιτρέπουν τη χρήση τύπων δεδομένων γεωμετρίας όπως σημεία, γραμμές και πολύγωνα και ότι αυτά τα ερωτήματα θεωρούν τη χωρική σχέση μεταξύ αυτών των γεωμετρικών.

Τα ονόματα λειτουργιών για ερωτήματα διαφέρουν μεταξύ των γεωγραφικών δεδομένων. Η ακόλουθη λίστα περιλαμβάνει μερικές συνήθεις λειτουργίες γεωμετρίας ενσωματωμένες στο QGIS:

- geometry
- area
- length
- perimeter
- disjoint
- intersects
- touches
- crosses
- contains
- overlaps
- centroid
- bounds
- distance
- intersection

## 2.2 GIS

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) είναι ένα σύστημα σχεδιασμένο για τη συλλογή, αποθήκευση, χειρισμό, ανάλυση, διαχείριση και παρουσίαση χωρικών δε-

δομένων. Οι εφαρμογές GIS είναι εργαλεία που επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργούν διαδραστικές ερωτήσεις (αναζητήσεις που δημιουργούνται από χρήστες), να αναλύουν χωρικές πληροφορίες, να επεξεργάζονται δεδομένα σε χάρτες και να παρουσιάζουν τα αποτελέσματα όλων αυτών των λειτουργιών. Το GIS αναφέρεται μερικές φορές στη γεωγραφική επιστήμη των πληροφοριών (GIScience), στην επιστήμη που βασίζεται σε γεωγραφικές έννοιες, εφαρμογές και συστήματα. Μπορεί να αναφέρεται σε διάφορες τεχνολογίες, διαδικασίες, τεχνικές και μεθόδους. Είναι συνδεδεμένο με πολλές λειτουργίες και έχει πολλές εφαρμογές σχετικές με τη μηχανική, τον προγραμματισμό, τη διαχείριση, τις μεταφορές / εφοδιαστική, τις ασφαλίσσεις, τις τηλεπικοινωνίες και τις επιχειρήσεις. Για το λόγο αυτό, οι εφαρμογές GIS και εντοπισμού θέσης μπορούν να αποτελέσουν το θεμέλιο για πολλές υπηρεσίες που βασίζονται στην τοποθεσία και βασίζονται στην ανάλυση και την απεικόνιση.

### 2.3 QGIS

Το QGIS (Quantum GIS) είναι μια ελεύθερη και ανοιχτού κώδικα εφαρμογή πλατφόρμας γεωγραφικών πληροφοριών επιφάνειας εργασίας (GIS) που υποστηρίζει την προβολή, την επεξεργασία και την ανάλυση γεωχωρικών δεδομένων. Το QGIS λειτουργεί ως λογισμικό του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), επιτρέποντας στους χρήστες να αναλύουν και να επεξεργάζονται χωρικές πληροφορίες, εκτός από τη σύνθεση και την εξαγωγή γραφικών χαρτών. Το QGIS υποστηρίζει τόσο τα στρώματα raster όσο και τα διανύσματα. Τα δεδομένα φορέα αποθηκεύονται ως χαρακτηριστικά σημείου, γραμμής ή πολύγωνου. Υποστηρίζονται πολλαπλές μορφές εικόνων ράστερ και το λογισμικό μπορεί να προβάλει εικόνες γεωαναφοράς.

Υποστηρίζει shapefiles, coverages, προσωπικά geodatabases, dxf, MapInfo, PostGIS και άλλες μορφές. Οι υπηρεσίες Web, συμπεριλαμβανομένης της υπηρεσίας Web Map Service και της υπηρεσίας Web Feature, υποστηρίζονται επίσης για να επιτρέπουν τη χρήση δεδομένων από εξωτερικές πηγές.

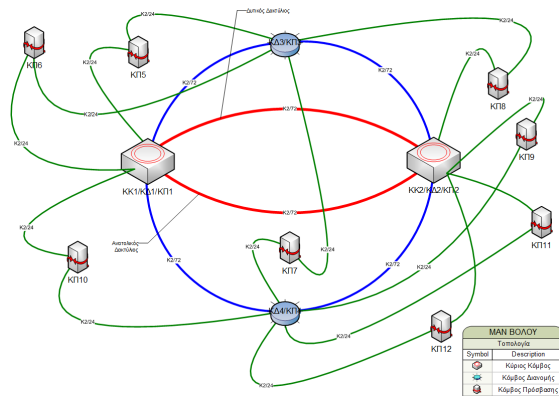
Το QGIS ενσωματώνεται σε άλλα πακέτα GIS ανοιχτού κώδικα, όπως το PostGIS, το GRASS GIS και το MapServer. Οι προσθήκες γραμμένες σε Python ή C++ επεκτείνουν τις δυνατότητες του QGIS. Οι προσθήκες μπορούν να πραγματοποιήσουν γεωκωδικοποίηση χρησιμοποιώντας το API Google Geocoding, να εκτελέσουν λειτουργίες γεωμετασχεδιασμού παρόμοιες με εκείνες των τυποποιημένων εργαλείων που βρέθηκαν στο ArcGIS και να συνδεθούν με τις βάσεις δεδομένων PostgreSQL / PostGIS, Spatialite και MySQL.

Το QGIS μπορεί να εμφανίζει πολλαπλά επίπεδα που περιέχουν διαφορετικές πηγές ή απεικονίσεις πηγών. Για την προετοιμασία του τυπωμένου χάρτη με το QGIS, χρησιμοποιείται η διάταξη εκτύπωσης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προσθήκη πολλαπλών προβολών χάρτη, ετικετών, θρύλων κλπ.

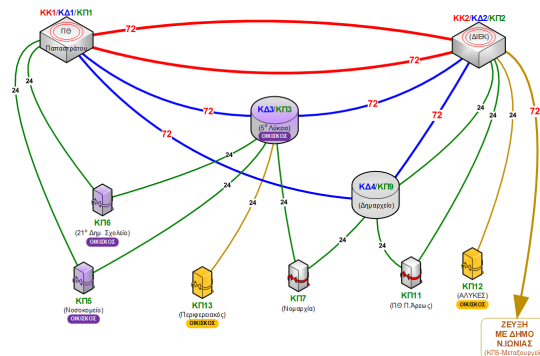
4

### 3 Δεδομένα

Το δίκτυο που θα δημιουργηθεί στο QGIS φαίνεται στις παρακάτω εικόνες:

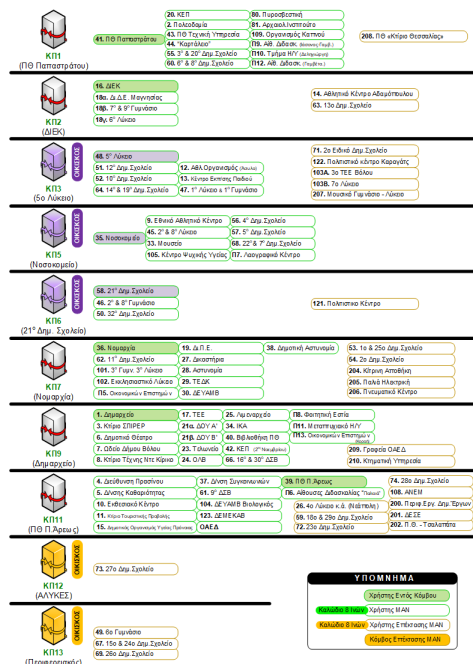


Εικ. 1: Τοπολογία MAN Βόλου 1



Εικ. 2: Τοπολογία MAN Βόλου 2

Οι χρήστες που μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτό το δίκτυο είναι:



Εικ. 3: Χρήστες ΜΑΝ Βόλου

Τα στοιχεία για το ενσύρματο δίκτυο τηλεπικοινωνίας συλλέχθηκαν από το εργαστήριο του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας NOC. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 3 υπάρχουν τρεις κατηγορίες κόμβων. Οι κύριοι κόμβοι, οι κόμβοι διασύνδεσης και οι κόμβοι πρόσβασης. Έγινε μελέτη στο αρχείο .xls το οποίο περιείχε τις διευθύνσεις των κόμβων και τους χρήστες που χρησιμοποιούν το δίκτυο. Επίσης ήταν προσβάσιμο ένα αρχείο .dwg στο οποίο απεικονιζόταν όλες οι διασυνδέσεις. Σύμφωνα λοιπόν με αυτά τα δεδομένα δημιουργήθηκαν στο QGIS τα κατάλληλα επίπεδα για να περαστούν οι πληροφορίες στο χάρτη. Δημιουργήθηκαν τέσσερα επίπεδα, κύριοι κόμβοι, κόμβοι διασύνδεσης, κόμβοι πρόσβασης και διασυνδέσεις στα οποία περάστηκαν οι παραπάνω πληροφορίες. Οι κόμβοι αποτελούν επίπεδο από σημεία ενώ οι διασυνδέσεις επίπεδο από γραμμές.

### *Ασύρματο Δίκτυο*

Τα δεδομένα αντλήθηκαν από το εργαστήριο NITlab του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Πηγή αποτέλεσε το αρχείο routes.sql το οποίο περιέχει τα δεδομένα για τρεις διαφορετικές διαδρομές στη περιοχή του Βόλου και οι μετρήσεις για το αρχείο πραγματοποιήθηκαν με κινητό τηλέφωνο. Οι πληροφορίες για το ασύρματο δίκτυο διατυπώνονται μέσα από τα γνωρίσματα που επεξηγούνται παρακάτω αναλυτικά.

Για το ασύρματο δίκτυο χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία LTE. Ο ορισμός τη τεχνολογίας αυτής είναι η ακόλουθη: 3GPP Long Term Evolution, ή απλώς LTE ονομάζεται η τεχνολογία αιχμής που χρησιμοποιείται για την ασύρματη επικοινωνία και δικτύωση των κινητών συσκευών, με υψηλές ταχύτητες. Βασίζεται στα προϋπάρχοντα δίκτυα GSM/EDGE και UMTS/HSPA, αυξάνοντας τη χωρητικότητα και τη ταχύτητα του δικτύου χρησιμοποιώντας νέες τεχνικές διαμόρφωσης. Το πρότυπο αυτό αναπτύσσεται από τον οργανισμό 3GPP.

Τα γνωρίσματα των διαδρομών για το ασύρματο δίκτυο είναι:

Το oml (operation and maintance link) για τα παρακάτω γνωρίσματα.

**oml\_tuple\_id**: το αναγνωριστικό της πλειάδας για μια σειρά από παραμέτρους που χαρακτηρίζουν το δίκτυο

**oml\_sender\_id**: το αναγνωριστικό του αποστολέα

**oml\_seq**: sequence number

**oml\_ts\_client**: ο tsclient αποτελεί σημειτικό μέρος της δικτύωσης Hyper-V

**oml\_ts\_server**: ο ανεξάρτητος server TypeScript είναι εκτελέσιμος κόμβος που ενσωματώνει τους μεταγλωττιστές τύπου TypeScript και τις υπηρεσίες γλώσσας και τις εκθέτει μέσω του πρωτοκόλλου JSON.

**timeMeas**: time measurement

**locLat**: latitude, γεωγραφικό πλάτος

**locLon**: longitude, γεωγραφικό μήκος

**mRssi**: measurement of RSSI(Received Signal Strength Indicator) ένδειξη έντασης σήματος, μετρά τη μέση συνολική λαμβανόμενη ισχύ που παρατηρείται μόνο σε σύμβολα OFDM(Orthogonal frequency-division multiplexing) που περιέχουν σύμβολα αναφοράς για τη θύρα κεραίας 0 στο εύρος ζώνης μέτρησης πάνω από τα τμήματα πόρων N.

**mRssnr**:(Reference Signal Signal to Noise Ratio) είναι μέτρο του λόγου σήματος προς θόρυβο του σήματος αναφοράς και παρέχει έτσι μια ένδειξη της ποιότητας του συνδέσμου. Αυτή η μέτρηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του αντίκτυπου της παρεμβολής στη σύνδεση, και έτσι στις αστικές περιοχές όπου το RSRP είναι πιθανό να είναι υψηλό σε πολλές τοποθεσίες, αυτό μπορεί να είναι το καλύτερο μέτρο της πραγματικής ποιότητας του σήματος.

**mRsrp**:RSRP(Reference Signal Received Power) παραλειφθείσα ισχύς σήματος αναφοράς. Το RSRP είναι ένας τύπος μέτρησης RSSI. Είναι η ισχύς των σημάτων αναφοράς LTE(Long-Term Evolution) κατανεμημένη στο πλήρες εύρος ζώνης και στη στενή ζώνη. Ένα ελάχιστο SINR -20dB (του καναλιού S-Synch) είναι απαραίτητο για την ανίχνευση του RSRP/RSRQ

**mRsrq**: RSRQ(Reference Signal Received Quality) Ποιότητα λήψης σήματος αναφο-

ράς: Ποιότητα εξετάζοντας επίσης RSSI και τον αριθμό των χρησιμοποιηθέντων κυκλωμάτων πόρων  $(N)RSRQ=(N*RSRP)/RSSI$  μετρούμενο στο ίδιο εύρος ζώνης. Το RSRQ είναι μία μέτρηση τύπου C/I και υποδεικνύει την ποιότητα του λαμβανόμενου σήματος αναφοράς. Η μέτρηση RSRQ παρέχει πρόσθετες πληροφορίες όταν το RSRP δεν επαρκεί για να γίνει μια αξιόπιστη απόφαση μεταβίβασης.

**mCqi:**(Channel Quality Indicator) Δείκτης ποιότητας καναλιού. Όπως υποδηλώνει το όνομα, είναι ένας δείκτης που φέρει τις πληροφορίες σχετικά με το πόσο καλή / κακή είναι η ποιότητα του καναλιού επικοινωνίας.

**cellid:** το αναγνωριστικό κυψέλης ορίζει το φυσικό αναγνωριστικό κυψέλης(PHY). Αυτό το αναγνωριστικό κυψέλης στρώματος PHY προσδιορίζει την ομάδα αναγνωριστικού κυψέλης(Cell ID Group) και τον τομέα αναγνώρισης κυψελών(Cell ID Sector).

**lac:** Κάθε περιοχή τοποθεσίας ενός δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου εδάφους (PLMN) έχει το δικό του μοναδικό αναγνωριστικό, το οποίο είναι γνωστό ως η ταυτότητα περιοχής περιοχής (LAI). Αυτό το διεθνώς μοναδικό αναγνωριστικό χρησιμοποιείται για την ενημέρωση τοποθεσίας των συνδρομητών κινητής τηλεφωνίας. Αποτελείται από ένα τριψήφιο δεκαδικό κινητού κωδικού χώρας (MCC), έναν κωδικό κινητού δικτύου δύο έως τριών ψηφίων (MNC) ο οποίος προσδιορίζει ένα δημόσιο Land Mobile Mobile Module Συνδρομητή (SM PLMN) στη συγκεκριμένη χώρα και έναν κωδικό περιοχής περιοχής (LAC, location area code ) ο οποίος είναι ένας αριθμός 16 bit με δύο ειδικές τιμές, επιτρέποντας έτσι 65534 περιοχές εντοπισμού εντός ενός GSM PLMN.

**rat:**Radio Access Technology(RAT), είναι η υποκείμενη μέθοδος φυσικής σύνδεσης για ένα ραδιοφωνικό δίκτυο επικοινωνίας. Πολλά μοντέρνα κινητά τηλέφωνα υποστηρίζουν αρκετούς RAT σε μία συσκευή όπως Bluetooth, Wi-Fi και GSM, UMTS, LTE ή 5G NR.

networkOperator: Ένας τυπικός network operator κινητού δικτύου έχει αναπτύξει ένα ή περισσότερα κυψελοειδή δίκτυα.

**nameBS:**το όνομα της βάσης είναι αρχικοποιημένο σε όλα τα πεδία ίσο με την τιμή unknown

brand\_model: είναι το μοντέλο της συσκευής με το οποίο έγιναν οι μετρήσεις.

**avgLatency:**average latency του δικτύου

**route\_id:** το αναγνωριστικό της δρομολόγησης.

## 4 Μεθοδολογία

Η δημιουργία του χάρτη πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των δεδομένων που προαναφέρθηκαν καθώς και δεδομένων από το OpenStreetMap (OSM) και το QuickOSM.

**OpenStreetMap (OSM)** Το OpenStreetMap είναι μία βάση γεωχωρικών δεδομένων ενσωματωμένη στο QGIS και παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής τοπικών δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, επιλέγοντας μία περιοχή υπάρχει η δυνατότητα άντλησης πληροφορίας σχετικά με δρόμους διαφορετικής σημασίας, όρια περιοχής (όπως φυσικά αποθέματα ή αγροκτήματα) και επιφανειακά ύδατα, όπως ρέματα και ποτάμια.

Το QuickOSM αποτελεί plugin του QGIS και δίνει τη δυνατότητα εκτέλεσης γεωχωρικών ερωτημάτων πάνω στο OpenStreetMap.

### 4.1 Δημιουργία Χάρτη

Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε στα παρακάτω στάδια:

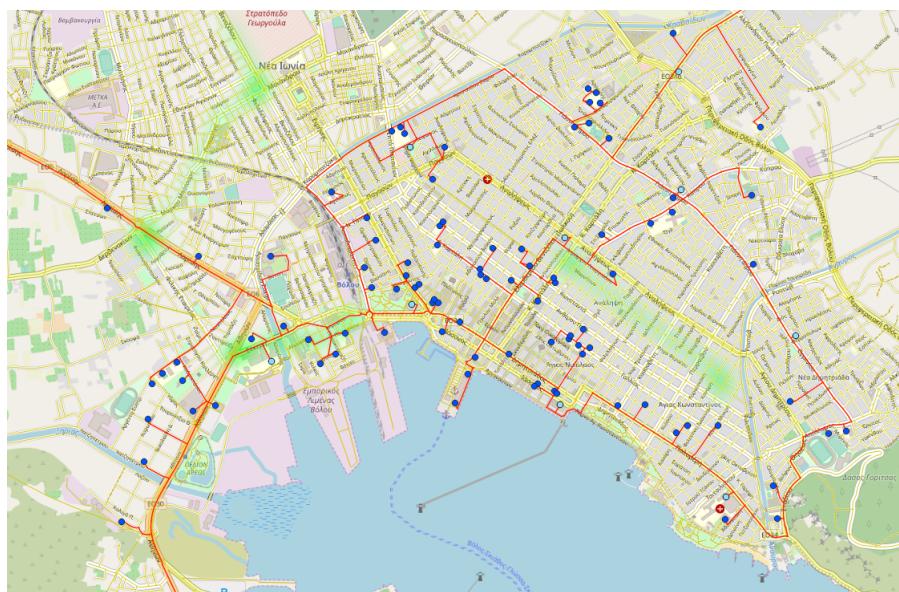
- Εισαγωγή του παγκόσμιου χάρτη μέσω του OpenStreetMap.
- Εισαγωγή του οδικού δικτύου του Βόλου μέσω ερωτήματος του QuickOSM. Αυτό το βήμα συνέβαλε στη σχεδίαση της διασύνδεσης των χρηστών στο επόμενο στάδιο.
- Εισαγωγή των δεδομένων τοπολογίας MAN του Βόλου και των χρηστών του. Πιο αναλυτικά δημιουργήθηκαν δύο επίπεδα σημείων και για τους κόμβους και τους χρήστες και ένα επίπεδο της μεταξύ τους ενσύρματης διασύνδεσης όπως φαίνεται στις εικόνες 1 και 2, χρησιμοποιώντας ως σκελετό το οδικό δίκτυο.
- Εισαγωγή των δεδομένων ασύρματου δικτύου με συγχώνευση των τριών μονοπατιών. Για την καλύτερη απεικόνιση του ασύρματου δικτύου τα γεωχωρικά σημεία μετατράπηκαν σε σημεία έντασης ή με διαφορετική ορολογία υλοποιήθηκε ένας χάρτης Heatmap στο οποίο φαίνεται η ένταση των σημείων ανάλογα με την παράμετρο mRssnr.

### 4.2 Ανάλυση

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε περαιτέρω ανάλυση και διεξαγωγή πληροφοριών:

- Επεξεργασία από την εργαλειοθήκη των επιπέδων
- Στατιστική ανάλυση
- Δημιουργία ερωτημάτων από το QueryBuilder
- Εκτέλεση προγραμμάτων σε python μέσω του Python Console





Εικ. 4: Χάρτης τηλεπικοινωνιακού δικτύου Βόλου

## 5 Συμπεράσματα

Έπειτα από την πρώτη προστριβή με το αντικείμενο των γεωγραφικών συστημάτων εξήχθηκαν κάποια συμπεράσματα για τη μετέπειτα μελέτη του αντικειμένου. Αρχικά φανερώνεται από τα πρώτα κιόλας στάδια της μελέτης πως τα συστήματα αυτά είναι από τα καταλληλότερα εργαλεία για την δημιουργία ενός χάρτη. Επιπλέον είναι ευδιάκριτο, πως τα γεωγραφικά συστήματα πέρα από τα ήδη γνωστά πεδία στα οποία συνεισφέρουν πολλές λειτουργίες και διευκολύνουν τη μελέτη τους, στο σύντομο μέλλον θα κατακτήσουν πολλά επιπλέον επιστημονικά πεδία όπως είναι για παράδειγμα αυτό που αναπτύχθηκε για αυτήν την εργασία. Ελπίζουμε να αναπτυχθούν και να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη και τη λύση μεγάλων προβλημάτων που σήμερα φαντάζουν μη επιλύσιμα.

### Αναφορές

1. Joe Caaney, Brendan Gill, Samuel Johnston, James Robinson, Sam Westwood Modelling Download Throughput of LTE Networks
2. QGIS Tutorials and Tips <https://www.qgistutorials.com/en/index.html>
3. QGIS documentation <https://docs.qgis.org/3.4/en/docs/>
4. wikipedia <https://el.wikipedia.org/wiki>