



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΞΥΠΝΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ
ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ
[SMART REAL ESTATE]**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΖΑΦΕΙΡΟΥΛΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : **ΜΑΜΑΣΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**
Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2021

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τον Δημήτρη, την Βασιλική, την Αναστασία και ακόμα περισσότερο τον αδερφό μου Κωνσταντίνο για την πραγματική στήριξη τους. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κύριο Μαμάση Νικόλαο και την υποψήφια διδάκτορα του Τομέα Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος Ρίσα Κωνσταντίνα, για την πολύ καλή συνεργασία αλλά και για τις ουσιώδεις συμβουλές τους κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της έρευνας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	6
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ «Γ.Σ.Π».....	9
1.1.1 Ορισμός.....	9
1.1.2 Συστατικά στοιχεία ενός «Γ.Σ.Π».....	10
1.1.3 Ποιός ο ρόλος τους	11
1.1.4 Ανάπτυξη ΓΣΠ	13
1.1.5 Ο ρόλος των «Γ.Σ.Π» στην ανάπτυξη του πολεοδομικού σχεδιασμού	15
1.1.6 Ο ρόλος των «Γ.Σ.Π» στην Αγορά Ακινήτων μέχρι στιγμής.....	18
1.1.7 Γιατί επιλέγουμε το QGIS	21
1.2 Μοντέλα δεδομένων	23
1.2.1 Δομές γεωγραφικών δεδομένων	23
1.2.2 Διανυσματικά δεδομένα (Vector).....	24
1.2.3 Δεδομένα ψηφιδωτής μορφής (Raster)	25
1.2.4 Βάσεις δεδομένων	25
1.3 Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων	26
2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ.....	30
2.1 Διατύπωση κεντρικής ιδέας της εφαρμογής.....	30
2.1.1 Εντοπισμός ερευνητικού προβλήματος	30
2.2 Περιοχή έρευνας στα όρια της περιφέρειας Αττικής.....	31
2.3 Συλλογή χωρικών δεδομένων – Shp files	31
2.3.1Περίγραμμα Ακτογραμμής και περιφέρειας Αττικής.....	31

2.3.2	Όρια δήμων - ΟΤΑ.....	32
2.3.3	Πολύγωνα τιμών συντελεστή δόμησης.....	33
2.3.4	Πολύγωνα τιμών ζώνης	34
3.	Υλοποίηση εφαρμογής – Κριτήρια και κατανομή βαρών.....	36
3.1	Διακριτοποίηση χάρτη με βάση το επίπεδο της τιμής ζώνης	36
3.2	Ενσωμάτωση του συντελεστή δόμησης στο επίπεδο της τιμής ζώνης	38
3.3	Εύρεση μέσου συντελεστή δόμησης στο επίπεδο της τιμής ζώνης	43
3.4	Ενσωμάτωση του μέσου συντελεστή δόμησης στο επίπεδο της τιμής ζώνης.....	46
3.5.1	Κριτήριο μέσου συντελεστή δόμησης και βαθμονόμηση.....	47
	50
3.5.2	Κριτήριο απόστασης από θάλασσα και βαθμονόμηση	52
3.5.3	Κριτήριο απόστασης από μετρό και βαθμονόμηση	58
3.5.4	Κριτήριο ενοικίου περιοχών	68
3.6	Πίνακας ιδιοτήτων συνενωμένου επιπέδου τιμών ζώνης [MAIN_RANKED]	74
3.7	Ερωτήματα προς τον χρήστη.....	76
3.8	Μόρφωση μαθηματικής έκφρασης – Κατανομή βαρών.....	78
	83
4	Αποτελέσματα εφαρμογής – Σενάρια χρηστών & Διάγραμμα Ροής.....	84
4.1	Το σενάριο «Κέντρο».....	85
4.2	Το σενάριο «Κηφισιά».....	92
5	Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα	102
5.1	Συμπεράσματα.....	102
5.2	Περιορισμοί	103
5.3	Μελλοντικές επεκτάσεις.....	103

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι συνεχείς τεχνολογικές εξελίξεις θα συμβάλλουν στην αξιοποίηση των γεωγραφικών πληροφοριών στον τομέα των ακινήτων. Η διαρκής ανάπτυξη των άμεσα διαθέσιμων δεδομένων επιτρέπει στους οργανισμούς να αναπτύξουν μια βαθύτερη κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αξία των ακινήτων. Το ολοένα και πιο ισχυρό λογισμικό και η αυτοματοποίηση των διαδικασιών θα δώσει τη δυνατότητα στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να κινηθούν γρηγορότερα, ώστε να επωφεληθούν από τα ανοίγματα στην αγορά αλλά και στους χρήστες καλύτερη ποιότητα αναζήτησης στέγασης.

Τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία παρατηρείται μία συνεχώς αυξανόμενη αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρουν τα σύγχρονα λογισμικά γεωγραφικών πληροφοριών. Ο συνδυασμός της χωρικής πληροφορίας με την περιγραφική έχει αποδειχτεί ότι αποτελεί πλέον μονόδρομο για την επίλυση πολυσύνθετων προβλημάτων, όπως αυτών των πολλαπλών μεταβλητών. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι μεγάλο ποσοστό τεχνικών υπηρεσιών της χώρας έχουν ήδη ενσωματώσει τέτοιες εφαρμογές στην καθημερινότητα τους προκειμένου να διευκολύνουν την ροή και την ποιότητα της ζητούμενης κάθε φορά πληροφορίας.

Λαμβάνοντας υπόψη την σημασία που έχει για τον σύγχρονο άνθρωπο η αναζήτηση της βέλτιστης τοποθεσίας κατοικίας, η παρούσα διπλωματική εργασία καλείται να διερευνήσει τις πιθανές περιοχές που θα πρέπει ο χρήστης να αναζητήσει την κατοικία του. Οι μηχανές αναζήτησης που είναι ευρέως διαδεδομένες, σχετικά με την αναζήτηση στέγης, λαμβάνουν όλες σαν δεδομένο την περιοχή και εμφανίζουν τις διαθέσιμες κατοικίες. Η έξυπνη εφαρμογή που υλοποιείται στην παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο να εντοπίζει τις περιοχές που πληρούν τα κριτήρια που θέτει ο χρήστης και ύστερα να τον καθοδηγεί σε μια πιο στοχευμένη αναζήτηση. Για την επίτευξη αυτής της ανάλυσης παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα χωρικά και περιγραφικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, οι αλγόριθμοι επεξεργασίας και τα εργαλεία του QGIS που επιλέχθηκαν, τα κριτήρια της πολυκριτηριακής

ανάλυσης και η κατανομή των βαρών των μεταβλητών από την εισαγωγή των προτιμήσεων των χρηστών. Επιπροσθέτως, θα αναλυθούν οι μαθηματικές εκφράσεις που αναπτύχθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων και την εξαγωγή των ζητούμενων αποτελεσμάτων και θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της εφαρμογής για διαφορετικά σενάρια χρηστών.

Τέλος, θα γίνει αναφορά σε μελλοντικές επεκτάσεις με την προσθήκη περισσότερων κριτηρίων, καθώς και με την ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης.

Για πρακτικούς λόγους τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών θα αναφέρονται συχνά στην εργασία με το ακρωνύμιο «Γ.Σ.Π» ή «G.I.S»

ABSTRACT

The constant technology developments will make the geographic information more important for the real estate business. The continuous growth of the available data allows the organizations to develop a deeper understanding of the factors that influence the value of real estate. The ever-increasing powerful software and the automation of processes will enable decision-makers to move faster in order to take advantage of the market openings. At the same time, users will enjoy better quality housing search.

Recently, and especially during the last decade, we have observed the increasing use of the possibilities offered by the modern geographic information software. The combination of spatial and descriptive information has proven to be the only way to solve complicated problems, such as those of multiple variants. It is no coincidence that a great percentage of technical services in our country have already incorporated such applications in order to facilitate the flow and quality of the requested information.

Considering the significance of the search for the optimal residence location for modern people, this research application is expected to answer in which areas it is ideal for the user to look for housing. The most popular search engines, related to residence search, take the area for granted and then, display the available homes. The smart application implemented in this thesis aims to locate the areas that meet

the user's criteria and lead him to a more targeted search. To achieve this analysis, we present in detail all the used spatial and descriptive data, the processing routines and the selected QGIS tools, the criteria of the multi-criteria analysis and the distribution of the weights of the variants from the users' preference input. In addition, we will analyze the mathematical expressions developed for the data processing and the extraction of the requested results and we will present the results of the application for different user scenarios.

Finally, we will refer to future extensions by adding more criteria as well as by incorporating artificial intelligence.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το θέμα της εργασίας και η ανάπτυξη της παρούσας εφαρμογής, αποτελεί αποτέλεσμα προβληματισμού και συζήτησης ανάμεσα σε εμένα και τον επιβλέπων καθηγητή, κ. Μαμάση Νικόλαο, και αφορά στον εντοπισμό της βέλτιστης τοποθεσίας αναζήτησης κατοικίας. Πιο συγκεκριμένα, αφορά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής σε περιβάλλον Qgis, που θα μπορεί να κατευθύνει τον χρήστη να εντοπίσει την περιοχή που ταιριάζει στις προτιμήσεις του. Μελετώντας τις σύγχρονες τάσεις αλλά και τα εργαλεία που υπάρχουν ήδη στον χώρο της αγοράς των ακινήτων, συναντήθηκε η άποψη για την αναγκαιότητα μιας εφαρμογής που να απαντάει στο εξής βασικό ερώτημα: *Σε ποια περιοχή να αναζητήσω την μελλοντική μου κατοικία;* Όλα τα εργαλεία που υπάρχουν μέχρι και σήμερα σχετικά με την αναζήτηση κατοικίας, λαμβάνουν την τοποθεσία σαν δεδομένο το οποίο το εισάγει ο χρήστης. Η παρούσα ερευνητική εφαρμογή βρίσκει για τον κάθε χρήστη τις βέλτιστες τοποθεσίες, με σκοπό να ξεκινήσει από αυτές, πιο στοχευμένα, την αναζήτηση του.

Η διπλωματική εργασία χωρίζεται σε έξι κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο, που αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο, αναλύονται οι βασικοί ορισμοί, ο ρόλος των Γ.Σ.Π στην αγορά ακινήτων, ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε η εφαρμογή να αναπτυχθεί σε περιβάλλον του Qgis, οι δομές των γεωγραφικών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και οι βασικές αρχές της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων. Στο δεύτερο κεφάλαιο, από όπου ξεκινάει το ερευνητικό μέρος της εργασίας, περιγράφεται λεπτομερώς η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε. Συγκεκριμένα, παρουσιάστηκε η κεντρική ιδέα γύρω από την ανάπτυξη της εφαρμογής, η φύση του ερευνητικού προβλήματος που συναντήθηκε και παρουσιάζονται αναλυτικά οι δομές των δεδομένων που εισάχθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής.

Κατόπιν, στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική περιγραφή των σταδίων της υλοποίησης της παρούσας εφαρμογής. Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων με την βοήθεια διαφορετικών σεναρίων που εισήγαγαν οι χρήστες. Εν συνέχεια, το πέμπτο κεφάλαιο διαπραγματεύεται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα όπως και τους περιορισμούς της αλλά και προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις.

Τέλος, παρατίθεται η ελληνική και η ξενόγλωσση βιβλιογραφία που αξιοποιήθηκε κατά την διάρκεια της μελέτης της εφαρμογής.

1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ «Γ.Σ.Π»

1.1.1 Ορισμός

Στην ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές προσπάθειες ορισμού της έννοιας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών(ΓΣΠ).

Κατά τον Rhind (1989) ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι ένα σύστημα Η/Υ που μπορεί να αποθηκεύσει και να χρησιμοποιήσει δεδομένα που περιγράφουν τμήματα της γήινης επιφάνειας.

Ο Φώτης το 2010 έδωσε τον ακόλουθο ορισμό: «Ο ορισμός ενός ΓΣΠ ως εργαλείο είναι ένα δυναμικό σύνολο εργαλείων για συλλογή, αποθήκευση, κατά βούληση ανάκτηση, μετατροπή και απεικόνιση χωρικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο για ένα συγκεκριμένο σύνολο. Τα γεωγραφικά (ή χωρικά) δεδομένα αναπαριστούν φαινόμενα από τον πραγματικό κόσμο αναφορικά με (α) την θέση τους σχετικά με ένα γνωστό σύστημα συντεταγμένων, (β)τα χαρακτηριστικά τους που είναι άσχετα με την θέση τους (όπως χρώμα, κόστος, pH, περιστατικό επιδημίας κλπ.) και (γ) τις χωρικές συσχετίσεις μεταξύ τους που περιγράφουν το πώς συνδέονται (αυτό είναι γνωστό ως τοπολογία και περιγράφει τον χώρο και τις χωρικές ιδιότητες όπως η συνδεσιμότητα που παραμένουν ανεπηρέαστες από συνεχείς διαστρεβλώσεις). Άλλοι παρείχαν εναλλακτικούς ορισμούς των ΓΣΠ εστιάζοντας είτε στις διαστάσεις της βάσης χωρικών δεδομένων είτε στις οργανωτικές διαστάσεις» .

Σύμφωνα με τον Pickles (1995), η ύπαρξη διαφορετικών ορισμών οφείλεται στο γεγονός πως ο κάθε ορισμός ΓΣΠ εξαρτάται από το ποιος τον ορίζει, την προϊστορία και τον σκοπό του, ενώ αναφέρει ότι είναι πολύ πιθανόν να αλλάξει καθώς η τεχνολογία και οι εφαρμογές συνεχώς αναπτύσσονται.

Συνοπτικά, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών / ΓΣΠ (Geographical Information Systems / GIS), αποτελούν εξειδικευμένα και ολοκληρωμένα συστήματα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απόδοσης πληροφορίας, σχετικής με φαινόμενα που εξελίσσονται στο χώρο (Goodchild, 1985).

1.1.2 Συστατικά στοιχεία ενός «Γ.Σ.Π»

Ένα ΓΣΠ είναι ένα σύνθετο σύστημα που αποτελείται από τα ακόλουθα πέντε συστατικά στοιχεία:

- τους χρήστες
- τα δεδομένα
- τις μεθόδους και διαδικασίες ανάλυσης
- το σύστημα υπολογιστή (hardware)
- το λογισμικό (software)

Στο **Σχήμα 1** φαίνονται τα συστατικά στοιχεία ενός Γ.Σ.Π:



Σχήμα 1. Συστατικά στοιχεία ενός ΓΣΠ

Τα δεδομένα που εισάγονται και διαχειρίζονται σε ένα ΓΣΠ είναι χωρικά, γεωγραφικά δεδομένα. Αποτελούν δηλαδή οντότητες που καταλαμβάνουν συγκεκριμένη θέση στο χώρο. Παραδείγματα τέτοιων γεωγραφικών οντοτήτων αποτελούν τα βουνά, τα ποτάμια, οι δρόμοι, τα όρια κρατών, τα κτίρια, τα γεωτεμάχια, κ.ά. Οι γεωγραφικές οντότητες ορίζονται με βάση τα παρακάτω στοιχεία:

- Χωρικά δεδομένα (spatial data) που προσδιορίζουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του στοιχείου (θέση, διαστάσεις, σχήμα κ.λπ.) και έχουν άμεση σχέση με τον εντοπισμό τους.

- Περιγραφικά δεδομένα (attributes) που αναφέρονται σε χαρακτηριστικά ή ιδιότητες που αποδίδονται στο συγκεκριμένο στοιχείο του χώρου και δεν σχετίζονται άμεσα με τον εντοπισμό του.

Τα ΓΣΠ έχουν την χαρακτηριστική δυνατότητα να συνδέουν τη χωρική με την περιγραφική πληροφορία βάσει δύο μοντέλων δεδομένων :

- Σχεσιακό (relational) μοντέλο, στο οποίο οι περιγραφικές πληροφορίες καταχωρούνται σε πίνακες χωριστά και αργότερα συσχετίζονται με τα χωρικά δεδομένα μέσω κάποιων μοναδικών τιμών που είναι κοινές και στα δύο είδη δεδομένων.
- Αντικειμενοστραφές (object-oriented) μοντέλο, όπου τόσο τα χωρικά όσο και τα περιγραφικά δεδομένα συγχωνεύονται σε αντικείμενα, τα οποία μπορεί να μοντελοποιούν κάποια αντικείμενα με φυσική υπόσταση

Στα GIS οτιδήποτε απεικονίζεται σε ένα χάρτη, ουσιαστικά αποτυπώνεται σε ένα θεματικό επίπεδο (layer), πάνω στο κύριο που είναι ο χάρτης. Κάθε θεματικό επίπεδο συνδέεται με έναν δισδιάστατο πίνακα που περιέχει τις πληροφορίες που το αφορούν και η κάθε εγγραφή αντιστοιχεί σε ένα χωρικό στοιχείο. Οι πληροφορίες που περιέχονται στον πίνακα έχουν επιλεγεί από τον δημιουργό και μπορεί να είναι οποιαδήποτε πληροφορία επιθυμεί.

1.1.3 Ποιός ο ρόλος τους

Ο ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών έγκειται στη γεωγραφική φύση των αντικειμένων στον πραγματικό κόσμο. Σήμερα, όλο και περισσότερες αποφάσεις που λαμβάνονται σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με τη γεωγραφία.

Τα ΓΣΠ μπορούν να απαντήσουν σε απλά ή σύνθετα ερωτήματα που σχετίζονται με τον χώρο. Επιτρέπουν την προβολή και την ανάλυση γεωγραφικών και μη πληροφοριών με καινούριους τρόπους.

Η χαρτογράφηση αυτοματοποιείται και η απόκτηση της πληροφορίας γίνεται πιο άμεσα και απλοποιημένα, ακόμα και για έναν μη έμπειρο χρήστη. Η ίδια η πληροφορία αποθηκεύεται σε ψηφιακή μορφή, εξασφαλίζοντας εξοικονόμηση χώρου και ασφάλεια. Η διαχείριση και ανάλυση των δεδομένων αναβαθμίζεται και προσφέρονται νέες δυνατότητες που δεν ήταν προηγουμένως δυνατές με κλασσικές μεθόδους.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών μπορούν να αποτελέσουν βοηθητικό εργαλείο σε μια πληθώρα πεδίων όπως:

- Αστικός Προγραμματισμός και Σχεδιασμός
- Συγκοινωνίες – Μεταφορές
- Τεχνική Υποδομή
- Φορολογία
- Εκπαίδευση και Υγεία
- Προστασία του Περιβάλλοντος
- Ανάλυση αγοράς
- Αγορά Ακινήτων κ.α.

Τα ΓΣΠ, επίσης, παρέχουν τη δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν τα δικά τους επίπεδα ψηφιακών χαρτών για να βοηθήσουν στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Έχουν εξελιχθεί σε ένα μέσο για κοινή χρήση δεδομένων και συνεργασία, εμπνέοντας ένα όραμα που γίνεται πλέον γρήγορα πραγματικότητα - μια συνεχής, αλληλεπικαλυπτόμενη και διαλειτουργική βάση δεδομένων GIS του κόσμου, για σχεδόν όλα τα θέματα. Σήμερα, εκατοντάδες χιλιάδες οργανισμοί μοιράζονται το έργο τους και δημιουργούν δισεκατομμύρια χάρτες κάθε μέρα για να διηγούνται ιστορίες και να αποκαλύπτουν μοτίβα, τάσεις και σχέσεις για τα πάντα.

1.1.4 Ανάπτυξη ΓΣΠ

Κύριος λόγος ανάπτυξης των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ,όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, ήταν η ανάγκη σύνδεσης της χωρικής πληροφορίας και της ανάλυσης αυτής με πληθώρα επιστημονικών πεδίων.

Κάποιος θα μπορούσε να υποστηρίξει ότι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αναπτύχθηκαν ως εργαλείο για τον εκσυγχρονισμό της επιστήμης της χαρτογραφίας και την έλευση της στην εποχή της ψηφιακής τεχνολογίας. Όμως παρατηρώντας και αναλύοντας την ιστορική αναδρομή και εξέλιξη των ΓΣΠ, γίνεται κατανοητό πως δεν είναι αυτή η υπόθεση.

Ο πρώτος γνωστός συνδυασμός χαρτογραφικού υλικού και περιγραφικών δεδομένων ήταν σε γεωγραφικούς άτλαντες στα μέσα του 19^{ου} αιώνα με επάλληλους χάρτες στους οποίους εμφανιζόταν διαφορετικές λεπτομέρειες. Το 1854 ο γιατρός και επιδημιολόγος Dr.John Snow χρησιμοποίησε ένα χάρτη με τους τόπους κατοικίας των θυμάτων της επιδημίας χολέρας στο Λονδίνο, ώστε να προσδιορίσει την πηγή της μετάδοσης της ασθένειας σε μία μολυσμένη κοινόχρηστη βρύση νερού. Αυτό είναι και το πρώτο επιτυχημένο παράδειγμα χωρικής ανάλυσης στην ιστορία.

Το 1960, το πρώτο πραγματικό επιχειρησιακό ΓΣΠ στον κόσμο αναπτύχθηκε στην Οττάβα του Καναδά, από το ομοσπονδιακό Υπουργείο Δασών και Αγροτικής Ανάπτυξης. Αναπτύχθηκε από τον Dr.Roger Tomlinson, ονομάστηκε Καναδικό Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (CGIS) και χρησιμοποιήθηκε για την αποθήκευση, ανάλυση και χειρισμό δεδομένων - μια προσπάθεια αποτελεσματικότερης ανάπτυξης των χρήσεων γης στις αγροτικές περιοχές με τη χαρτογράφηση πληροφοριών σχετικά με εδάφη, γεωργία, αναψυχή, άγρια ζωή, υδροβία πτηνά, δασοκομία και χρήση γης σε κλίμακα 1: 50.000.

Το CGIS ήταν μια βελτίωση σε σχέση με τις εφαρμογές χαρτογραφικών υπολογιστικών συστημάτων καθώς παρείχε δυνατότητες για επικάλυψη, μέτρηση και ψηφιοποίηση / σάρωση. Υποστήριξε ένα εθνικό σύστημα συντεταγμένων που εκτείνεται στην ήπειρο, κωδικοποιημένες γραμμές ως τόξα με πραγματική ενσωματωμένη τοπολογία και αποθηκεύει τις ιδιότητες και τις πληροφορίες τοποθεσίας

σε ξεχωριστά αρχεία. Ως αποτέλεσμα αυτού, ο Tomlinson έγινε γνωστός ως «πατέρας του GIS», ιδιαίτερα για τη χρήση των επικαλύψεων για την προώθηση της χωρικής ανάλυσης συγκλίνων γεωγραφικών δεδομένων.

Ο Howard Fisher το 1965, ίδρυσε το Harvard Laboratory for Computer Graphics. Ενώ μερικά από τα πρώτα λογισμικά χαρτογράφησης υπολογιστών δημιουργήθηκαν και βελτιώθηκαν στο εργαστήριο, έγινε επίσης ερευνητικό κέντρο χωρικής ανάλυσης και οπτικοποίησης. Πολλές από τις πρώτες ιδέες για τα GIS και τις εφαρμογές τους σχεδιάστηκαν στο εργαστήριο από μια ταλαντούχα ομάδα γεωγράφων, σχεδιαστών, επιστημόνων υπολογιστών και άλλων από πολλούς τομείς.

ΤΟ 1969 ιδρύθηκε η εταιρεία Environmental Systems Research Institute (Esri) η οποία παρήγαγε λογισμικό βασισμένο στις εφαρμογές και τεχνικές του Harvard. Το 1980 η Esri παρουσίασε στην αγορά το Arc/Info, το οποίο ήταν το πρώτο λογισμικό ΣΓΠ που εκμεταλλεύτηκε τις δυνατότητες των supermini υπολογιστών που κατασκευάστηκαν από εταιρίες όπως η IBM.

Τον 21^ο αιώνα, μεγάλο ρόλο στην εξέλιξη των ΓΣΠ έπαιξε η ανάπτυξη της τεχνολογίας και του διαδικτύου, με τη δημιουργία ισχυρών προσωπικών ηλεκτρονικών υπολογιστών (Personal Computer) και διάθεση λογισμικών ελεύθερου κώδικα (Open Source) και ελεύθερων χαρτογραφικών δεδομένων, ώστε ο απλός χρήστης μπορεί εύκολα να γνωρίσει, χρησιμοποιήσει και να εκπαιδευτεί σε αυτά. Παράλληλα μειώθηκε σημαντικά το κόστος λειτουργίας και ανάπτυξης των λογισμικών, ενώ το περιβάλλον εργασίας τους έγινε απλό και φιλικό. Σήμερα δεκάδες εταιρείες στον κόσμο παράγουν και εκατομμύρια άτομα χρησιμοποιούν λογισμικά για εφαρμογές ΓΣΠ.

Άλλοι λόγοι που ώθησαν στην τεχνολογία των ΓΣΠ (Αλεξάκης 2013):

- Η μεγάλη ανάπτυξη της Πληροφορικής
- Η βελτίωση των μαθηματικών μεθόδων ανάλυσης, ερμηνείας και πρόβλεψης των συνθηκών του γήινου περιβάλλοντος
- Η διαρκώς αυξανόμενη ανησυχία για την περιβαλλοντική υποβάθμιση σε εθνική και υπερεθνική κλίμακα

- Η αδυναμία επεξεργασίας του τεράστιου όγκου δεδομένων

1.1.5 Ο ρόλος των «Γ.Σ.Π» στην ανάπτυξη του πολεοδομικού σχεδιασμού

Βασικός στόχος της ένταξης της πληροφορικής γενικά και ειδικότερα των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στο σχεδιασμό του χώρου είναι αφενός η συστηματική διερεύνηση των προβλημάτων της πόλης και αφετέρου η εφαρμογή των σχεδίων και η παρακολούθηση της διαχείρισης και της λειτουργίας των πολεοδομικών συνόλων με έναν καθολικό τρόπο (Γεωργούλης, Αραβαντινός, 2007). Τα ΓΣΠ χρησιμοποιούνται για τον ψηφιακό σχεδιασμό, τη μαγνητική/ηλεκτρονική αποθήκευση, διαχείριση, ανάλυση και αξιολόγηση της χωρικής πληροφορίας. Όταν η χωρική πληροφορία είναι καταχωρημένη σε έναν Η/Υ τότε μέσω ενός ΓΣΠ μπορούμε να κάνουμε ερωτήσεις στη Βάση Δεδομένων και να διαχειριστούμε, να αναλύσουμε και να παρουσιάσουμε με ηλεκτρονική ταχύτητα πληροφορίες σε χάρτες, πίνακες, κείμενα και σχέδια.

Η αναγκαιότητα για τη χρησιμοποίηση των ΓΣΠ στο σχεδιασμό τίθεται από τη διαπίστωση, ότι η πολυπλοκότητα και η αλληλεπίδραση των θεμάτων πληροφορίας που θέτουν οι σύγχρονες ανάγκες του σχεδιασμού και ιδιαίτερα του πολεοδομικού σχεδιασμού, απαιτούν τη χρήση των ΓΣΠ σε συνδυασμό με τη δημιουργία μιας Γεωγραφικής Βάσης Δεδομένων που να παρέχει τη δυνατότητα επεξεργασίας, διερεύνησης και απεικόνισης σε μορφή χαρτών ή σχεδίων, ποσοτικών στοιχείων που αποσκοπούν στην ολοκληρωμένη ανάλυση θεμάτων που σχετίζονται με το χωρικό σχεδιασμό. Η χρησιμοποίηση, σε αυτήν την περίπτωση, ενός ολοκληρωμένου Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών ικανοποιεί έναν διπλό στόχο : πρώτον συμβάλλει στην ποιοτική βελτίωση της έρευνας σε θέματα πολεοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού και δεύτερον, προσφέρει τη δυνατότητα μιας διαχρονικής ενημέρωσης και ελέγχου των μεγεθών που συμβάλουν στη δημιουργία αναπτυξιακής πολιτικής. Η χρησιμοποίηση λοιπόν ενός τέτοιου συστήματος επιφέρει άμεσα ποιοτικά και ποσοτικά οφέλη λόγω της έγκαιρης και εύκολης πρόσβασης και επικαιροποίησης του αρχειακού υλικού, στη διαδικασία και στη μεθοδολογία ανάπτυξης του σχεδιασμού, ενώ ταυτόχρονα, διατηρείται το υλικό

παρελθόντων ετών που αναφέρεται στην ίδια περιοχή ενδιαφέροντος. Έτσι προσφέρεται στον μελετητή η αυτόματη αξιολόγηση της εξέλιξης των πραγμάτων με δυνατότητα σύγκρισης και πρόβλεψης. Τα συστήματα αυτά καταργούν τις χρονοβόρες και επαναλαμβανόμενες σχεδιαστικές εργασίες μειώνοντας έτσι και το ανάλογο κόστος καθώς και τον κίνδυνο της απώλειας πολύτιμων στοιχείων.

Επιπλέον, γίνεται όλο και πιο αναγκαία η διεπιστημονική συνεργασία από τον πολεοδομικό και χωροταξικό σχεδιασμό, καθώς πληθαίνουν συνεχώς οι παράγοντες που συμβάλλουν στην κάθε απόφαση που αφορά της ανθρώπινες δραστηριότητες. Σήμερα, η πληροφορική δεν είναι μόνο αναπόσπαστο μέσο για την ανάπτυξη του σχεδιασμού, αλλά αποτελεί το συνδεδετικό κρίκο μεταξύ των διάφορων επιστημών που υπεισέρχονται στην περιοχή της σχεδιασμένης οργάνωσης των οικισμών και των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Η πληροφορική είναι η επιστημονική οντότητα που σήμερα κάνει πραγματικότητα την έννοια του ολοκληρωμένου σχεδιασμού γιατί δίνει τη δυνατότητα της ποσοτικής σύνθεσης, σύγκρισης και αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ποσοτικών παραγόντων και επιστημονικών περιοχών, που συγκροτούν την έννοια της διεπιστημονικής προσέγγισης στον πολεοδομικό σχεδιασμό (Αραβαντινός, 2007).

Τα προγράμματα σχεδιασμού και ανάλυσης αποδείχτηκαν πολύτιμο εργαλείο ανάλυσης για τις επιστήμες του χώρου και ιδιαίτερα για τον πολεοδομικό σχεδιασμό, επειδή μέσα από αυτά εξετάζονται ζητήματα που αντιμετωπίζονται από αυτόν σε καθημερινή βάση. Μερικά από αυτά είναι :

- Τεκμηρίωση
- Γρήγορη και συναρτησιακή πληροφόρηση
- Συγκριτική πληροφορία σε σχέση με ποσοτικά και χρονικά μεγέθη
- Συνάρτηση μεγεθών και σχεδιαστική τους απεικόνιση
- Αποθήκευση και ανάκληση σχεδίων και χαρτών
- Συστηματική προσέγγιση στη διαχείριση του αστικού περιβάλλοντος
- Παρακολούθηση πολεοδομικών λειτουργιών και προγραμμάτων ανάπτυξης.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι σχεδιασμένα για διαχείριση, ανάλυση και σχεδιαστική ή χαρτογραφική απεικόνιση δεδομένων με χωρικό προσδιορισμό. Σύμφωνα με τον Bourrough

πρόκειται για προσπάθεια ανάπτυξης ενός συνόλου δυναμικών εργαλείων για συλλογή, ταξινόμηση, προσπέλαση και παρουσίαση χωρικών δεδομένων για διάφορες σκοπούς (Bourrough 1986). Συνεπώς, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρέχουν τα μέσα ηλεκτρονικού σχεδιασμού της χωρικής πληροφορίας, την οποία επεξεργάζονται σε χαρτογραφική ή σχεδιαστική μορφή συσχετίζοντας τη σχεδιαστική ψηφιακή πληροφορία με περιγραφικά δεδομένα.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της επιρροής και της έμπρακτης εφαρμογής των ΓΣΠ στον πολεοδομικό σχεδιασμό αποτελεί η Ηλεκτρονική Πολεοδομία (e-Πολεοδομία), η οποία σχεδιάζεται να εφαρμοστεί στην Ελλάδα τα επόμενα χρόνια και αφορά στην ανάπτυξη και λειτουργία πληροφοριακών συστημάτων για τις πολεοδομικές υπηρεσίες των Δήμων και των Νομαρχιών.

Ο Δήμος Θεσσαλονίκης έχει προβεί στην ανάπτυξη και εγκατάσταση νέων ειδικών εφαρμογών, οι οποίες οργανώνουν το πληροφοριακό υλικό και τις υπηρεσίες που σχετίζονται με γεωπληροφορικά, πολεοδομικά ή άλλα δεδομένα. Αυτά τα δεδομένα διαχέονται μέσω αντίστοιχων εφαρμογών και δικτύων προς τους πολίτες, τους χρήστες των υπηρεσιών του Δήμου, τις επιχειρήσεις και τις Δημόσιες ή ιδιωτικές Υπηρεσίες και Οργανισμούς.

Εταιρείες ύδρευσης, οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και οι δήμοι χρησιμοποιούν το GIS για τη διαχείριση και τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων. Τα διαλείμματα γραμμής νερού εντοπίζονται και αναφέρονται πιο εύκολα μέσω συστημάτων GIS, όπως το Nobel Systems GeoViewer και πόλεις δημοσιεύουν χάρτες GIS για το κοινό για πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με τις διακοπές λειτουργίας και την επερχόμενη εργασία ενεργειακής γραμμής ή γραμμής νερού.

Το GIS μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παρατήρηση της γεωργικής γης, της συχνότητας πλημμύρας και της διάβρωσης εδαφών, βοηθώντας τους σχεδιαστές να λάβουν ενημερωμένες αποφάσεις.

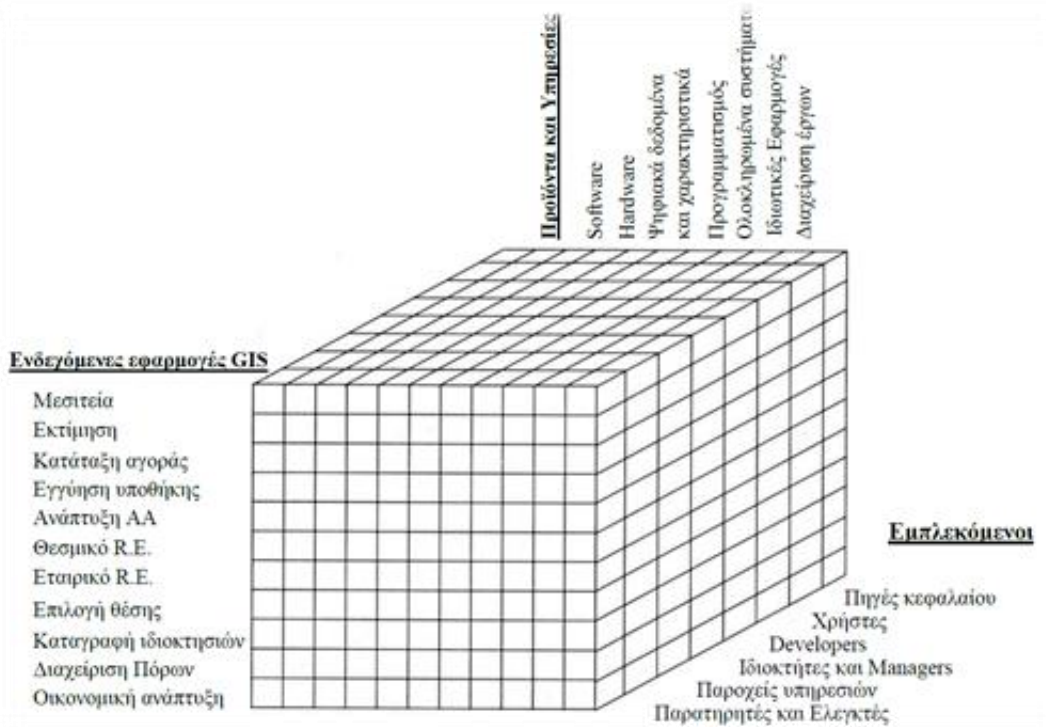
1.1.6 Ο ρόλος των «Γ.Σ.Π» στην Αγορά Ακινήτων μέχρι στιγμής

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναφορά στον τομέα της Αγοράς Ακινήτων και πως τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών συμβάλλουν στην ανάπτυξη και ορθή λειτουργία του.

Η Αγορά Ακινήτων αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους κλάδους της παγκόσμιας οικονομίας σήμερα, με έντονο κοινωνικό ρόλο, καθώς καλύπτει μία από τις βασικές ανάγκες του ανθρώπου, τη στέγαση. Ταυτόχρονα, έχει άμεση σχέση και με μη φυσικά πρόσωπα, όπως επιχειρήσεις και εταιρείες οι οποίες χρειάζονται να καλύψουν τη στέγαση των γραφείων τους.

Σύμφωνα με τον Ζεντέλη (Ζεντέλης,2015), τα Ακίνητα συναρτώνται με «την τοποθεσία, την τοποθεσία και την τοποθεσία». Επομένως, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι το κατάλληλο εργαλείο για τους εμπλεκόμενους στη βιομηχανία των ακινήτων, ώστε να ανακαλύπτουν, να διαχειρίζονται και να αναλύουν πληροφορίες σχετικά με αυτά, αλλά και να λαμβάνουν αποφάσεις.

Στο χώρο της αγοράς ακινήτων (και του Real Estate Γενικότερα) συμμετέχουν διάφοροι επαγγελματίες και φορείς οι οποίοι μπορούν να αλληλεπιδρούν και συνεργάζονται μεταξύ τους μέσα από προϊόντα και εφαρμογές GIS, όπως παρουσιάζεται στο **Σχήμα 2**:



Σχήμα 2: Χρήση των ΓΣΠ στην Αγορά Ακινήτων (Πηγή: Ζεντέλης, Π., 2015. Real Estate)

Οι συνεχείς εξελίξεις στην τεχνολογία θα κάνουν τις γεωγραφικές πληροφορίες πιο σημαντικές για την επιχείρηση των ακινήτων. Η συνεχής ανάπτυξη των άμεσα διαθέσιμων δεδομένων επιτρέπει στους οργανισμούς να αναπτύξουν μια βαθύτερη κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αξία των ακινήτων. Το ολοένα και πιο ισχυρό λογισμικό και αυτοματοποίηση θα δώσει τη δυνατότητα στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να κινηθούν γρηγορότερα και να επωφεληθούν από τα ανοίγματα στην αγορά.

Η χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών στις ενέργειες και διαδικασίες του κλάδου της αγοράς ακινήτων επιφέρει πολλά πλεονεκτήματα και δύναται να αυξήσει την παραγωγικότητα και αποδοτικότητα, μειώνοντας τα κόστη και τους χρόνους. Συγκεκριμένα, τα ΓΣΠ περιλαμβάνουν ειδικά εργαλεία δημιουργίας και διαχείρισης βάσεων δεδομένων, χωρικής και στατιστικής ανάλυσης ώστε να προσφέρουν στους εμπλεκόμενους με την αγορά ακινήτων :

- Πρόσβαση σε και έλεγχος τεράστιου αριθμού ακινήτων μέσω βάσεων δεδομένων

- Εκτίμηση της αγοραίας αξίας ενός ακινήτου λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά της γειτονιάς που βρίσκεται και τη σύγκριση με την αξία πώλησης γειτονικών και παρόμοιων ακινήτων
- Απόκτηση πληροφοριών για τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά της περιοχής όπου βρίσκεται το κάθε ακίνητο, όπως η κίνηση στους παρακείμενους δρόμους, οι οδικοί χρόνοι, η εγγύτητα σε διάφορα σημεία ενδιαφέροντος κ.α.
- Άμεση σύνδεση της γεωγραφικής πληροφορίας(θέσης) των ακινήτων με περιγραφική πληροφορία, π.χ. έτος κατασκευής, τιμή ενοικίου κ.ά
- Διαφοροποίηση τύπων ακινήτων, όπως μονάδες στέγασης, κτιριακά γραφεία ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις και σύνδεση των απαιτήσεων των ενδιαφερόμενων με τις διαθέσιμες ιδιοκτησίες (π.χ. ενοικίαση ή αγορά ακινήτου)
- Εύκολη αναζήτηση και εύρεση διαθέσιμων ακινήτων από έναν δυνητικό αγοραστή, σύμφωνα με κριτήρια που θέτει ο ίδιος, ανάλογα τις απαιτήσεις του
- Συγκέντρωση και ταξινόμηση καταλόγων ιδιοκτησιών (για όσα ιδιοκτησιακά καθεστώτα είναι διαθέσιμα) σε μία περιοχή
- Εκτίμηση της μελλοντικής αξίας ακινήτων και γενικότερα της κίνησης της αγοράς
- Προσδιορισμός εμπορικών περιοχών
- Εκτίμηση των αποτελεσμάτων του ανταγωνισμού, για παράδειγμα πριν την κατασκευή ενός σχεδίου
- Προσδιορισμός και ανάλυση δημογραφικών τάσεων και τάσεων εισοδημάτων μέσω θεματικών χαρτών
- Ορθολογική χωροθέτηση για την ανάπτυξη και κατασκευή σχεδίων, όπως η κατασκευή και λειτουργία ενός εμπορικού κέντρου
- Ανάπτυξη του marketing και προώθηση προϊόντων και υπηρεσιών, π.χ με σύνθεση χαρτών

Σήμερα έχουν αναπτυχθεί πολλά προϊόντα και ειδικές εφαρμογές GIS για την κάλυψη των αναγκών της αγοράς ακινήτων. Ειδικά στις ΗΠΑ, όλο και περισσότερες εταιρείες του Real Estate τείνουν να ενσωματώνουν την τεχνολογία των ΓΣΠ στις παροχές τους, εκμεταλλεύοντας τα οφέλη που προσφέρουν:

- Η εταιρεία GeothinQ διαθέτει εύχρηστα εργαλεία χαρτογράφησης για την αξιολόγηση ιδιοκτησιών, τη διαχείριση της διαδικασίας δέουσας επιμέλειας και τη δημιουργία συναρπαστικών χαρτών και γραφικών. Δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να ψάξουν για ακίνητα σχεδόν σε όλη τη χώρα, να αξιολογήσουν τις ιδιοκτησίες με τη βοήθεια επιπρόσθετων δεδομένων (όπως υψομετρική πληροφορία, πλημμυρικές ζώνες κ.α.) και να αναλύσουν τάσεις της αγοράς.
- Η γνωστή εταιρεία κατασκευής και ανάπτυξης τοπογραφικών και φωτογραμμετρικών οργάνων Leica σε συνεργασία με τη Metterport, μία εταιρεία τεχνολογίας τρισδιάστατων μέσων φέρνουν την επαυξημένη πραγματικότητα στον κόσμο της αγοράς ακινήτων. Συγκεκριμένα, με χρήση ενός laser scanner της πρώτης εταιρείας και μίας πλατφόρμας της δεύτερης είναι δυνατή η δημιουργία 3D μοντέλων πραγματικών χώρων, όπως ένα διαμέρισμα. Έτσι ο δυνητικός αγοραστής πέρα από την έρευνα αγοράς των ακινήτων με τη θέση τους σε ένα ΓΣΠ έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει μια ψηφιακή περιήγηση στο ίδιο το εσωτερικό του ακινήτου χωρίς να χρειαστεί να μεταβεί σε αυτό, εξοικονομώντας με αυτόν τον τρόπο χρόνο και χρήμα, κάνοντας παράλληλα πιο ελκυστικό το ίδιο προϊόν.
- Η εταιρεία Prologis, μία από τις μεγαλύτερες μεσιτικές εταιρείες στις ΗΠΑ ειδικά στο χώρο των βιομηχανικών μονάδων, προσφέρει στους πελάτες της λύσεις σε logistics και εφαρμογές GIS, όχι μόνο για την αγοραπωλησία ιδιοκτησιών αλλά για τη διαχείριση τους επίσης. Είναι τόσο μεγάλο το πλεονέκτημα εξειδίκευσης σε αυτόν τομέα που η οικονομική αξία των αγαθών που διαχειρίζονται στα κέντρα διανομής της Prologis κάθε χρόνο εκτιμάται από την Oxford Economics στα 2,2 τρισεκατομμύρια δολάρια.

1.1.7 Γιατί επιλέγουμε το QGIS

Το Quantum GIS ή QGIS (<http://www.qgis.org>) είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα ΓΣΠ που λειτουργεί σε όλα τα λειτουργικά συστήματα. Διατίθεται με την άδεια GNU General Public License (GPL).

Το QGIS διαθέτει φιλικό γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας, επιτρέποντας στους χρήστες να αναλύουν και να επεξεργάζονται χωρικές πληροφορίες, εκτός από τη σύνθεση και την εξαγωγή γραφικών χαρτών. Προσφέρει εργαλεία γεωεπεξεργασίας, στατιστικής και χωρικής ανάλυσης, τοπογραφικών εφαρμογών, εργαλεία χαρτοσύνθεσης και δημιουργίας βάσεων δεδομένων.

Το γεγονός πως το QGIS είναι ελεύθερο λογισμικό και παράλληλα απολύτως νόμιμο είναι ένας σημαντικός λόγος για την επιλογή του ως Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών. Παρότι δεν χρειάζεται αγορά κάποιας άδειας για τη χρήση του δεν υστερεί ιδιαίτερα με άλλα εμπορικά μη ελεύθερα λογισμικά, καθώς έχει μεγάλη ταχύτητα και απόδοση προσφέροντας πληθώρα δυνατοτήτων ανάλυσης και επεξεργασίας, μέσω συνεργασιών με το GRASS και άλλα εργαλεία. Το QGIS υποστηρίζει πολλές απαραίτητες μορφές αρχείων, όπως shapefiles, dxf κ.α.. Υποστηρίζονται επίσης υπηρεσίες Web, για να επιτρέπεται η εισαγωγή δεδομένων από εξωτερικές πηγές.

Στο QGIS ενσωματώνονται και προσθήκες (plugins) ανοιχτού κώδικα. Αυτές οι προσθήκες γραμμένες σε Python ή C++ επεκτείνουν τις δυνατότητες του QGIS. Οι προσθήκες μπορούν να πραγματοποιήσουν γεωκωδικοποίηση χρησιμοποιώντας το API Google Geocoding, να εκτελούν λειτουργίες παρόμοιες με εκείνες των τυποποιημένων εργαλείων που υπάρχουν σε εμπορικά λογισμικά, όπως το ArcGIS, και να διασυνδέονται με βάσεις δεδομένων στο διαδίκτυο. Έτσι, ένας χρήστης με γνώσεις προγραμματισμού έχει τη δυνατότητα να γράψει και να ενσωματώσει το δικό του script για κάποια ειδική λειτουργία ή αυτοματοποίηση λειτουργιών σώζοντας χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο, το QGIS γίνεται ένα «προσωπικό» ΣΓΠ που ανταπεξέρχεται στις ανάγκες του χρήστη, γεγονός το οποίο δεν γίνεται σε εμπορικά λογισμικά.

Σε σχέση με άλλα ΓΣΠ απαιτεί λιγότερη μνήμη RAM και επεξεργαστική ισχύ. Ως εκ τούτου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε παλαιότερα υπολογιστικά συστήματα (hardware) ή να λειτουργεί ταυτόχρονα με άλλες εφαρμογές όπου η ισχύς της CPU ενδέχεται να είναι περιορισμένη.

Ακόμα το QGIS παρουσιάζει πολύ καλή υποστήριξη: Οι οδηγίες χρήσης, τα εγχειρίδια και γενικότερα οι εμπειρίες των χρηστών από την εφαρμογή είναι πάρα πολλές και δίνουν σημαντική βοήθεια στους νέους και όχι μόνο χρήστες.

Τέλος η εξέλιξη του QGIS είναι πολύ γρήγορη. Κάθε φορά που υπάρχει μια νέα έκδοση του λογισμικού, υποδεικνύεται με ένα αναδυόμενο παράθυρο που δίνει τη δυνατότητα λήψης, παρουσιάζοντας όλα τα νέα χαρακτηριστικά μαζί με οδηγίες χρήσης.

1.2 Μοντέλα δεδομένων

Ο τρόπος με τον οποίο τα χωρικά δεδομένα αναπαρίστανται στα ΓΣΠ εξαρτάται από τα Μοντέλα Δεδομένων(Data Models). Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι τα ακόλουθα :

- Το **Μοντέλο Πεδίων** (Field-Based Model), όπου ο γεωγραφικός χώρος προσεγγίζεται ως μία συνεχής δομή και αποτελείται από υποπεριοχές, τα πεδία. Στο κάθε πεδίο αποδίδεται η τιμή του χαρακτηριστικού ή του μεγέθους που εξετάζεται, των οποίων οι τιμές μεταβάλλονται από θέση σε θέση. Στο μοντέλο πεδίων ο χώρος διαιρείται σε περιοχές με τη μορφή σημείων, πεπερασμένων κελίων ή φατνίων υπό τη μορφή κανάβου.
- Το **Μοντέλο Αντικειμένων** (Object-Based Model). Στο μοντέλο αντικειμένων ο γεωγραφικός χώρος αποτελείται από αντικείμενα που διαθέτουν συγκεκριμένα γεωμετρικά και θεματικά χαρακτηριστικά. Χρησιμοποιείται κυρίως για την αναπαράσταση δεδομένων με διακριτά όρια, όπως το οδικό δίκτυα ή τα όρια δήμων και λοιπών διοικητικών δομών.

1.2.1 Δομές γεωγραφικών δεδομένων

Οι δομές γεωγραφικών δεδομένων υλοποιούν τα προαναφερθέντα μοντέλα δεδομένων. Οι δομές αυτές διαχειρίζονται τη χωρική διάσταση (θέση, χωρικές ιδιότητες και σχέσεις) των γεωγραφικών φαινομένων. Έτσι τα αντικείμενα παρουσιάζονται σε Διανυσματική Δομή(Vector Structure) ή Ψηφιδωτή(Raster), όπως αναλύεται στη συνέχεια.

1.2.2 Διανυσματικά δεδομένα (Vector)

Τα διανυσματικά δεδομένα χρησιμοποιούνται για την περιγραφή δεδομένων με το μοντέλο αντικειμένων. Η διανυσματική μορφή αναπαριστά τα δεδομένα στο χώρο ως γεωμετρικά 'αρχέτυπα', τα οποία μπορεί να είναι σημεία, γραμμές ή πολύγωνα.

- Τα σημεία είναι μηδενικής διάστασης, αναπαριστώντας συγκεκριμένες θέσεις στο χώρο(για παράδειγμα πόλεις, σημεία ενδιαφέροντος κ.α.) και προσδιορίζονται μέσω ενός ζεύγους συντεταγμένων.
- Οι γραμμές θεωρούνται μίας διάστασης και προσδιορίζονται μέσω των συντεταγμένων του αρχικού, ενδιάμεσων και τελικού σημείου τους. Ως γραμμές αναπαρίστανται οι δρόμοι, τα σύνορα, το υδρογραφικό δίκτυο κλπ.
- Τα πολύγωνα αποτελούν οντότητες δύο διαστάσεων και προσδιορίζονται από την κλειστή τεθλασμένη γραμμή που διαμορφώνει το περίγραμμά τους.

Τα vector δεδομένα συνήθως αποθηκεύονται σε format shapefile(.shp). Το format shapefile είναι ένα format γεωχωρικών διανυσματικών δεδομένων για λογισμικά Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS). Αναπτύσσεται και ρυθμίζεται από την Esri ως μια ως επί το πλείστον formaανοιχτή προδιαγραφή για τη διαλειτουργικότητα δεδομένων μεταξύ της Esri και άλλων προϊόντων λογισμικού GIS. Το format shapefile αποθηκεύει τα δεδομένα ως πρωτόγονα γεωμετρικά σχήματα όπως σημεία, γραμμές και πολύγωνα. Αυτά τα σχήματα, μαζί με τα χαρακτηριστικά(attributes) δεδομένων που συνδέονται με κάθε σχήμα, δημιουργούν την αναπαράσταση των γεωγραφικών δεδομένων.

Το shapefile εισήχθη με το ArcView GIS 2 στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Πλέον είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος αποθήκευσης και διαχείρισης γεωχωρικών δεδομένων, όπου συναντάται και χρησιμοποιείται σε όλα τα λογισμικά ΣΓΠ. Ο όρος "shapefile" είναι αρκετά κοινός, αλλά το format αποτελείται από μια συλλογή αρχείων με ένα κοινό πρόθεμα ονόματος αρχείου, αποθηκευμένο στον

ίδιο κατάλογο. Τα τρία υποχρεωτικά αρχεία έχουν επεκτάσεις ονόματος αρχείου .shp, .shx και .dbf. Το πραγματικό shapefile σχετίζεται συγκεκριμένα με το αρχείο .shp, αλλά μόνο του δεν είναι πλήρες για διανομή καθώς απαιτούνται τα άλλα υποστηρικτικά αρχεία.

1.2.3 Δεδομένα ψηφιδωτής μορφής (Raster)

Η ψηφιδωτή δομή είναι η πλέον κατάλληλη για την υλοποίηση του μοντέλου πεδίων και χρησιμοποιείται κατά κόρον για την περιγραφή γεωγραφικών φαινομένων συνεχής μεταβολής.

Τα ψηφιδωτά δεδομένα αποτελούνται από ένα πλέγμα φατνίων (εικονοστοιχείων – pixels), καθένα από τα οποία χαρακτηρίζεται από ένα ζεύγος συντεταγμένων που ορίζει τη θέση του στο χώρο και την τιμή του χαρακτηριστικού στη θέση αυτή. Στη συντριπτική τους πλειοψηφία τα φατνία είναι τετράγωνου σχήματος, ενώ το μέγεθος του ποικίλει και ορίζει την επιφάνεια του εδάφους που καλύπτει. Το μέγεθος το φατνίου ορίζεται ως η χωρική διακριτικότητα (spatial resolution) και καθορίζει την ανάλυση του ψηφιδωτού αρχείου.

Τα δεδομένα ψηφιδωτής μορφής δημιουργούνται πρωτογενώς, όπως οι δορυφορικές εικόνες που αποθηκεύονται από τους τηλεπισκοπικούς δέκτες και οι αεροφωτογραφίες, είτε δευτερογενώς από τη σάρωση κλασικών αναλογικών χαρτών ή εικόνων και την ανάλυση διανυσματικών δεδομένων, όπως το μοντέλο εδάφους που προκύπτει από την ανάλυση ενός συνόλου σημείων τρισδιάστατης πληροφορίας (συντεταγμένες x, y, z).

1.2.4 Βάσεις δεδομένων

Μία βάση δεδομένων αποτελεί μία συλλογή συσχετιζόμενων πληροφοριών που επιτρέπει την είσοδο, αποθήκευση, ανάλυση, εξαγωγή και οργάνωση των δεδομένων. Οι βάσεις δεδομένων στα ΓΣΠ περιλαμβάνουν τη χωρική θέση των αντικειμένων και προφέρει ταχύτητα και ευκολία στο χρήστη

συνδυάζοντας διαφορετικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων αυτών. Η ΒΔ δίνει τη δυνατότητα γρηγορότερης και ευκολότερης ενημέρωσης και αναζήτησης των δεδομένων.

Υπάρχουν δύο μοντέλα (database models), σύμφωνα με τα οποία λειτουργεί μία βάση δεδομένων:

- Το σχεσιακό μοντέλο βάσεων δεδομένων, το οποίο παρουσιάζει τα δεδομένα σαν να έχουν αποθηκευτεί σε ορθογώνιους πίνακες που αποτελούν τις σχέσεις (relations)
- Το αντικειμενοστραφές μοντέλο, κατά το οποίο τα αντικείμενα συνδέονται με τρόπο που να αντικατοπτρίζει τις σχέσεις τους

Η διαχείριση των βάσεων επιτυγχάνεται από τη χρήση μέσω συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων (ΣΔΒΔ). Τα συστήματα αυτά προσφέρουν τα εργαλεία για την οργάνωση της εισαγωγής και της αποθήκευσης των δεδομένων, την ασφάλεια και την αναζήτηση μέσω υποβολής ερωτημάτων ή εντολών, συνήθως σε γλώσσα SQL. Με αυτόν τον τρόπο, ο χρήστης διαθέτει γρήγορα τα δεδομένα που χρειάζεται, ανάλογα τα χωρικά ή θεματικά κριτήρια που έχει θέσει στην ανάλογη ερώτηση στη βάση.

Είναι εύλογος ο ισχυρισμός ότι τα ΓΣΠ έχουν κοινά χαρακτηριστικά με τα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων. Εντούτοις, πολλοί θεωρούν ότι τα ίδια αποτελούν ένα τέτοιο σύστημα. Η λειτουργική πολυπλοκότητα όμως των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών καθιστά το σύστημα αυτό διαφορετικό από οτιδήποτε άλλο. Αυτό που διαχωρίζει τα GIS από άλλα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων δεν είναι η φύση των πληροφοριών που διαχειρίζονται, αλλά ο τρόπος με τον οποίο γίνεται αναφορά στα δεδομένα. Τα δεδομένα σχετίζονται με τη γεωγραφική περιγραφή της επιφάνειας της γης. Η βάση δεδομένων στο GIS αναφέρεται και ως Γεωβάση.

1.3 Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων

Κατά τον Ζοπουνίδη (Zorounidis 1999), πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων (MultiCriteria Decision Analysis ή MCDA) ορίζεται ένα σύνολο μεθόδων που βοηθούν στην σύνθεση πολλών κριτηρίων εκτίμησης, ούτως ώστε να καθιστά δυνατή την επιλογή, κατάταξη, ταξινόμηση και περιγραφή ενός

συνόλου εναλλακτικών ενεργειών. Βασικός στόχος της ανάλυσης είναι, ο αποφασίζων να συγκεντρώσει τα εργαλεία που θα τον βοηθήσουν στην επίλυση προβλημάτων.

Τα προβλήματα που μπορεί να είναι είτε απλά καθημερινά που συναντά ένας άνθρωπος είτε σύνθετα και βαρυσήμαντα που μπορεί να προκύψουν για μία επιχείρηση ή διοίκηση αποτελούνται από πολλούς και σύνθετους παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες, η βαρύτητα τους και τα κριτήρια που απορρέουν από το στόχο της λύσης του προβλήματος περικλείονται σε μία μέθοδο πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων.

Τις τελευταίες δεκαετίες η ανάπτυξη μεθόδων MCDA υπήρξε ραγδαία με την εμφάνιση δύο διαφορετικών σχολών ανάπτυξης, της αμερικάνικης και της ευρωπαϊκής. Η διαφορά τους έγκειται στην απόδοση των συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων που οδηγούν στην απόφαση, καθώς στην πρώτη αυτοί εισάγονται από τον ίδιο το λήπτη της απόφασης ενώ η δεύτερη περιέχει τεχνικές, σύμφωνα με τις οποίες αποσαφηνίζεται η βαρύτητα του κάθε κριτηρίου. Η διάκριση αυτή, πλέον, τείνει να εξαλειφθεί καθώς νέες μέθοδοι συνδυάζουν τη λογική και των δύο σχολών.

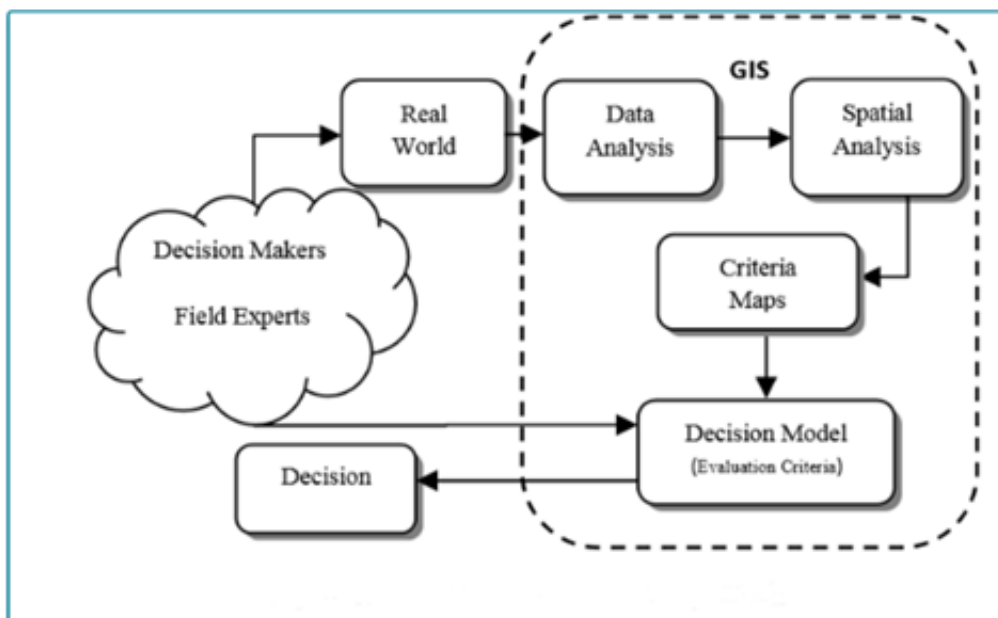
Οι σημαντικότερες μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης και ευρέως χρησιμοποιούμενες είναι η μέθοδος MAVT (Multi-attribute Value Theory), η UTA (Utility Theory Additive), οι μέθοδοι ELECTRE (ELimination and Choice Expressing REality) και η AHP ή Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία.

Οι κλασικές μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης είναι κυρίως μη χωρικές και χρησιμοποιούν πρωτίστως μέσες τιμές για την αξιολόγηση μικρού και καθορισμού αριθμού εναλλακτικών επιλογών. Σε προβλήματα με γεωγραφική συνιστώσα, όμως, οι μέθοδοι αυτές είναι «αδύναμες», καθώς ο χώρος είναι συνεχής. Τα χωρικά προβλήματα συνήθως περιλαμβάνουν ένα μεγάλο σύνολο εφικτών εναλλακτικών λύσεων και πολλαπλά, αντικρουόμενα και ασύμβατα κριτήρια αξιολόγησης.

Τα Συστημάτα Γεωγραφικών Πληροφοριών αποτελούν το κατάλληλο εργαλείο, ώστε η γεωγραφική πληροφορία και χωρική θέση των δεδομένων να εισαχθούν στην ΠΚΑ για την λήψη αποφάσεων σε τέτοια προβλήματα.

Η χωρική πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων είναι μια διαδικασία που μετασχηματίζει και συνδυάζει γεωγραφικά δεδομένα και τιμές χαρακτηριστικών τους για την επίλυση χωρικών προβλημάτων. Για να γίνει αυτό, εξετάζει μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων, τη χωρική διάσταση των κριτηρίων αξιολόγησης και εναλλακτικές αποφάσεις για την αξιολόγηση των κριτηρίων

Όπως φαίνεται στο **Σχήμα 3**, οι λήπτες της απόφασης εισάγουν τα δεδομένα που αντιπροσωπεύουν την υφιστάμενη κατάσταση στον πραγματικό κόσμο σε ένα λογισμικό GIS. Στη συνέχεια τα δεδομένα αναλύονται χωρικά και μη, ώστε να προκύψουν τα κριτήρια του προβλήματος εκπεφρασμένα σε θεματικά επίπεδα και τα βάρη τους ανάλογα την σπουδαιότητα του καθενός. Τέλος, ο χρήστης αξιολογεί αυτό το μοντέλο και καταλήγει στην απόφαση.



Σχήμα 3 : Η πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων σε ένα ΓΣΠ(Πηγή:storymaps.arcgis.com)

Σε γενικές γραμμές, απαντώνται τρεις βασικοί τύποι σύνδεσης λογισμικών ΓΣΠ με τεχνικές ΠΚΑ (Χαλκιάς, Χ., Γκούσια, Μ. 2015) :

- Πλήρης σύνδεση (fullcoupling), κατά την οποία ένα ενιαίο λογισμικό παρέχει και τις δύο δυνατότητες,
- Ισχυρή σύνδεση (tightcoupling), η οποία συνήθως υλοποιείται με την ενσωμάτωση ειδικών προσθηκών εφαρμογής μεθόδων ΠΚΑ σε ένα λογισμικό ΓΣΠ

Χαλαρή σύνδεση (loosecoupling) η οποία επιτυγχάνεται με ανεξάρτητη λειτουργία δύο πακέτων και με ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τους.

2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ

2.1 Διατύπωση κεντρικής ιδέας της εφαρμογής

Η κεντρική ιδέα της εφαρμογής στηρίζεται στην ανάπτυξη ενός μοντέλου το οποίο να μπορεί ανάλογα με τις με τις προτιμήσεις του χρήστη να επιλέγει τις κατάλληλες περιοχές στις οποίες μπορεί να ξεκινήσει την αναζήτηση του για εύρεση κατοικίας. Να εντοπίζει δηλαδή τις περιοχές που καλύπτουν σε μεγαλύτερο ποσοστό τις απαιτήσεις του χρήστη. Ο σύγχρονος τρόπος αναζήτησης κατοικίας στηρίζεται σε μεγάλο ποσοστό σε μηχανές αναζήτησης οι οποίες λαμβάνουν σαν δεδομένο την τοποθεσία. Η εφαρμογή που αναλύεται στην παρούσα εργασία βρίσκεται ένα βήμα μπροστά από τον σύγχρονο τρόπο αναζήτησης κατοικίας καθώς εντοπίζει για τον χρήστη τις καταλληλότερες τοποθεσίες. Η παρατήρηση αυτή υπήρξε κινητήριο δύναμη για την ανάπτυξη του συγκεκριμένου μοντέλου.

2.1.1 Εντοπισμός ερευνητικού προβλήματος

Η συνεχόμενη βελτίωση των δυνατοτήτων των λογισμικών των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών δίνει πλέον την δυνατότητα να γίνονται αναλύσεις οι οποίες τα προηγούμενα χρόνια δεν μπορούσαν να πραγματοποιηθούν λόγω όγκου δεδομένων και απαιτήσεων επεξεργαστικής ισχύς από τους υπολογιστές. Ωστόσο η αναζήτηση των μεταβλητών που επηρεάζουν την αξία της κατοικίας είναι ένα πρόβλημα το οποίο απαιτεί βαθιά κατανόηση τόσο της αγοράς αλλά ταυτόχρονα και των πολεοδομικών μεγεθών που την επηρεάζουν. Το πρώτο σκέλος του ερευνητικού προβλήματος είναι να εντοπιστούν οι μεταβλητές εκείνες που έχουν μεγάλη επιρροή στην επιλογή κατοικίας αλλά και στην διαμόρφωση της αξίας κάθε περιοχής. Στην συνέχεια, αφού γίνει η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, θα πρέπει μέσω των επεξεργαστικών διαδικασιών του Qgis να καταλήξουμε στις τελικές μεταβλητές οι οποίες αφού θα μορφώσουν την εξίσωση της πολυκριτηριακής μας ανάλυσης. Στα

Κεφάλαια 3 και 4 της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται αναλυτικά τα βήματα από την συλλογή μέχρι και την μόρφωση του τελικού κριτηρίου επιλογής τοποθεσίας.

2.2 Περιοχή έρευνας στα όρια της περιφέρειας Αττικής

Η Αττική επιλέχθηκε για την παρούσα διπλωματική εργασία για τους εξής λόγους :

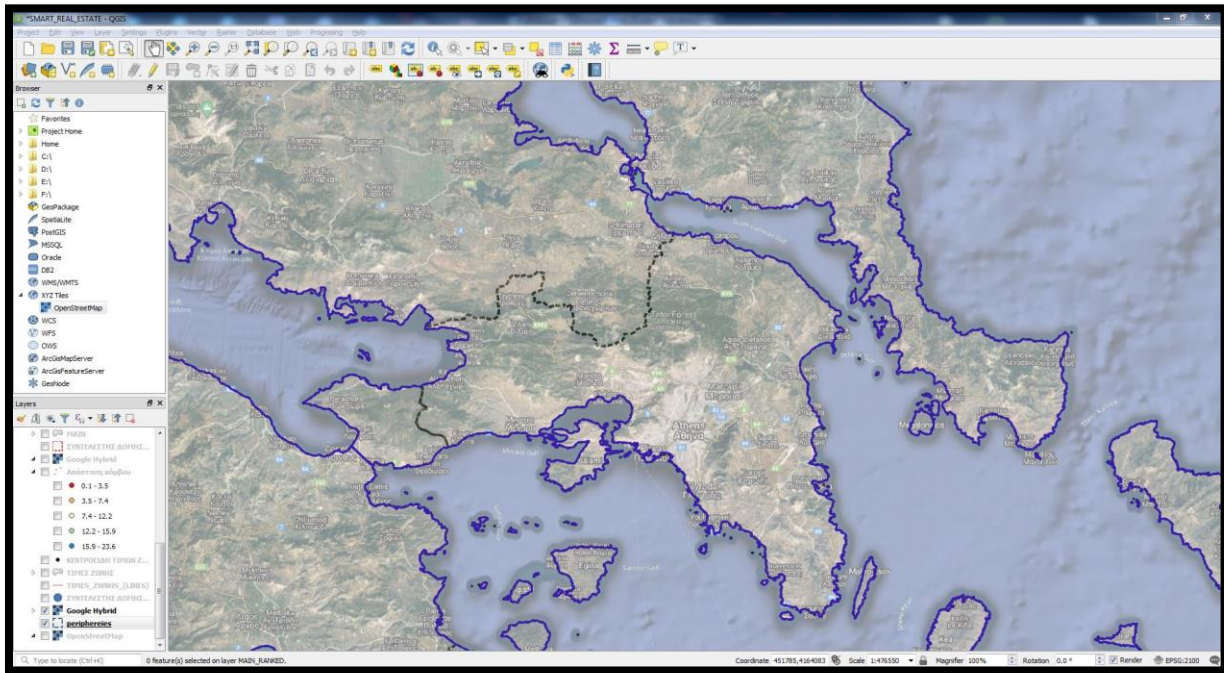
- Συγκεντρώνει μεγάλο μέρος πληθυσμού της χώρας. (περίπου το 1/3 σύμφωνα με την επίσημη απογραφή του 2001)
Μεγάλος πληθυσμός στα πλαίσια του μοντέλου σημαίνει και αυξημένη ζήτηση για ενοικίαση, γεγονός που επισφραγίζει την σκοπιμότητα της διπλωματικής για εύρεση τοποθεσίας
- Η Αττική έχει ποικιλόμορφο πολεοδομικό σχεδιασμό με μεγάλες διακυμάνσεις σε μεταβλητές κρίσιμες για την ανάπτυξη της εφαρμογής όπως η τιμή ζώνης και ο συντελεστής δόμησης.
- Διαθέτει ολοκληρωμένο δίκτυο μετρό
Δεδομένου του κυκλοφοριακού φόρτου που προκαλεί καθυστερήσεις στην καθημερινότητα του πολίτη είναι σίγουρο και επίκαιρο να ισχυριστούμε πως το μετρό παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή τοποθεσίας προς ενοικίαση
- Η εκτεταμένη ακτογραμμή στην περιφέρεια αττικής προσδίδει ένα επιπλέον χαρακτηριστικό στις πιθανές αναζητήσεις χρηστών που θα επιθυμούσαν να βρίσκονται κοντά σε θάλασσα

2.3 Συλλογή χωρικών δεδομένων – Shp files

2.3.1 Περιγραφή Ακτογραμμής και περιφέρειας Αττικής

Τα περιγράμματα της ακτογραμμής και τα όρια της περιφέρειας Αττικής οπου είναι και η περιοχή έρευνας αντλήθηκαν σε μορφή shp από από την ιστοσελίδα www.geodata.gov.gr.

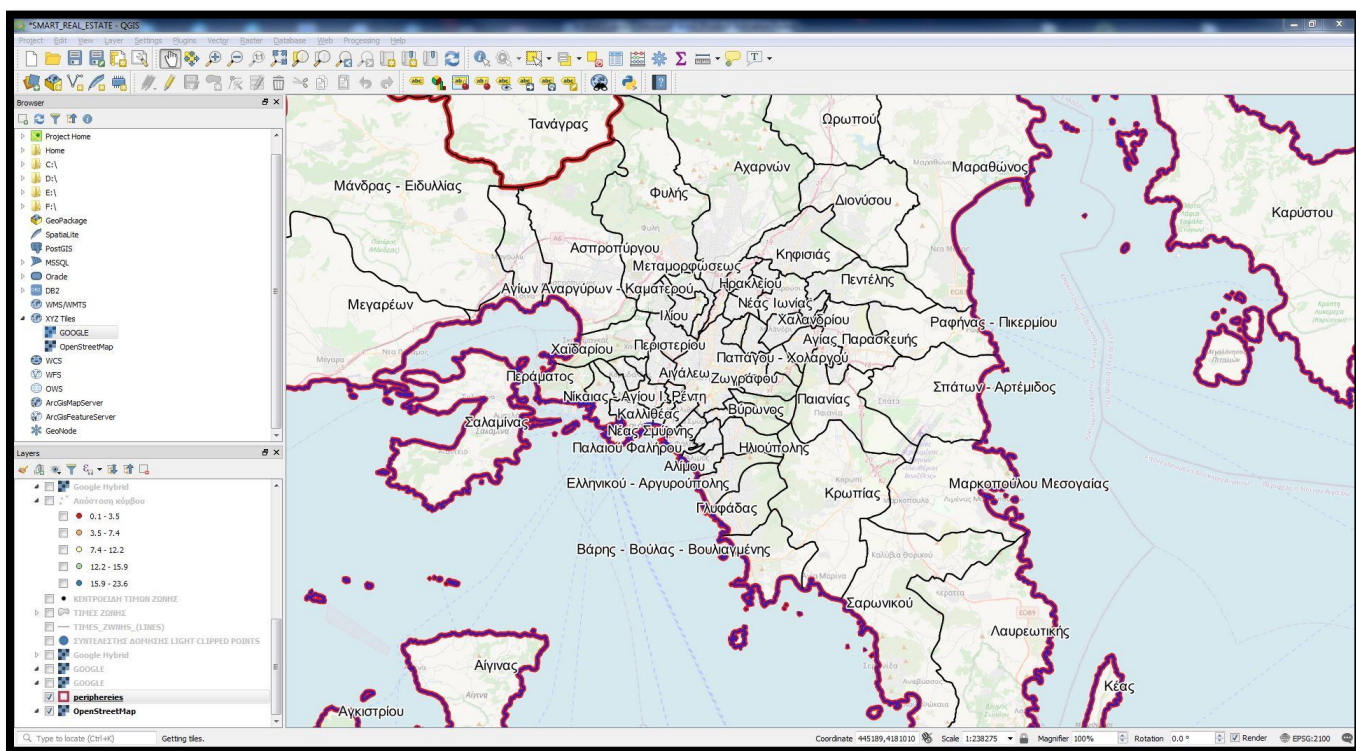
Η απεικόνιση τους στο περιβάλλον του Qgis φαίνεται στο **Σχήμα 4**.



Σχήμα 4 : Γραφική απεικόνιση ακτογραμμής και ορίου περιφέρειας Αττικής σε υπόβαθρο Google Hybrid Map

2.3.2 Όρια δήμων - ΟΤΑ

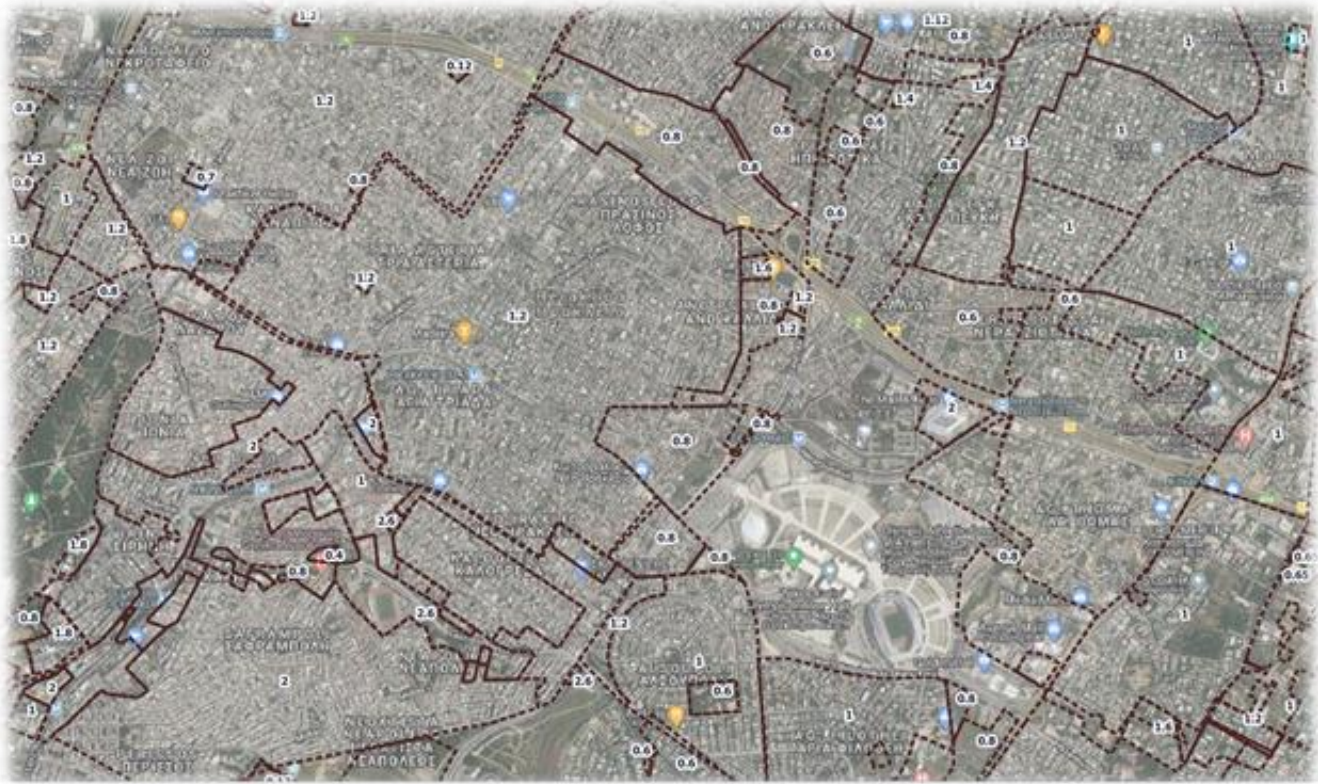
Τα όρια των Δήμων – ΟΤΑ που χρησιμοποιήθηκαν αντλήθηκαν σε μορφή shp από από την ιστοσελίδα www.geodata.gov.gr. Η απεικόνιση τους στο περιβάλλον του Qgis φαίνεται στο **Σχήμα 5**.



Σχήμα 5 : Γραφική απεικόνιση ορίων Δήμων – ΟΤΑ σε υπόβαθρο OpenStreetMap

2.3.3 Πολύγωνα τιμών συντελεστή δόμησης

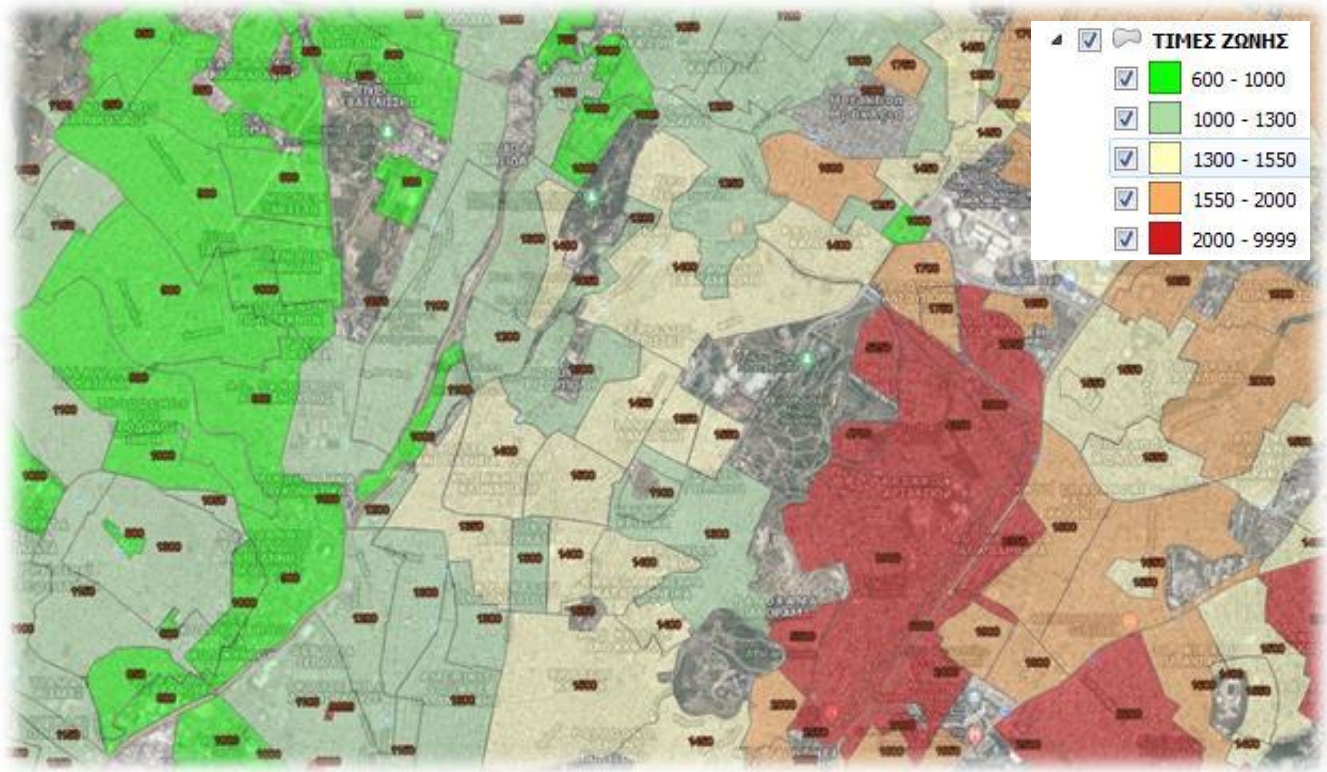
Τα πολύγωνα των τιμών του συντελεστή δόμησης στην περιοχή έρευνας μας αναζητήθηκαν στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας : gis.epoleodomia.gov.gr. Μέσω της δυνατότητας του Qgis : ArcGisFeatureServer → New Connection → Create a New ArcGIS Feature Server Connection. Η απεικόνισή τους στο περιβάλλον του Qgis φαίνεται στο **Σχήμα 6**.



Σχήμα 6 : Γραφική απεικόνιση πολυγώνων και τιμών συντελεστή δόμησης σε υπόβαθρο Google Hybrid Map

2.3.4 Πολύγωνα τιμών ζώνης

Τα πολύγωνα των τιμών ζώνης αναζητήθηκαν στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας : gis.epoleodomia.gov.gr. Μέσω της δυνατότητας του Qgis : ArcGisFeatureServer → New Connection → Create a New ArcGIS Feature Server Connection. Η απεικόνιση τους στο περιβάλλον του Qgis φαίνεται στο **Σχήμα 7**.

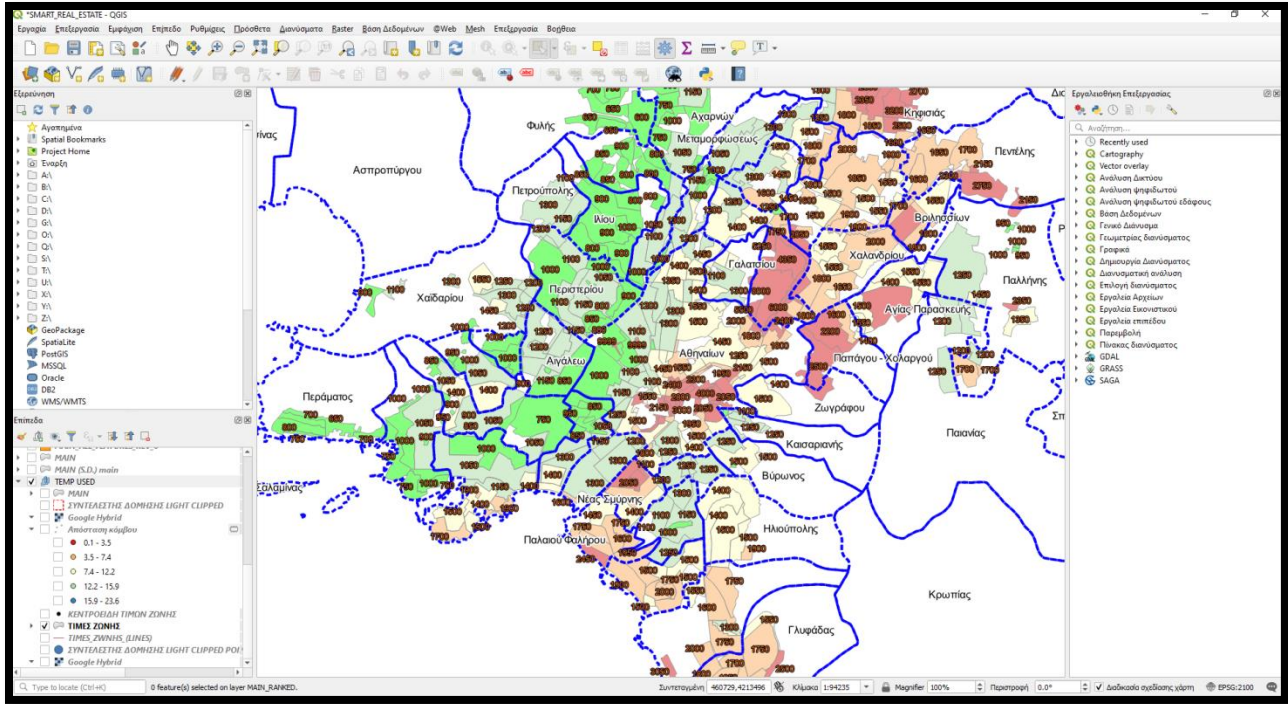


Σχήμα 7 : Γραφική απεικόνιση πολυγώνων και τιμών ζώνης σε υπόβαθρο Google Hybrid Map

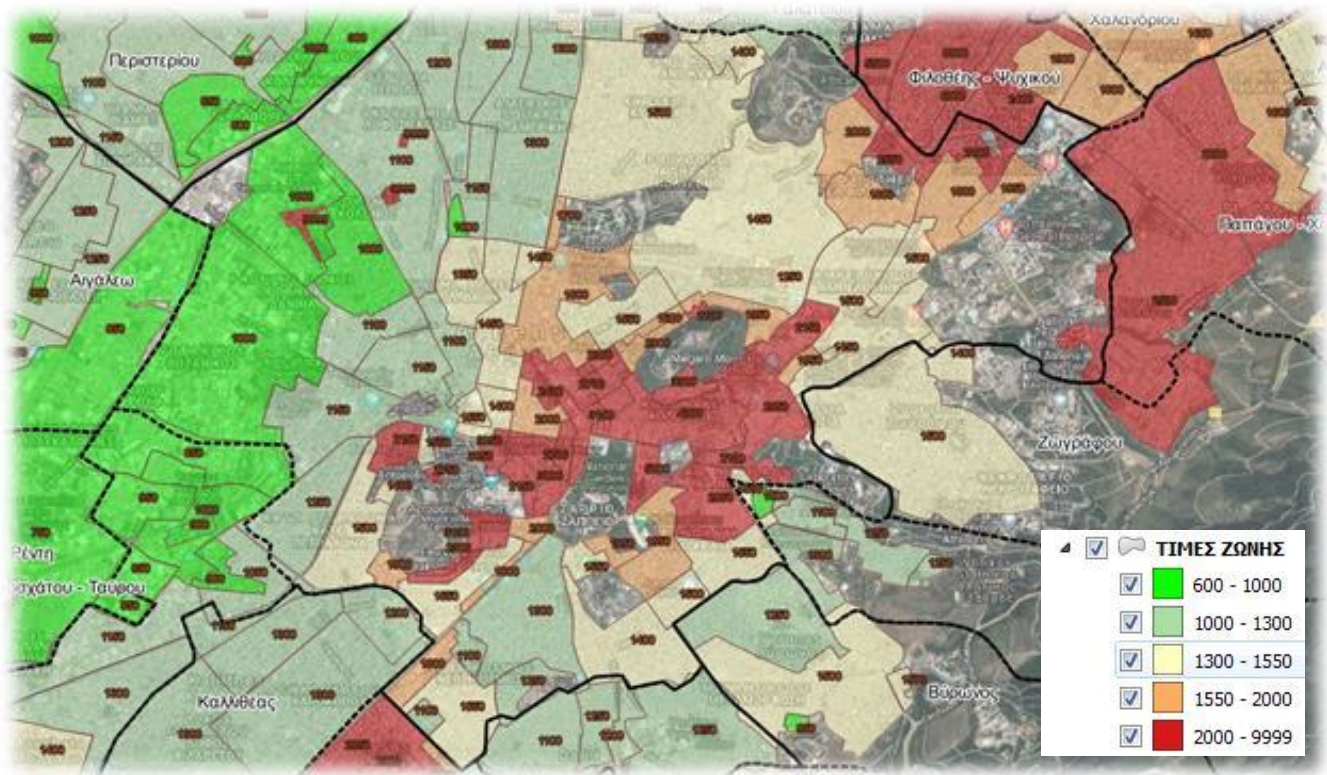
3. Υλοποίηση εφαρμογής – Κριτήρια και κατανομή βαρών

3.1 Διακριτοποίηση χάρτη με βάση το επίπεδο της τιμής ζώνης

Η υλοποίηση του αλγορίθμου ξεκινάει με την επιλογή του επιπέδου με το οποίο θα γίνει η διακριτοποίηση του τελικού χάρτη. Η τιμή ζώνης είναι ένα χαρακτηριστικό το οποίο διαμορφώνεται με πολλούς παράγοντες και καθορίζεται από το υπουργείο οικονομικών. Σύμφωνα με οδηγία του υπουργείου προς τους εκτιμητές η τιμή ζώνης είναι η ενιαία τιμή αφετηρίας την οποία την οποία έχει κάθε ακίνητο που βρίσκεται στην ζώνη αυτή. Είναι προφανές δηλαδή πως η τιμή ζώνης είναι άρρητα συνδεδεμένη με την αξία του ακινήτου, και αφετέρου με την τιμή ενοικίου της περιοχής. Επίσης στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως η τιμή ζώνης είναι ένα μέγεθος το οποίο μπορεί να έχει μεγάλες διακυμάνσεις εντός του ίδιου δήμου αλλά ταυτόχρονα παρουσιάζονται κοινά χαρακτηριστικά σε περιοχές με την ίδια τιμή ζώνης. Είναι δηλαδή ένας οικονομικός δείκτης με ποιοτικά χαρακτηριστικά. Η τιμή ζώνης επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες καθώς η αγορά των ακινήτων είναι κάτι δυναμικό και γρήγορα μεταβαλλόμενο. Παράγοντες όπως ο συντελεστής δόμησης και κάλυψης, η ποιότητα των υποδομών του δήμου, οι αντικειμενικές αξίες των ακινήτων, και οι χρήσεις γης είναι μερικοί από αυτούς που την επηρεάζουν. Στα παρακάτω **Σχήματα 8 - 9** φαίνεται γραφικά στο περιβάλλον του Qgis η μεγάλη διακύμανση των τιμών ζώνης σε επίπεδο ΟΤΑ και στο δήμο Αθηναίων.



Σχήμα 8 : Γραφική απεικόνιση τιμών ζώνης σε επίπεδο ορίων ΟΤΑ σε περιβάλλον Qgis



Σχήμα 9 : Γραφική απεικόνιση τιμών ζώνης σε επίπεδο ορίων δήμου Αθηναίων σε περιβάλλον Qgis

Το επίπεδο της τιμής ζώνης βάση του οποίου θα γίνει η διακριτοποίηση του τελικού χάρτη έχει πίνακα χαρακτηριστικών [attribute table] με τα εξής χαρακτηριστικά για κάθε πολύγωνο:

- ID** : Αριθμός μοναδικός για κάθε κλειστό πολύγωνο (Από 0 έως 520)
- PRICE** : Τιμή ζώνης σε Ευρώ
- AREA** : Εμβαδόν κλειστού πολυγώνου σε τ.μ

	ID	PRICE	AREA
1	0	2350.000	276906.850
2	1	1800.000	948474.115
3	10	1000.000	1102993.382
4	100	1300.000	657946.029
5	101	1450.000	504546.683
6	102	1000.000	46422.273
7	103	1150.000	237119.242

Σχήμα 10:

Πίνακας
χαρακτηριστικών
[attributte table] του
επιπέδου τιμή ζώνης
σε περιβάλλον Qgis

3.2 Ενσωμάτωση του συντελεστή δόμησης στο επίπεδο της τιμής ζώνης

Στο επίπεδο της τιμής ζώνης όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο θα πρέπει να ενσωματωθεί ο συντελεστής δόμησης εφόσον επιλέξαμε η διακριτοποίηση του τελικού χάρτη να γίνεται με βάση της περιοχές που χαρακτηρίζει κοινή τιμή ζώνης. Το πρόβλημα που προκύπτει είναι πως το επίπεδο της τιμής ζώνης μπορεί να τέμνεται από διαφορετικά πολύγωνα συντελεστή δόμησης. Συνεπώς πρέπει και να ενσωματώσουμε την πληροφορία του συντελεστή δόμησης στο επίπεδο της τιμής ζώνης, κρατώντας την γεωμετρία του επιπέδου της τιμής ζώνης. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι η εξής :

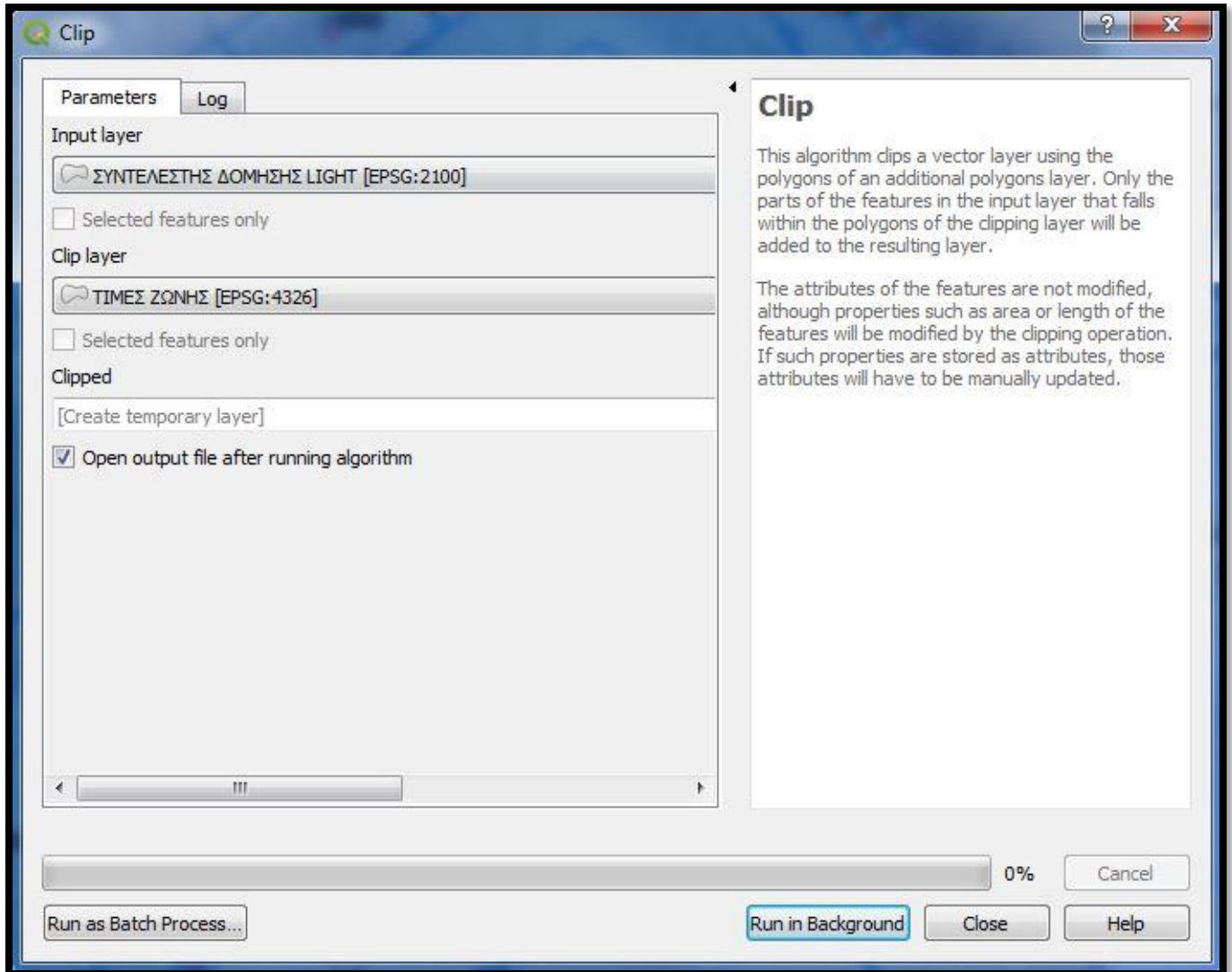
- **ΒΗΜΑ 1**

Clip του επιπέδου Συντελεστής Δόμησης (Σ.Δ) στα όρια του επιπέδου της τιμής ζώνης (Τ.Ζ) → δημιουργία επιπέδου : **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ CLIPPED**. Η παραπάνω διαδικασία φαίνεται στο **σχήμα 11**.



Σχήμα 11 : Γραφική απεικόνιση επιπέδου συντελεστή δόμησης clipped σε περιβάλλον Qgis

Η ρουτίνα που χρησιμοποιήθηκε είναι η εντολή Clip του Qgis όπως φαίνεται και στο **Σχήμα 12**.



Σχήμα 12 : Εντολή clip σε περιβάλλον Qgis

- **ΒΗΜΑ 2**

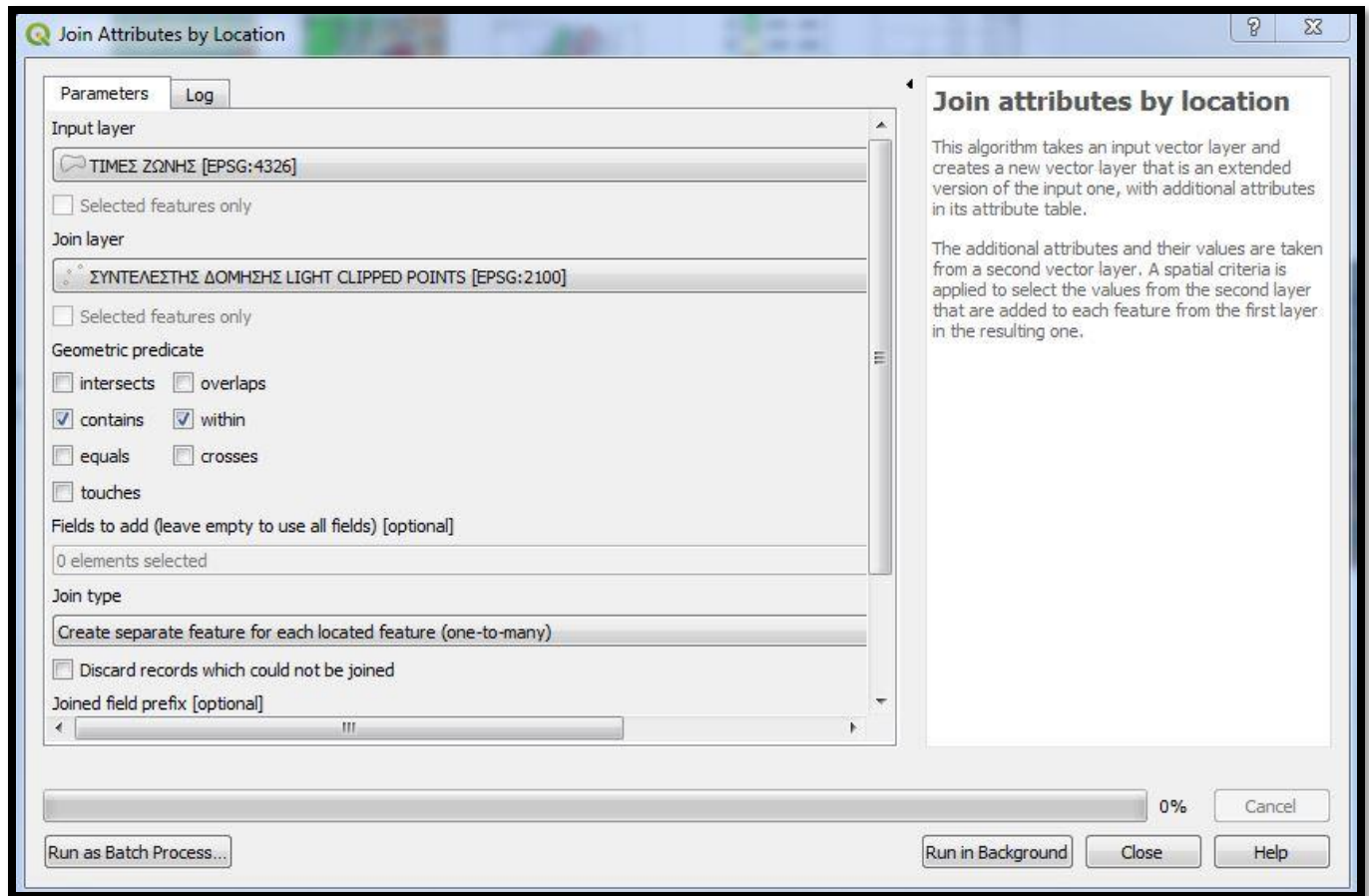
Συγκέντρωση της πληροφορίας Σ.Δ και ΕΜΒΑΔΟΥ (AREA) του επιπέδου **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ CLIPPED** σε **POINTS**. Δημιουργία επιπέδου **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ CLIPPED POINTS**. Η ρουτίνα που χρησιμοποιήθηκε είναι η εντολή **Centroids**. Η παραπάνω διαδικασία φαίνεται στο **Σχήμα 13**.



Σχήμα 13 : Γραφική απεικόνιση επιπέδου συντελεστή δόμησης clipped και συντελεστή δόμησης clipped points σε περιβάλλον Qgis

- **ΒΗΜΑ 3**

Χωρική συνένωση (spatial Join) μεταξύ των επιπέδων **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ CLIPPED POINTS** και **ΤΙΜΗΣ ΖΩΝΗΣ**. Με αυτό τον τρόπο διατηρούμε την γεωμετρία του επιπέδου **ΤΙΜΗΣ ΖΩΝΗΣ** με βάση την οποία θα γίνει η διακριτοποίηση του τελικού χάρτη. Το επίπεδο **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ CLIPPED POINTS** έχει πλέον ενσωματώσει τα χαρακτηριστικά Σ.Δ και ΕΜΒΑΔΟΝ (AREA) των εμπεριεχομένων στο επίπεδο της τιμής ζώνης πολυγώνων αλλά έχουν πλέον διαφορετικό αύξων αριθμό **ID** και προκύπτει και η αναγκαιότητα εύρεσης του **ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΔΟΜΗΣΗΣ** που θα εμπεριέχει κάθε οντότητα του επιπέδου **ΤΙΜΗΣ ΖΩΝΗΣ**. Η ρουτίνα που χρησιμοποιήθηκε είναι η εντολή **Join Attributes by Location**. Η παραπάνω διαδικασία φαίνεται στο **Σχήμα 14**.



Σχήμα 14 : Join Attributes by Location σε περιβάλλον Qgis

Το επίπεδο που δημιουργήθηκε από την παραπάνω ρουτίνα έχει πίνακα χαρακτηριστικών [attribute table] με τα εξής χαρακτηριστικά για κάθε πολύγωνο :

- ID** : Αριθμός μοναδικός για κάθε κλειστό πολύγωνο (Από 0 έως 520) επιπέδου Τιμών Ζώνης
- PRICE** : Τιμή ζώνης σε Ευρώ
- AREA** : Εμβαδόν κλειστού πολυγώνου τιμής ζώνης σε τ.μ
- AREA 2:** Εμβαδόν του επιπέδου **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ CLIPPED POINTS**
- Ogc_fid:** Αριθμός μοναδικός για κάθε point του επιπέδου **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ CLIPPED POINTS**

Η παραπάνω διαδικασία φαίνεται στο **Σχήμα 15**.

Joined layer :: Features Total: 1664, Filtered: 1664, Selected: 0

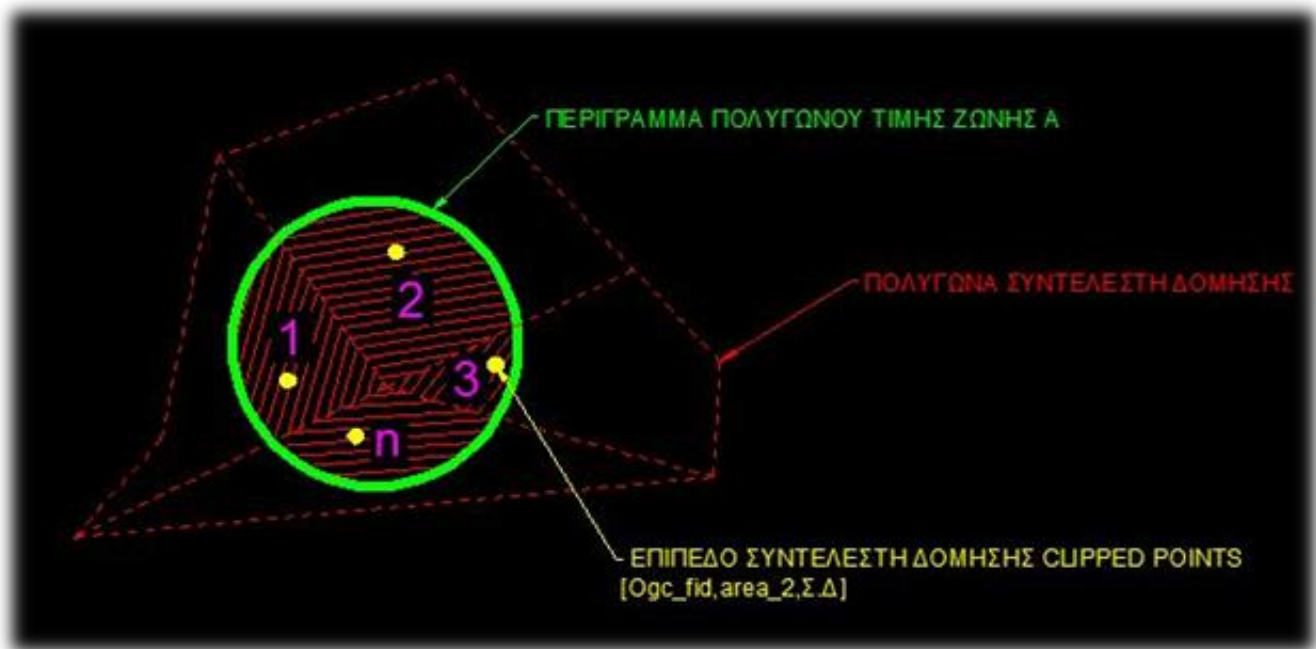
1.2 PRICE = €

	PRICE	AREA	ID	ogc_fid	synt_dom	area_2
1	1000.000	2810213.370	353	2370	1.60000	2664865.15564
2	1450.000	3073161.304	234	2040	0.40000	2621243.71509
3	2550.000	2206635.213	177	2523	0.80000	2178590.87537

Σχήμα 15 : Πίνακας χαρακτηριστικών (attribute table) του συνενωμένου επιπέδου.

3.3 Εύρεση μέσου συντελεστή δόμησης στο επίπεδο της τιμής ζώνης

Στο Σχήμα 16 φαίνεται η γεωμετρική απεικόνιση του προβλήματος εύρεσης μέσου συντελεστή δόμησης.



Σχήμα 16 : Γεωμετρική απεικόνιση προβλήματος εύρεσης του μέσου συντελεστή δόμησης σε περιβάλλον cad

Ο υπολογισμός του ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΔΟΜΗΣΗΣ στο επίπεδο των τιμών ζώνης θα γίνει με κατανομή με βάση το εμβαδόν. Η μαθηματική έκφραση που στηρίχθηκε η εύρεση του μέσου συντελεστή δόμησης είναι η εξής :

$$M.Σ. Δ(A) = \left(\sum_i^n Σ. Δ(i) \times ΕΜΒΑΔΟΝ (i) \right) \div \sum_i^n ΕΜΒΑΔΟΝ(i)$$

Όπου

- Σ.Δ** : Ο συντελεστής δόμησης από το ΒΗΜΑ 2 (ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ CLIPPED POINTS)
- ΕΜΒΑΔΟΝ** : Το εμβαδό του τμήματος που εμπεριέχεται μέσα στο πολύγωνο A
- \sum_i^n : Τμήματα από 1 έως n

Προκειμένου να υπολογιστούν τα αθροίσματα $\sum_i^n EMBAΔON(i)$ και τα γινόμενα $\sum_i^n \Sigma.Δ(i) \times EMBAΔON(i)$ που απαιτούνται για το υπολογισμό του ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΔΟΜΗΣΗΣ έγινε εξαγωγή του Πίνακα 2 σε CSV αρχείο. Στο περιβάλλον του excel χρησιμοποιήθηκε η εντολή PIVOTTABLE σε αριθμητή και παρονομαστή με ταξινόμηση του πίνακα κατά το αρχικό FID του επιπέδου των Τιμών Ζώνης.

F2		fx =A2*B2				
	A	B	C	D	E	F
1	synt_dom	area_synt_dom	price	area_price	id_price	mult
2	0.32	16406.67	1650	1525169.70	2	5250.1359
3	0.4	6842.52	1650	1525169.70	2	2737.0081

Σχήμα 17:

$\sum_i^n \Sigma.Δ(i) \times EMBAΔON(i)$ σε περιβάλλον Excel

F5		fx	
	A	B	C
1			
2			
3	Row Labels	Sum of mult	Sum of area_synt_dom
4	2	13404.79073	28666.84167
5	4	2957.00127	2464.167725
6	5	107531.144	73179.24658
7	7	36851.31831	28637.91846
8	8	606227.0129	606227.0129

PivotTable Field List

Choose fields to add to report:

- synt_dom
- area_synt_dom
- price
- area_price
- id_price
- mult

Σχήμα 18:

PIVOT TABLE σε περιβάλλον excell

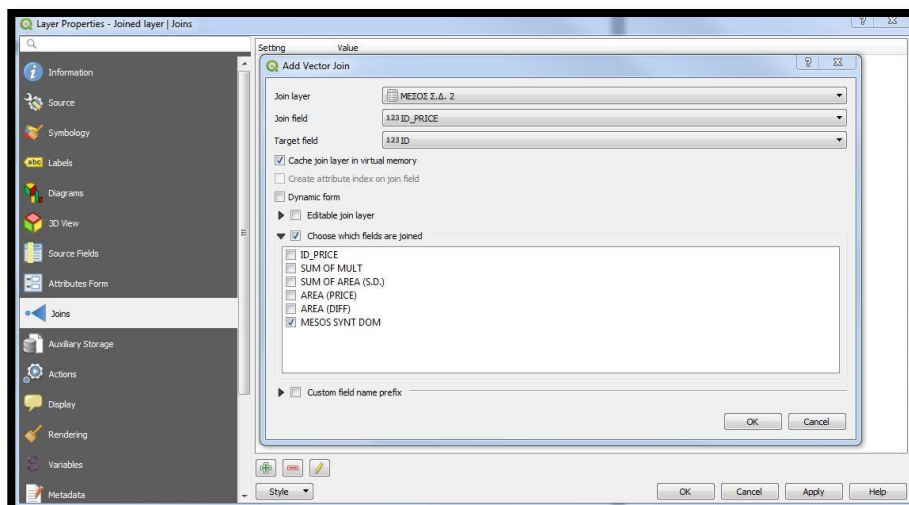
	A	B	C	D	E	F
1	ID_PRICE ↕	SUM OF MULT ▼	SUM OF AREA (S.D.) ▼	AREA (PRICE) ▼	AREA (DIFF) ▼	MESOS SYNT DOM ▼
2	2	13404.79073	28666.84167	1525169.70	1496502.86	0.47
3	4	2957.00127	2464.167725	528727.09	526262.92	1.20
4	5	107531.144	73179.24658	1151772.11	1078592.86	1.47
5	7	36851.31831	28637.91846	1963240.03	1934602.11	1.29

Σχήμα 19: Υπολογισμός Μέσου Συντελεστή Δόμησης

3.4 Ενσωμάτωση του μέσου συντελεστή δόμησης στο επίπεδο της τιμής ζώνης

Ο ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ ενσωματώθηκε στο επίπεδο των τιμών Ζώνης
Layer Properties → joins → Add Vector Join

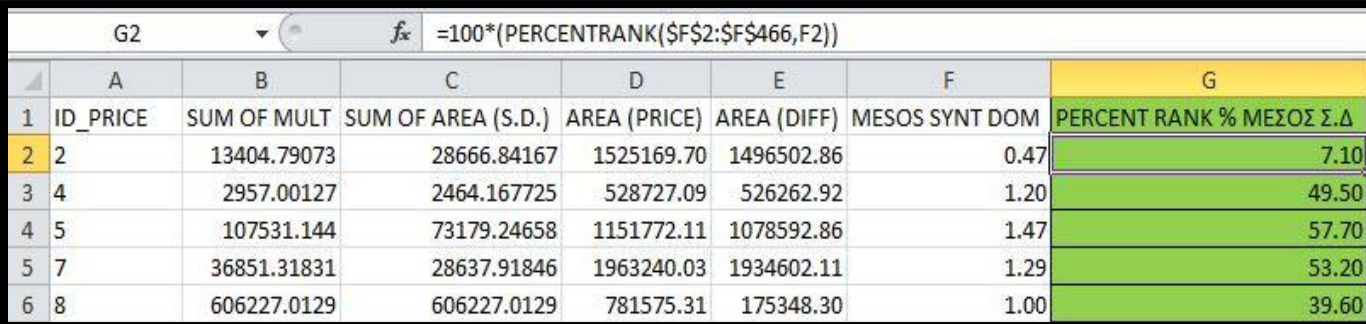
Η παραπάνω διαδικασία φαίνεται στο Σχήμα 20.



Σχήμα 20: Υπολογισμός Μέσου Συντελεστή Δόμησης

3.5.1 Κριτήριο μέσου συντελεστή δόμησης και βαθμονόμηση

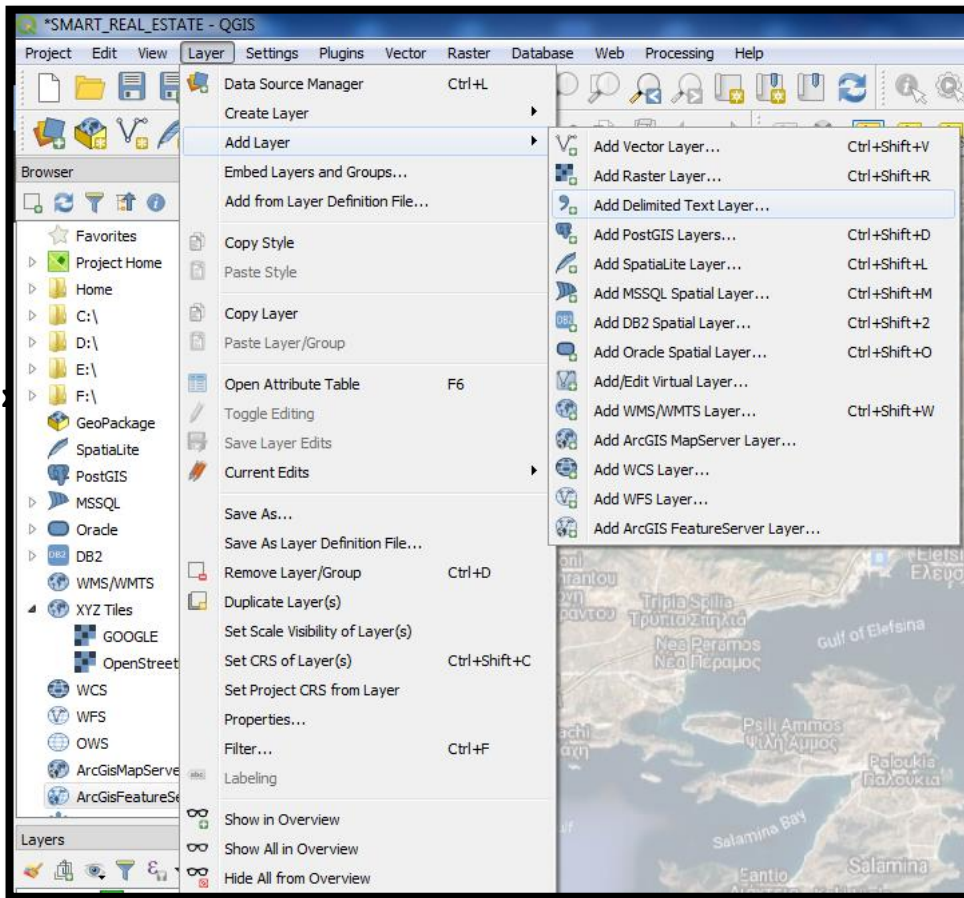
Η βαθμονόμηση του Μέσου Συντελεστή δόμησης αποτελεί σημαντικό σημείο στην υλοποίηση της εφαρμογής και πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του Excel. Ο μέσος συντελεστής δόμησης λαμβάνει τιμές από 0,47 έως και 4,74. Η βαθμονόμηση του επιλέχθηκε να γίνει σε εκατοστιαία κλίμακα. Η ρουτίνα που χρησιμοποιήθηκε στο περιβάλλον του excel είναι η ρουτίνα «**PERCENTRANK**». Η ρουτίνα υπολογίζει την βαθμολογία μιας τιμής ως ποσοστό μέσα από μια αλληλουχία τιμών. Στην προκειμένη περίπτωση οι τιμές αυτές πρόκειται για τις τιμές του μέσου συντελεστή δόμησης. Στο **Σχήμα 21** φαίνεται η εκτέλεση της εντολής «**PERCENTRANK**» σε περιβάλλον excel. Προκειμένου η βαθμονόμηση του κριτηρίου του συντελεστή δόμησης να είναι σε εκατοστιαία κλίμακα η στήλη της βαθμολογίας πολλαπλασιάστηκε με το 100.



	A	B	C	D	E	F	G
1	ID_PRICE	SUM OF MULT	SUM OF AREA (S.D.)	AREA (PRICE)	AREA (DIFF)	MESOS SYNT DOM	PERCENT RANK % ΜΕΣΟΣ Σ.Δ
2	2	13404.79073	28666.84167	1525169.70	1496502.86	0.47	7.10
3	4	2957.00127	2464.167725	528727.09	526262.92	1.20	49.50
4	5	107531.144	73179.24658	1151772.11	1078592.86	1.47	57.70
5	7	36851.31831	28637.91846	1963240.03	1934602.11	1.29	53.20
6	8	606227.0129	606227.0129	781575.31	175348.30	1.00	39.60

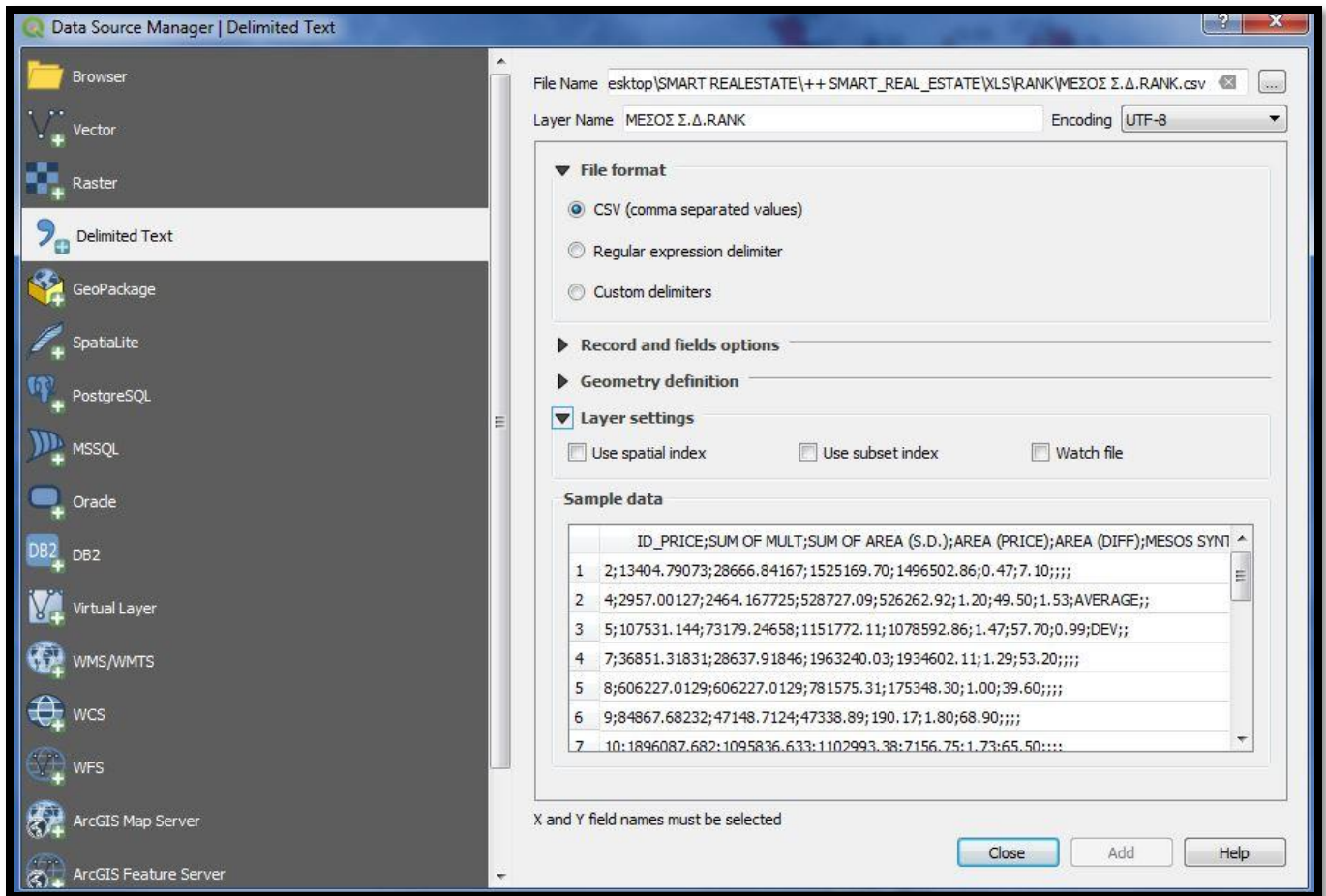
Σχήμα 21: εκτέλεση της εντολής «**PERCENTRANK**» σε περιβάλλον excel

Η βαθμολογία του μέσου συντελεστή δόμησης ενοποιείται στο επίπεδο των τιμών ζώνης στο οποίο πλέον έχουμε ολοκληρώσει την ενσωμάτωση του πρώτου κριτηρίου που είναι το κριτήριο του συντελεστή δόμησης. Η ενοποίηση γίνεται στην μεταβλητή [**FID=ID_PRICE**]. Αρχικά κάνουμε εισαγωγή του αρχείου excel στο περιβάλλον του Qgis ακολουθώντας την αλληλουχία των εντολών **Layer → Add Layer → Add Delimited Text Layer**. Στο **Σχήμα 22** απεικονίζεται η αλληλουχία των παραπάνω εντολών στο Qgis.



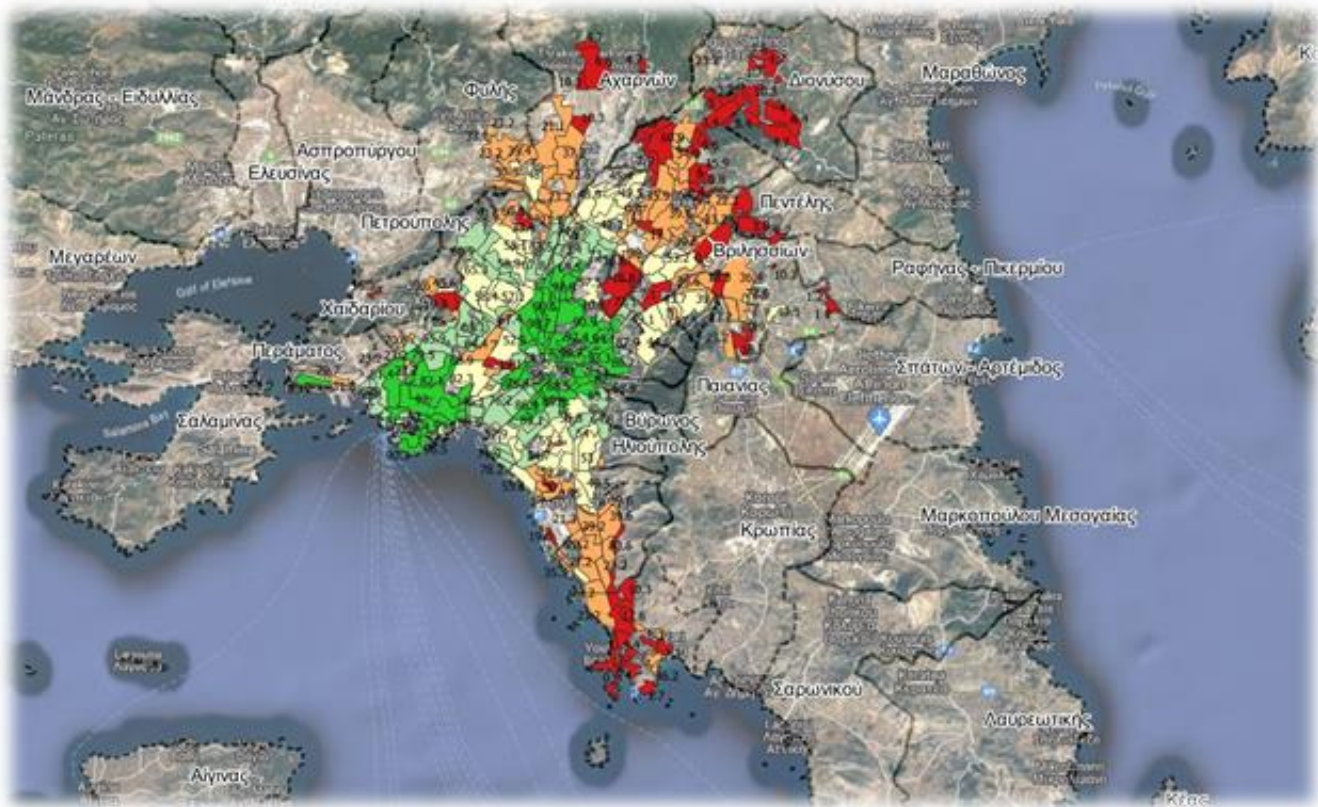
Σχήμα 23: Εισαγωγή του αρχείου της βαθμολογίας του μέσου συντελεστή δόμησης στο περιβάλλον του Qgis

Στο Σχήμα 23 απεικονίζεται η ολοκλήρωση εισαγωγής του αρχείου της βαθμολογίας του μέσου συντελεστή δόμησης στο περιβάλλον του Qgis



Σχήμα 23: ολοκλήρωση εισαγωγής του αρχείου της βαθμολογίας του μέσου συντελεστή δόμησης στο περιβάλλον του Qgis

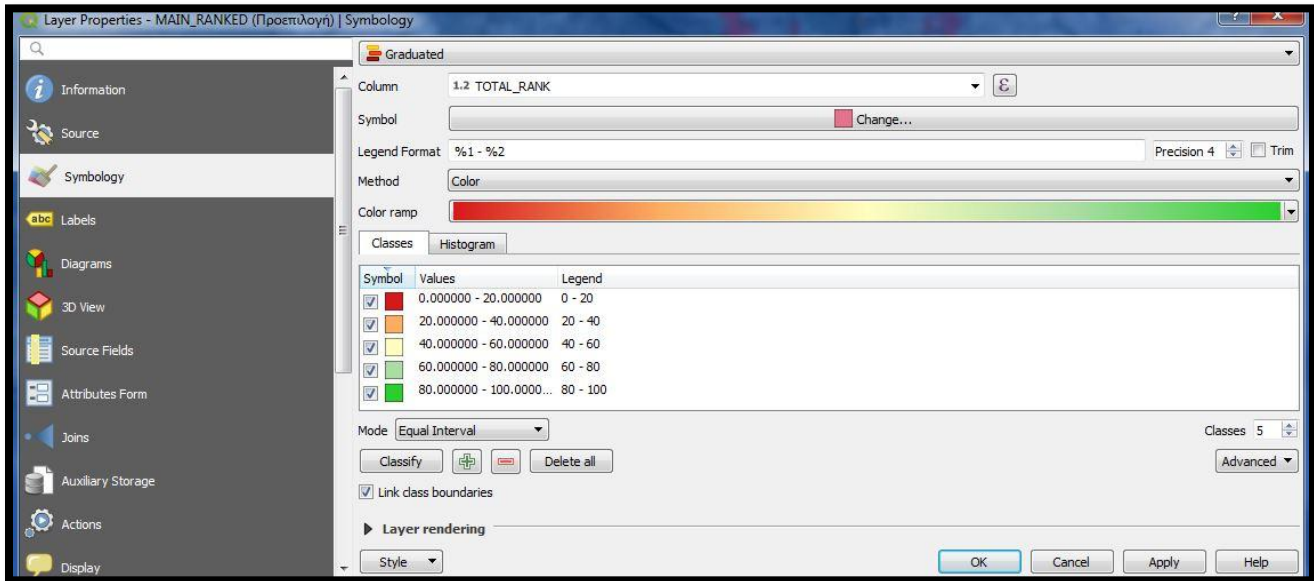
Στο **Σχήμα 24** απεικονίζεται γραφικά και με χρωματική κλίμακα η βαθμολογία των περιοχών θέτοντας σε ισχύ μόνο το πρώτο κριτήριο του μέσου συντελεστή δόμησης. Οι περιοχές που έχουν μεγάλο συντελεστή δόμησης, δηλαδή οι πυκνοδομημένες, απεικονίζονται με πράσινο χρώμα ενώ οι αραιοδομημένες με χρώμα κόκκινο.



Σχήμα 24: Γραφική και χρωματική απεικόνιση βαθμολογίας περιοχών με το κριτήριο του συντελεστή δόμησης στο Qgis

Στο Σχήμα 25 απεικονίζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την για την γραφική και χρωματική απεικόνιση του Σχήματος 23.

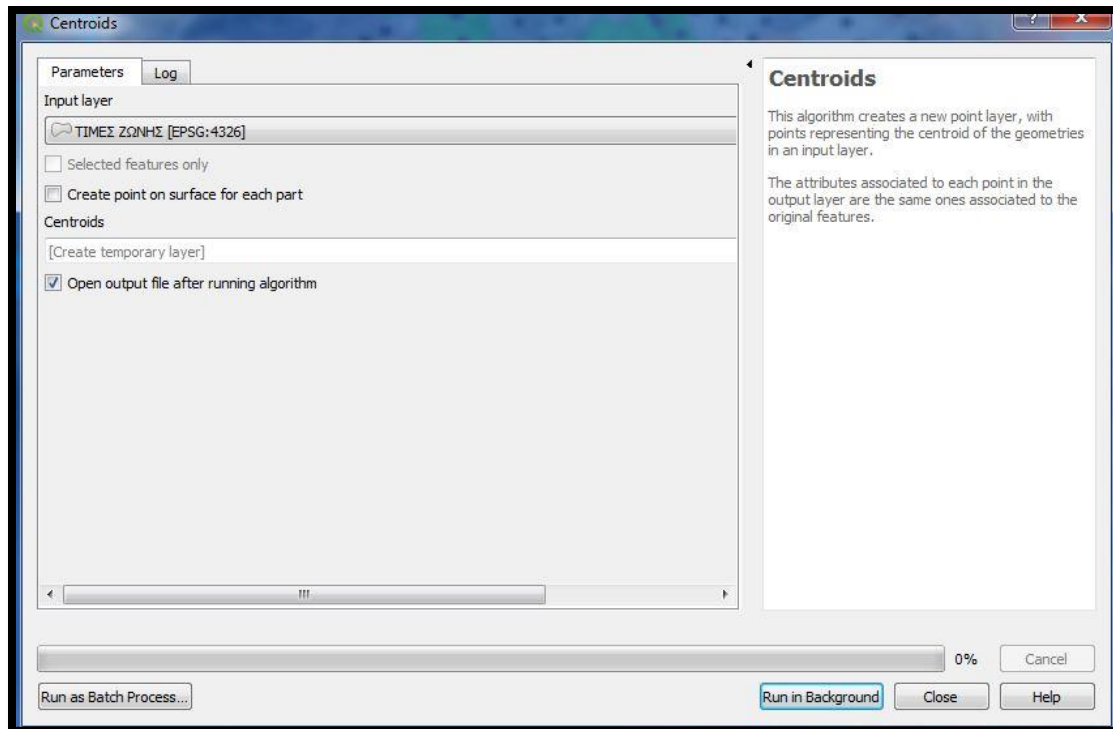
Layer Properties → Symbology → Graduated → Classes



Σχήμα 25: Χρωματική διακριτοποίηση στο επίπεδο των τιμών ζώνης με το κριτήριο του μέσου συντελεστή δόμησης σε Qgis

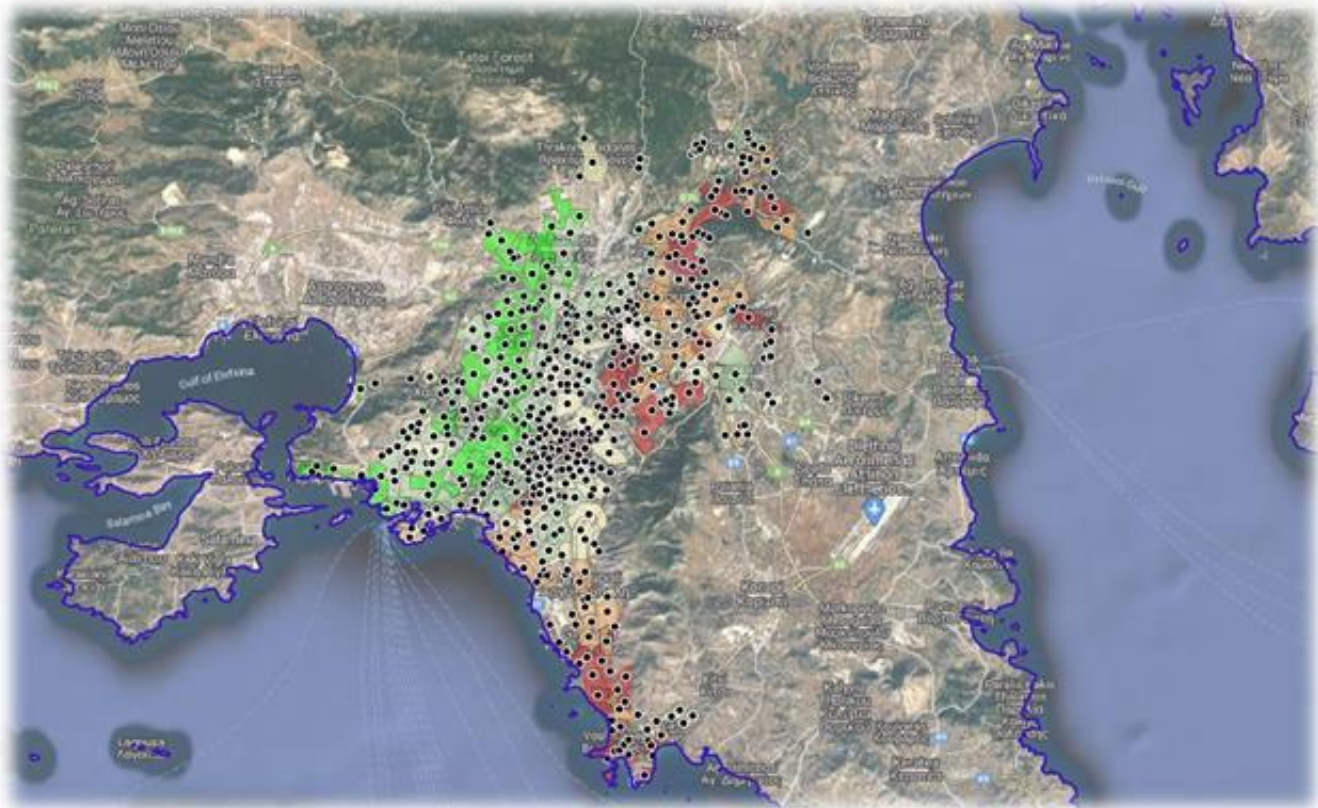
3.5.2 Κριτήριο απόστασης από θάλασσα και βαθμονόμηση

Το δεύτερο κριτήριο στην πολυκριτηριακή ανάλυση του μοντέλου αφορά την κατάταξη και βαθμονόμηση των περιοχών εντός της περιφέρειας αττικής σε σχέση με την απόσταση τους από την ακτογραμμή. Για την πραγματοποίηση αυτής της βαθμονόμησης χρησιμοποιήθηκε αρχικά η εντολή «**Centroids**» στο επίπεδο των τιμών ζώνης. Με αυτή την θεώρηση όλα τα σημεία ενός κλειστού πολυγώνου στο επίπεδο της τιμής ζώνης θα έχουν ίδια απόσταση από την θάλασσα γεγονός που είναι επιθυμητό καθώς η διακριτοποίηση και η βαθμονόμηση πραγματοποιηθήκαν στο επίπεδο των περιοχών με κοινό χαρακτηριστικό την τιμή ζώνης. Στην συνέχεια υπολογίστηκε η ελάχιστη απόσταση κάθε κεντροειδούς από την ακτογραμμή. Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της μέτρησης της ελάχιστης απόστασης από κάθε κεντροειδές προς την ακτογραμμή έγινε μετατροπή του επιπέδου της ακτογραμμής από line σε point. Η μετατροπή έγινε με χρήση της εντολής «**Convert Lines to Points**». Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των κεντροειδών των τιμών ζώνης και των σημείων της ακτογραμμής πραγματοποιήθηκε με την εντολή «**Distance to nearest Hub (points)**». Στο **σχήμα 26** φαίνεται η δομή της εντολής «**Centroids**» στο Qgis.



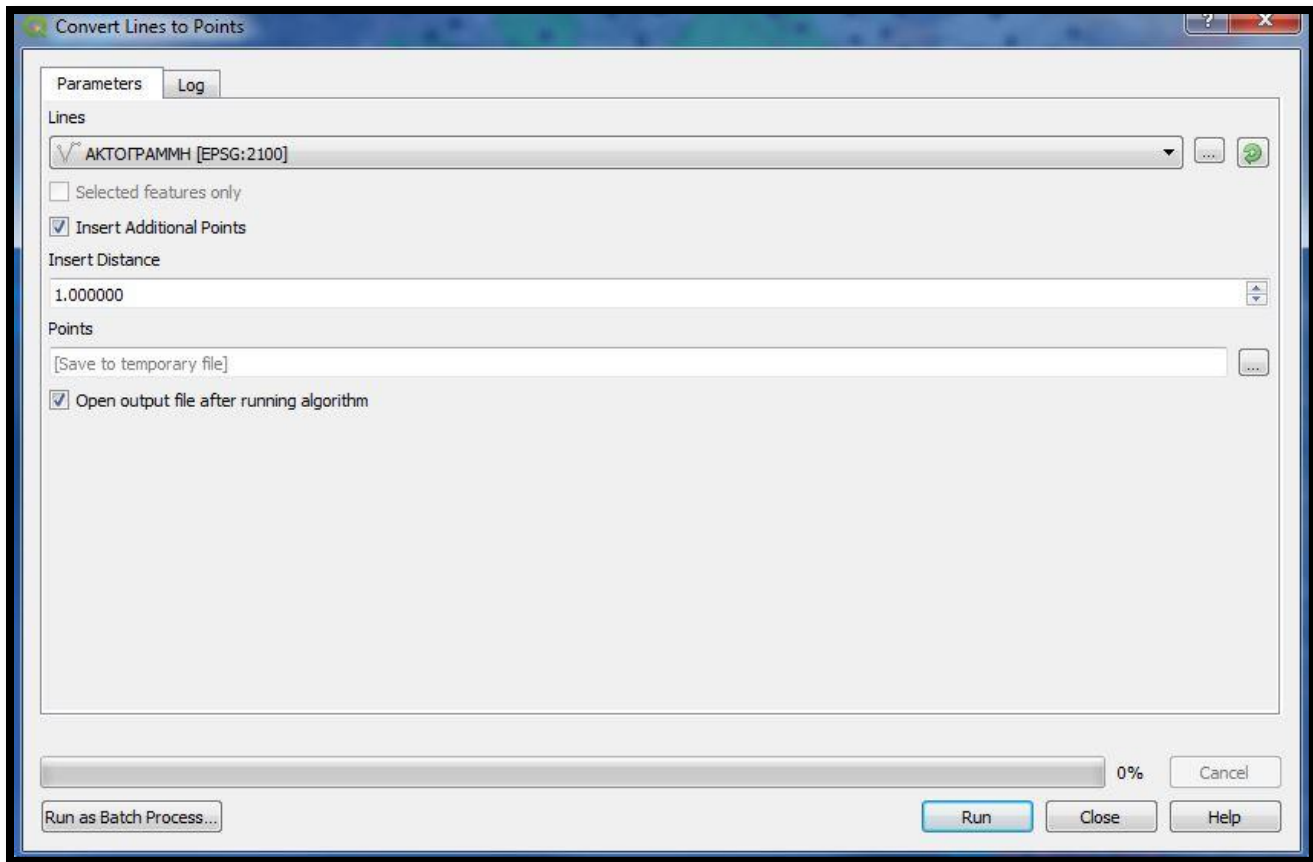
Σχήμα 26: Εξαγωγή κεντροειδών από το επίπεδο των τιμών ζώνης με την χρήση της εντολής «Centroids» στο Qgis

Στο **Σχήμα 27** φαίνεται η γραφική απεικόνιση των κεντροειδών των τιμών ζώνης.



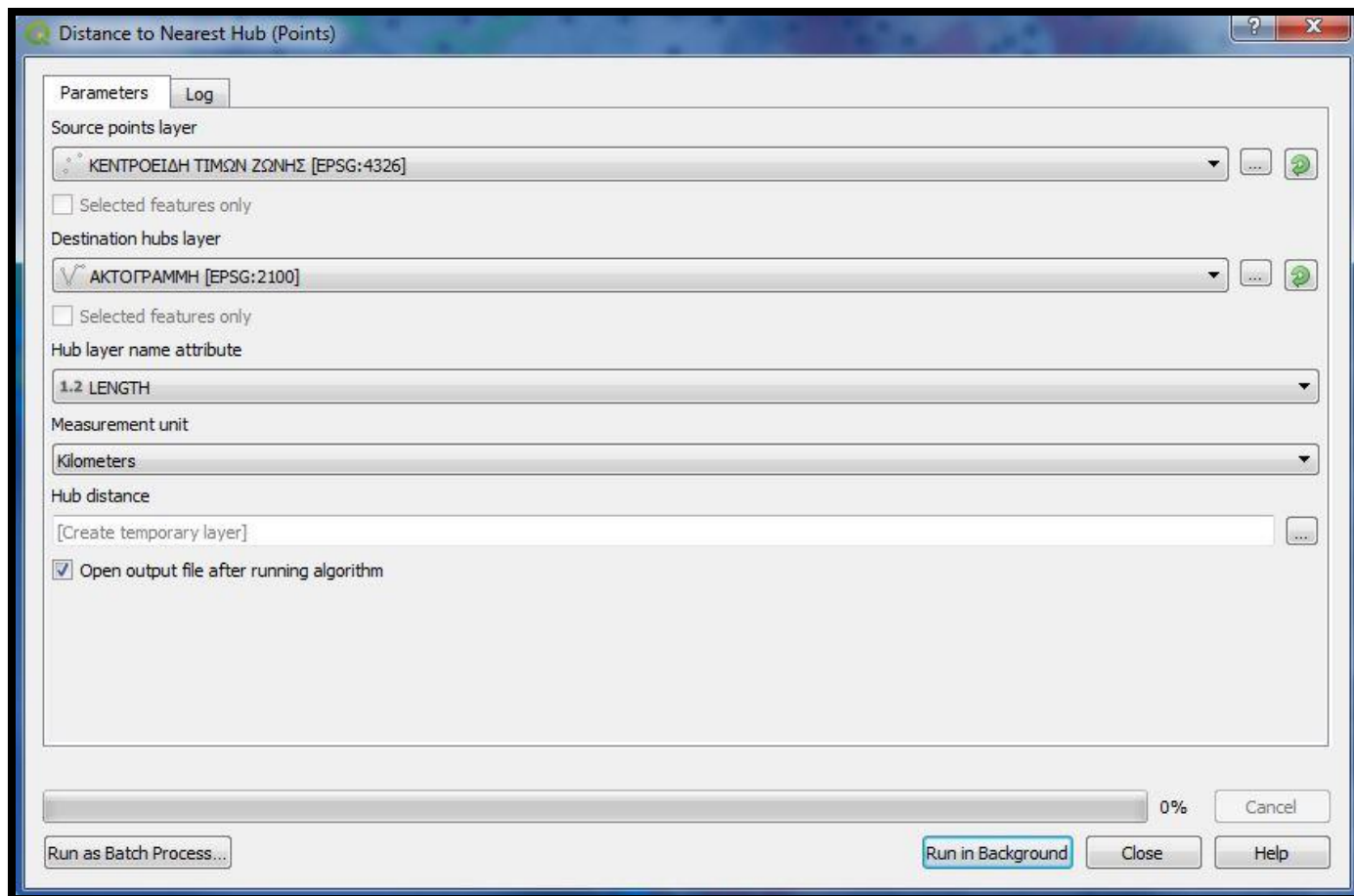
Σχήμα 27: Γραφική απεικόνιση των κεντροειδών των τιμών ζώνης.

Στο **Σχήμα 28** φαίνεται η μετατροπή του επιπέδου της ακτογραμμής από γραμμή (line) σε σημείο (point) μέσω της εντολής «**Convert Lines to Points**».



Σχήμα 28: μετατροπή του επιπέδου της ακτογραμμής από γραμμή σε σημείο μέσω της εντολής «Convert Lines to Points» στο Qgis

Στο **Σχήμα 29** φαίνεται η δομή της εντολής «*Distance to nearest Hub (points)*» που χρησιμοποιήθηκε για να υπολογιστούν οι αποστάσεις των κεντροειδών των τιμών ζώνης από την ακτογραμμή. Η απόσταση κάθε οντότητας υπολογίζεται σε χιλιόμετρα και στοιχίζεται με τον αύξων αριθμό FID των κεντροειδών των τιμών ζώνης.



Σχήμα 29: Υπολογισμός αποστάσεων κεντροειδών τιμών ζώνης από τη θάλασσα

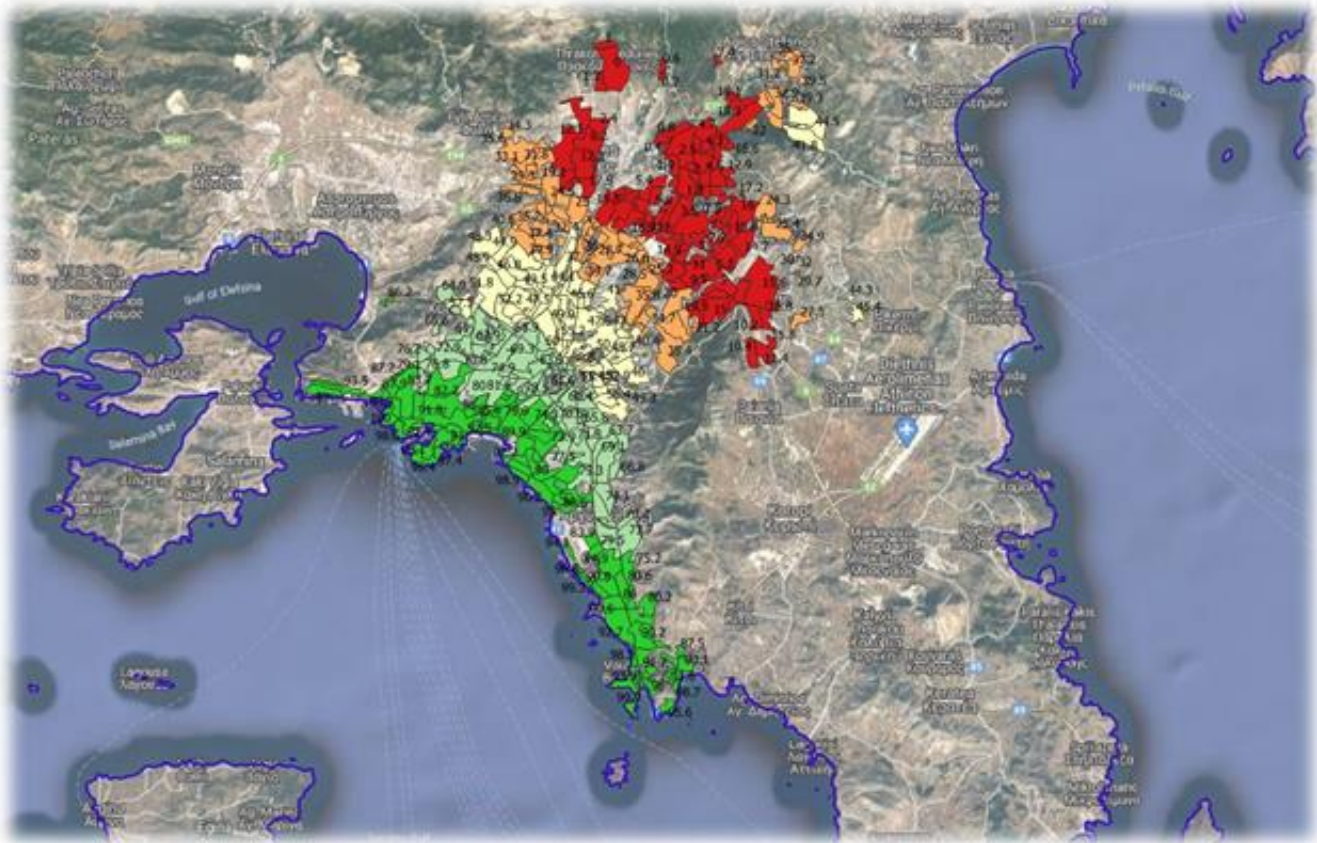
Η βαθμονόμηση της απόστασης από τη θάλασσα πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του Excel. Η βαθμονόμηση του επιλέχθηκε να γίνει σε εκατοστιαία κλίμακα. Η ρουτίνα που χρησιμοποιήθηκε στο περιβάλλον του excel είναι η ρουτίνα «**PERCENTRANK**». Η ρουτίνα υπολογίζει την βαθμολογία μιας τιμής ως ποσοστό μέσα από μια αλληλουχία τιμών. Στην προκειμένη περίπτωση οι τιμές αυτές πρόκειται για τις τιμές της κοντινότερης απόστασης περιοχών με κοινό χαρακτηριστικό την τιμή ζώνης από τη θάλασσα. Προκειμένου η βαθμονόμηση του κριτηρίου της κοντινότερης απόστασης να είναι σε εκατοστιαία κλίμακα η στήλη της βαθμολογίας πολλαπλασιάστηκε με το 100. Επίσης, προκειμένου να δοθεί υψηλή βαθμολογία στην περιοχή που βρίσκεται πιο κοντά στη θάλασσα η εντολή αντιστράφηκε. Στο **σχήμα 30** φαίνεται η εκτέλεση της εντολής «**PERCENTRANK**» με τις προαναφερθείσες τροποποιήσεις σε περιβάλλον Excel.

D2		fx =100*(1-PERCENTRANK(\$B\$2:\$B\$522,B2))		
	A	B	C	D
1	id	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΘΑΛΑΣΣΑ	PERCENT RANK	PERCENT RANK % (ΘΑΛΑΣΣΑ)
2	10	0.098149282	100	100
3	333	0.238603665	99.9	99.9
4	23	0.263797859	99.7	99.7
5	13	0.317867802	99.5	99.5
6	540	0.407942485	99.3	99.3

Σχήμα 30: εκτέλεση της εντολής «PERCENTRANK» σε περιβάλλον Excel

Η βαθμολογία του κριτηρίου της απόστασης από τη θάλασσα ενοποιείται στο επίπεδο των τιμών ζώνης. Η ενοποίηση γίνεται με κοινή την μεταβλητή **[FID=id]**. Αρχικά κάνουμε εισαγωγή του αρχείου Excel που στο περιβάλλον του Qgis ακολουθώντας την αλληλουχία των εντολών **Layer → Add Layer → Add Delimited Text Layer**.

Στο **Σχήμα 31** απεικονίζεται γραφικά και με χρωματική κλίμακα η βαθμολογία των περιοχών θέτοντας σε ισχύ μόνο το δεύτερο κριτήριο της απόστασης από τη θάλασσα. Οι περιοχές που απέχουν πολύ κοντά στην ακτογραμμή, δηλαδή οι παραλιακές περιοχές, λαμβάνουν την υψηλότερη βαθμολογία (πράσινο χρώμα) ενώ οι ηπειρωτικές περιοχές της Αττικής λαμβάνουν την μικρότερη (κόκκινο).

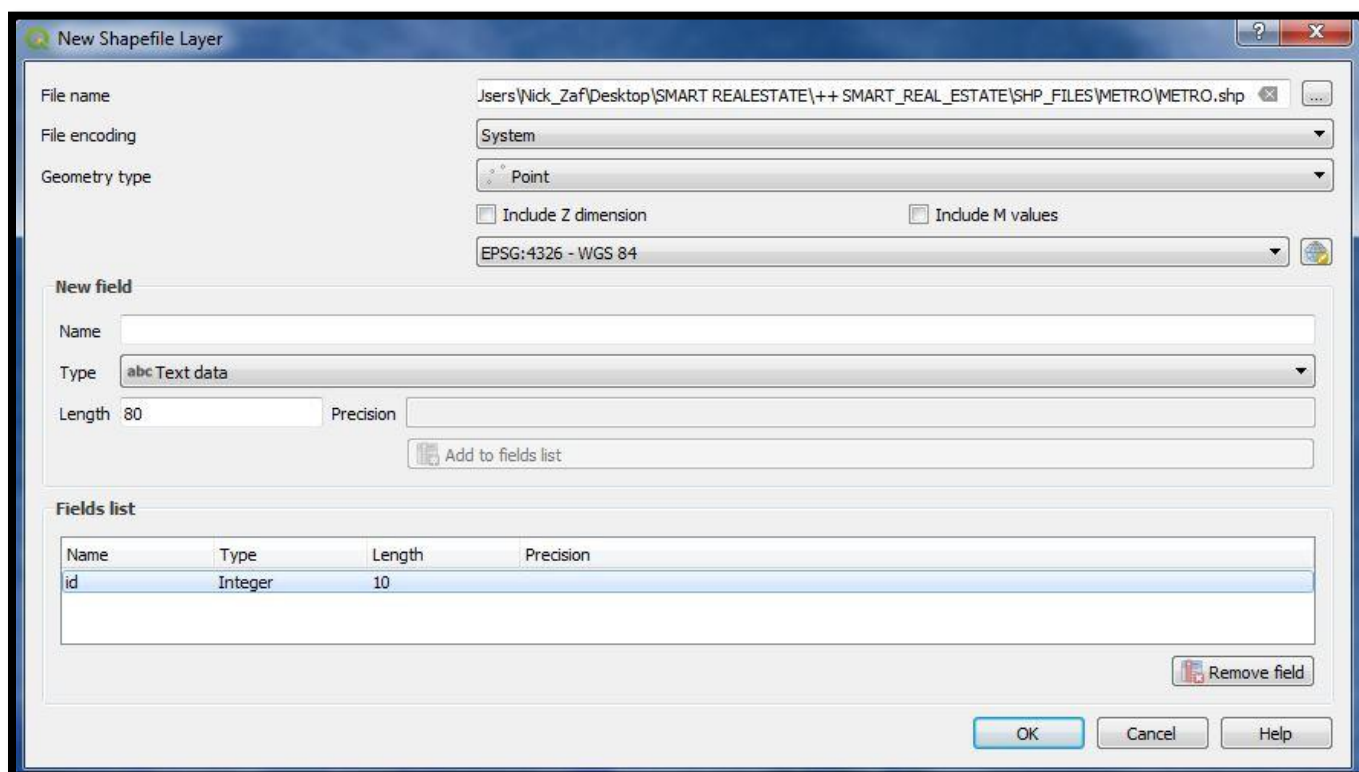


Σχήμα 31: Γραφική και χρωματική απεικόνιση βαθμολογίας περιοχών με το κριτήριο της απόστασης από την θάλασσα στο Qgis

3.5.3 Κριτήριο απόστασης από μετρό και βαθμονόμηση

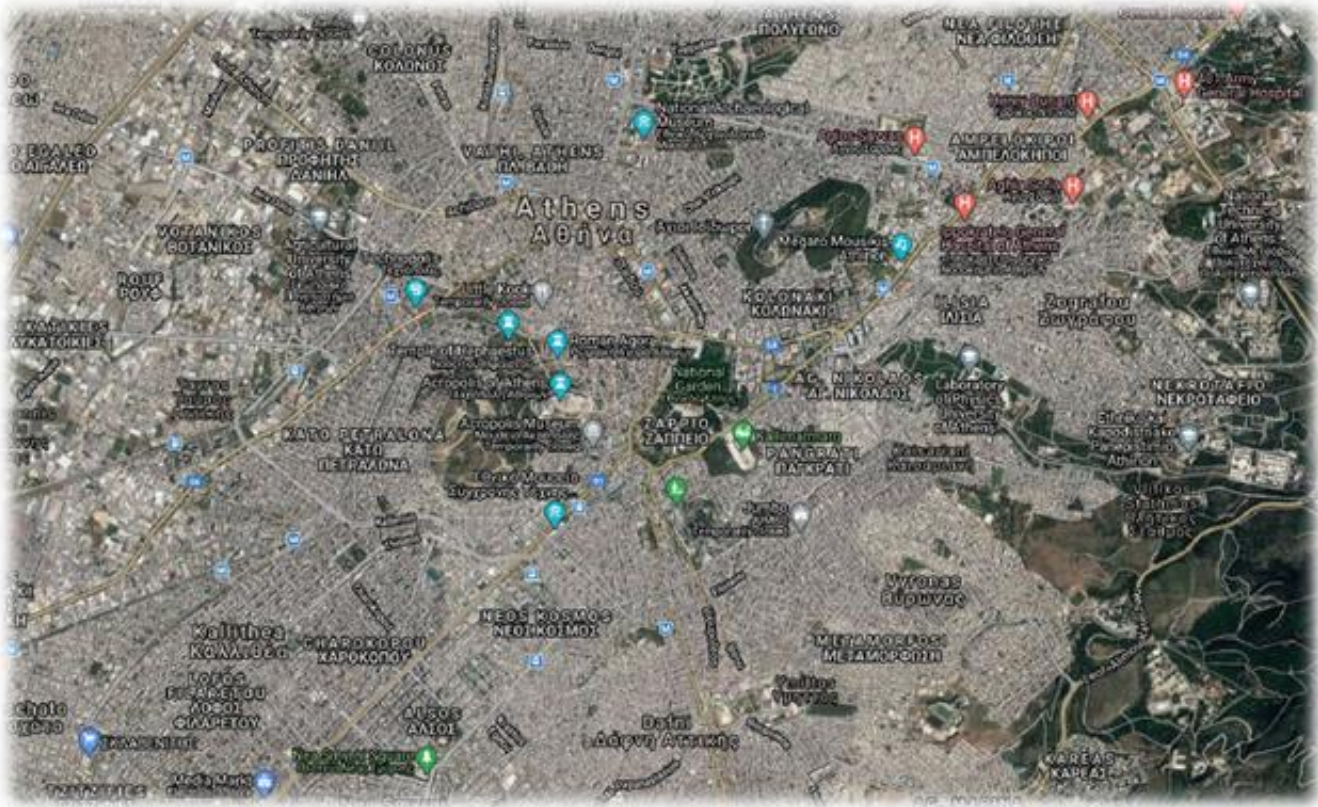
Το δίκτυο συγκοινωνιών παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή τοποθεσίας κατοικίας. Είναι μάλιστα ένας από τους συντελεστές που μπορεί να αυξήσει την τιμή ζώνης μίας περιοχής. Έτσι λοιπόν η απόσταση των εξεταζόμενων περιοχών από το δίκτυο συγκοινωνίας αποτελεί και στην ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για την παρούσα διπλωματική πολύ σημαντικό κριτήριο. Ίσως ακόμα πιο σημαντικό από το κριτήριο της απόστασης των περιοχών από την ακτογραμμή στην πράξη καθώς απασχολεί μεγαλύτερη μερίδα του πληθυσμού. Σημειώνεται ότι θεωρούμε ποιοτικά ισάξιους τους σταθμούς της πράσινης γραμμής (ηλεκτρικός) με τους σταθμούς του Μετρό της κόκκινης και της μπλε. Δηλαδή το κριτήριο θα επικεντρώνεται στην κοντινότερη απόσταση από σταθμούς είτε της πράσινης γραμμής είτε

του μετρό. Η διαδικασία ανάπτυξης του κριτηρίου ξεκινάει με την δημιουργία ενός νέου επιπέδου με την ονομασία : **ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΡΟ**. Στο **Σχήμα 32** φαίνεται η ακολουθία των κινήσεων μας στο Qgis για την δημιουργία του καινούργιου επιπέδου – layer. Από την εργαλειοθήκη επιλέγουμε : **[Layer → Create Layer → New Shape file Layer.]**



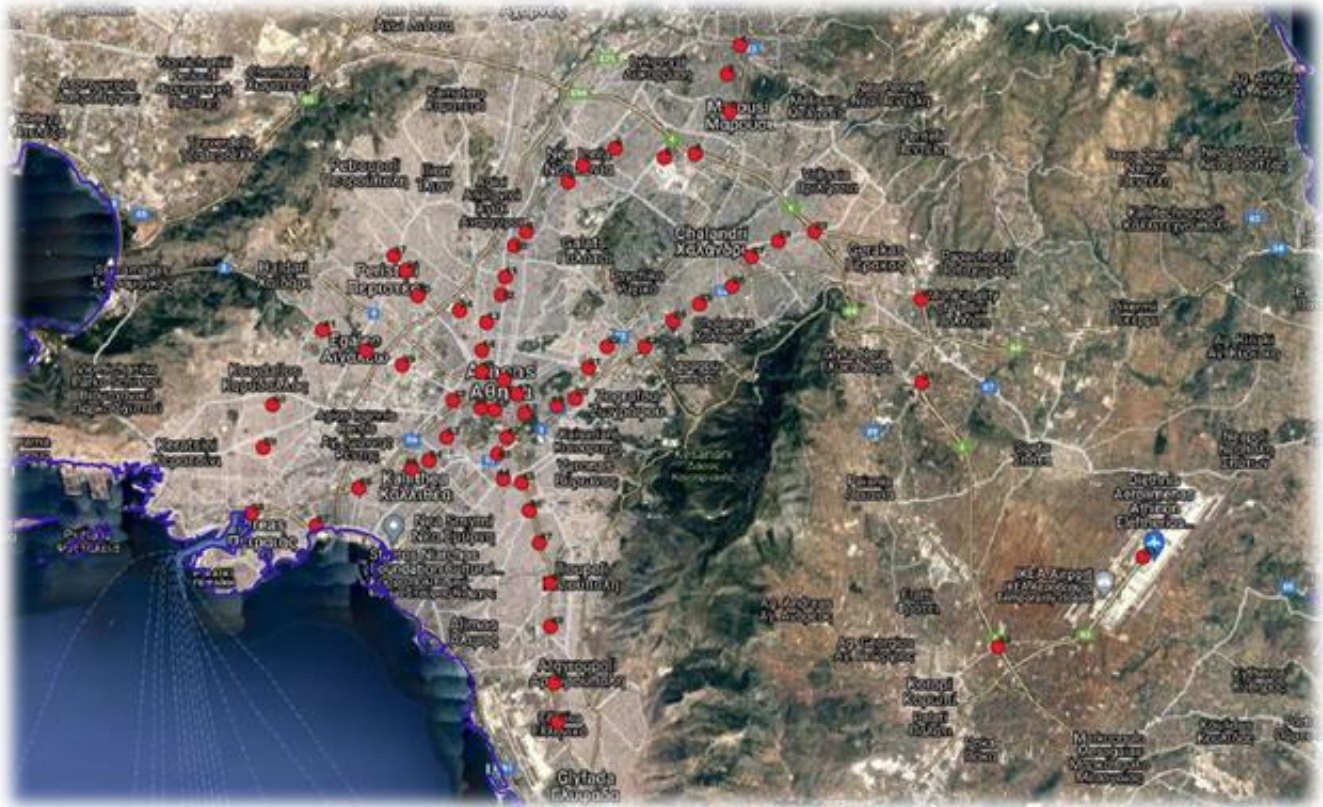
Σχήμα 32: Δημιουργία νέου επιπέδου με επιλεγμένο είδος γεωμετρίας το σημείο (geometry type → point), για την εισαγωγή των σταθμών του Μετρό στο περιβάλλον του Qgis

Στην συνέχεια απαιτήθηκε να γίνει ο εντοπισμός των σταθμών που θα χρησιμοποιηθούν για το εν λόγω κριτήριο. Ο εντοπισμός έγινε γραφικά πάνω στο επίπεδο της Google, και συγκεκριμένα στον χάρτη GoogleHybrid. Στο **Σχήμα 33** φαίνεται το υπόβαθρο της Google στο οποίο έγινε ο χωρικός εντοπισμός των σταθμών.



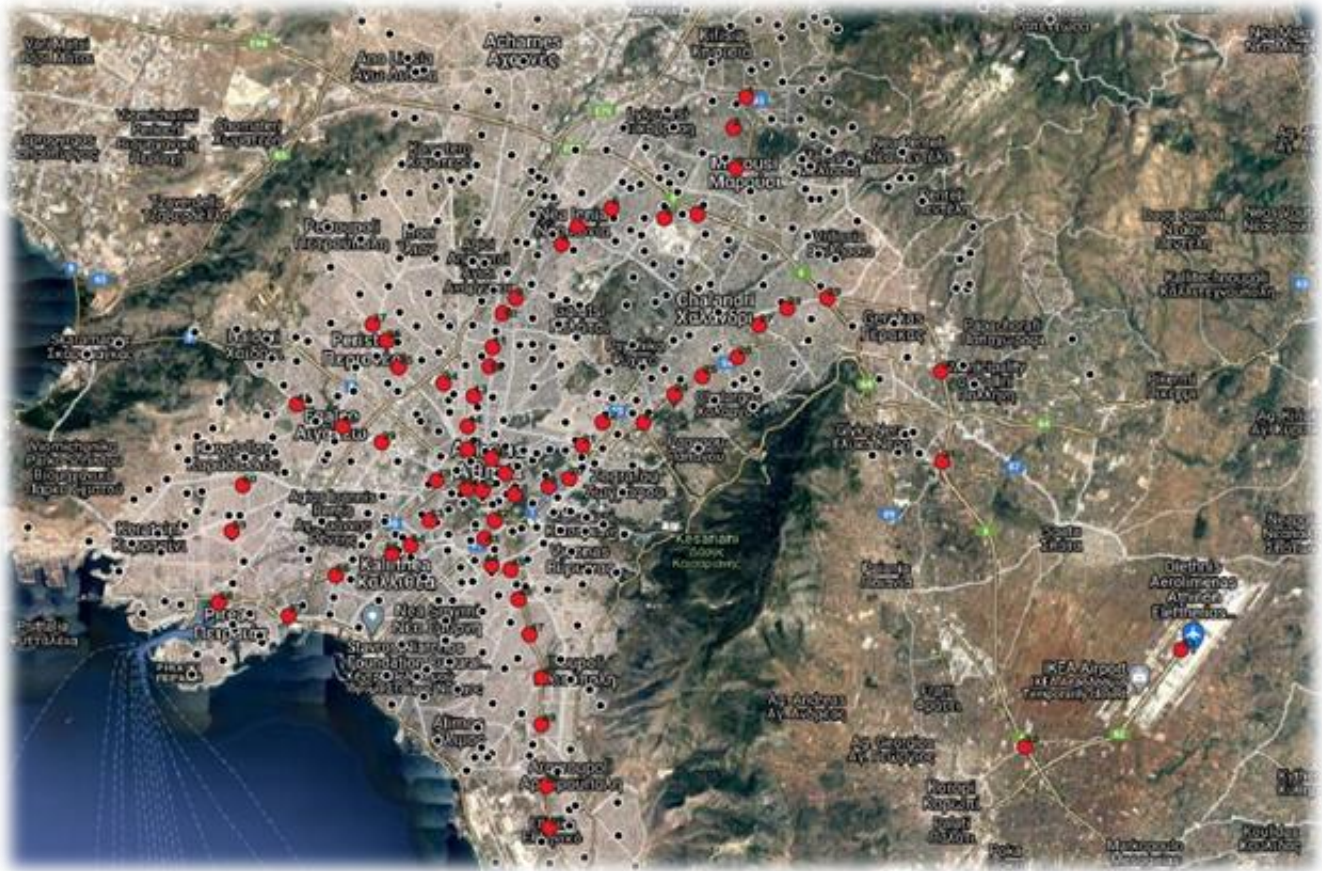
Σχήμα 33: Χάρτης Google Hybrid

Επόμενο στάδιο στην διαδικασία ανάλυσης του κριτηρίου είναι η καταχώρηση των σταθμών στο επίπεδο **ΣΤΑΜΟΙ ΜΕΤΡΟ**. Ενεργοποιούμε από την βασική εργαλειοθήκη του Qgis την λειτουργία **Toggle Editing** έχοντας επιλέξει σαν ενεργό επίπεδο το επίπεδο **ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΡΟ** και ενεργοποιούμε την λειτουργία **Add Point Feature**. Κάνοντας κλικ πάνω στο επίπεδο του υποβάθρου της Google, στο σημείο ακριβώς που βρίσκεται ο σταθμός, εισάγουμε τα σημεία που βρίσκονται οι σταθμοί. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ακρίβεια που μας δίνει ο ορθοφωτοχάρτης Google Hybrid είναι ικανοποιητική για την αξιοποίηση της ελάχιστης απόστασης των εξεταζόμενων περιοχών από τους εν λόγω σταθμούς. Έχουμε δηλαδή ένα σφάλμα όσον αφορά τις ακριβείς συντεταγμένες των σταθμών του μετρό αλλά δεν παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της συγκεκριμένης εφαρμογής. Στο **Σχήμα 34** φαίνονται οι σταθμοί του μετρό που εισαχθήκαν σαν σημειακή οντότητα (points).



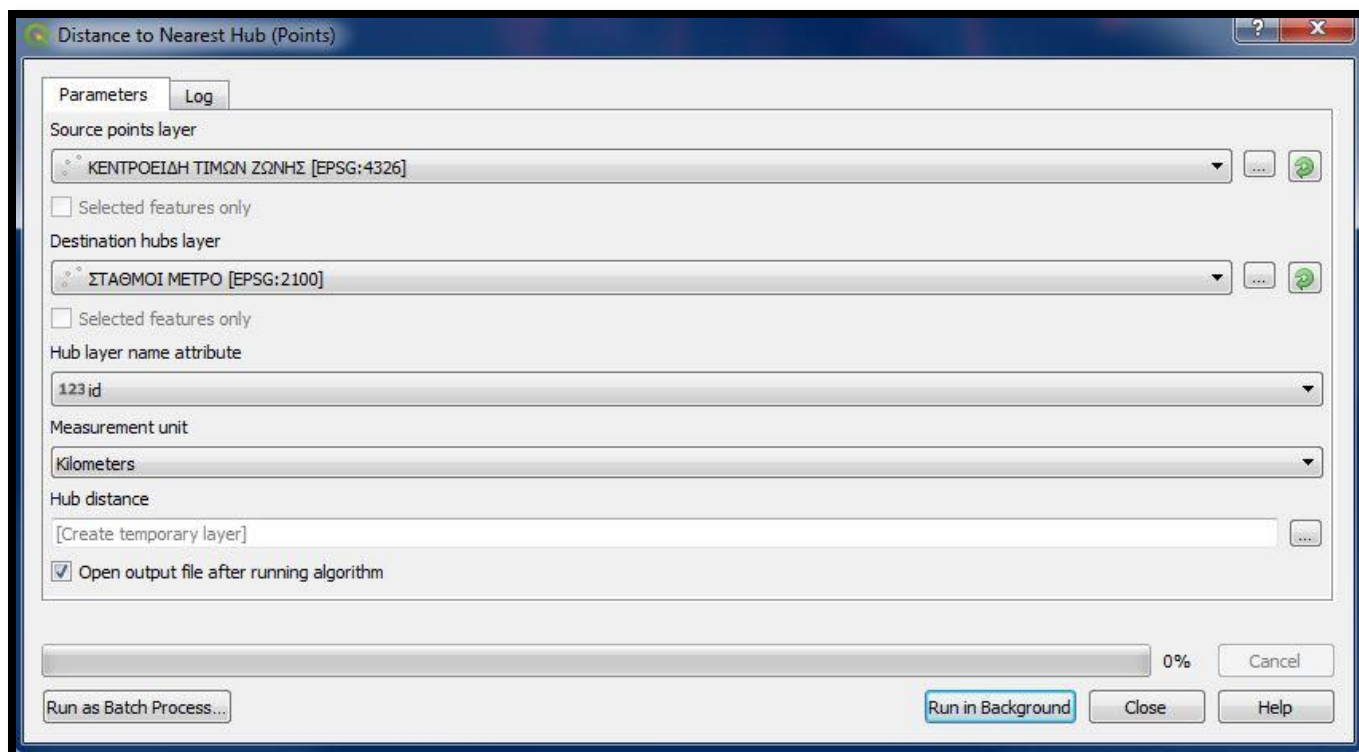
Σχήμα 34: Δίκτυο συγκοινωνίας Ηλεκτρικού και Σταθμών Μετρό ψηφιοποιημένο σε σημειακή οντότητα στο Qgis

Στην συνέχεια, όπως και στο κριτήριο της απόστασης από τη θάλασσα, υπολογίζεται η απόσταση των κεντροειδών των περιοχών από τον κοντινότερο σταθμό συγκοινωνίας του επιπέδου ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΡΟ. Στο **Σχήμα 35** παρατηρούμε την γραφική απεικόνιση των κεντροειδών των περιοχών ενδιαφέροντος και των σταθμών της συγκοινωνίας που ψηφιοποιήσαμε σημειακά στο υπόβαθρο της Google.



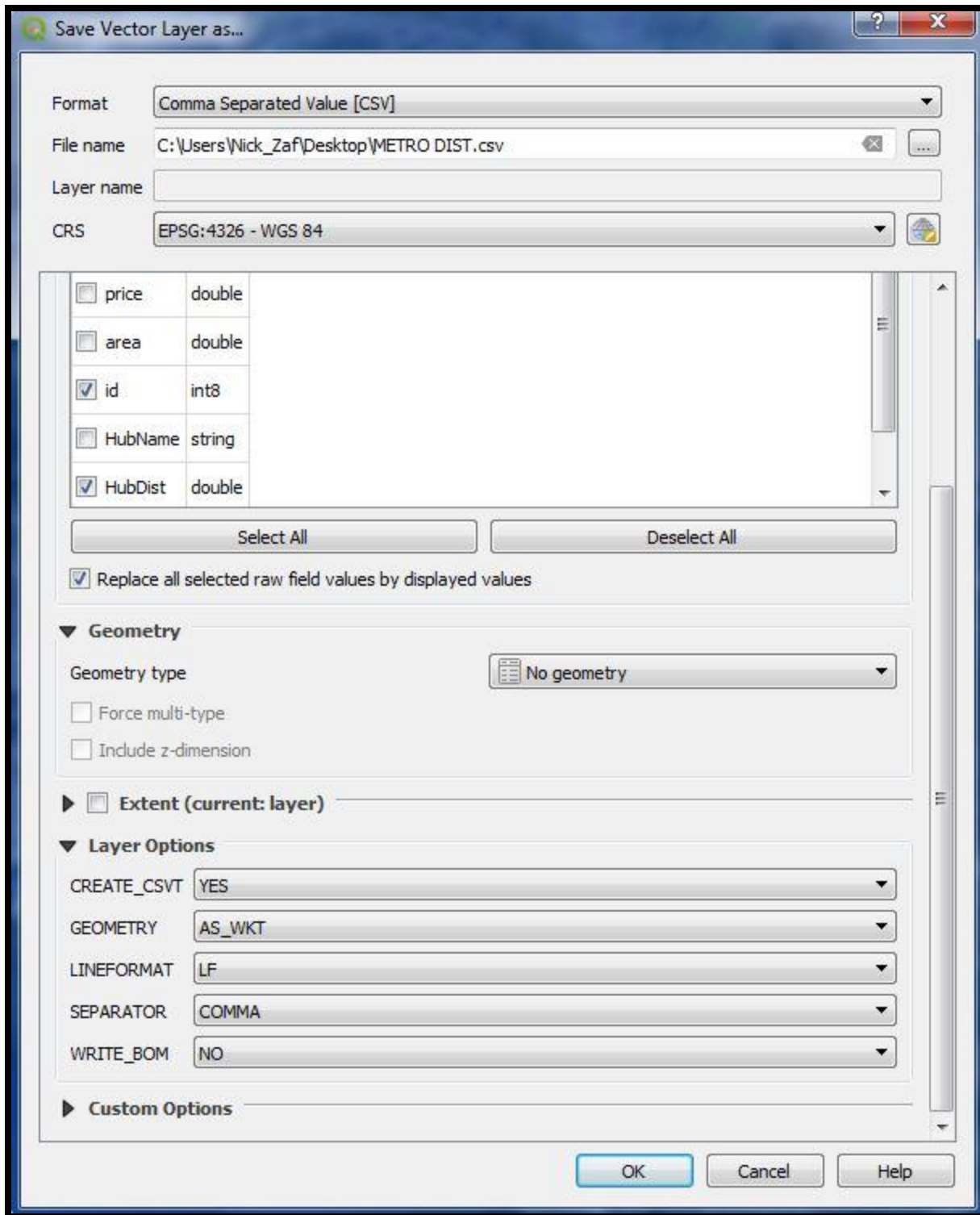
Σχήμα 35: γραφική απεικόνιση των κεντροειδών των περιοχών και των σταθμών της συγκοινωνίας στο Qgis. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι σταθμοί μετρό ενώ με μαύρο τα κεντροειδή των περιοχών.

Εκτελείται στην συνέχεια, αφού έχουμε δημιουργηθεί τα δύο σημειακά πλέον επίπεδα, η εντολή του Qgis «***Distance to nearest Hub (points)***». Η εντολή θα μας υπολογίσει την απόσταση που έχει το κάθε κεντροειδές (μαύρο χρώμα) από τον κοντινότερο σταθμό συγκοινωνίας. Στο **σχήμα 36** απεικονίζεται η δομή της εντολής «***Distance to nearest Hub (points)***» στο Qgis.



Σχήμα 36: Υπολογισμός αποστάσεων κεντροειδών τιμών ζώνης από τη Σταθμούς Μετρό

Η εντολή «Distance to nearest Hub (points)» σε αυτό το στάδιο έχει υπολογίσει τις κοντινότερες αποστάσεις που έχει κάθε περιοχή τιμής ζώνης από τους σταθμούς μετρό. Εξάγουμε το προσωρινό επίπεδο που δημιουργήθηκε «**HubDistance**» ακολουθώντας τις εξής εντολές του Qgis: **Export → Save Features As**. Στο **σχήμα 37** φαίνεται η δομή της εντολής **Export → Save Features As** και ο τρόπος με τον οποίο εξάγουμε αρχείο CSV (comma-separated values) για να ακολουθήσει η διαδικασία της βαθμονόμησης των περιοχών ανάλογα με την απόσταση τους από το δίκτυο συγκοινωνίας στο περιβάλλον του Excel. Οι στήλες που θα εξαχθούν από την παραπάνω διαδικασία θα είναι ο αριθμός της ταυτότητας του κεντροειδούς, άρα και της περιοχής αφού έχουμε φροντίσει να ταυτίζονται τα **id**, και η κοντινότερη απόσταση που υπολογίστηκε μέσα από την ρουτίνα «**Distance to nearest Hub (points)**» του Qgis



Σχήμα 37: Δομή της εντολής Export→Save Features As

Η βαθμονόμηση της απόστασης από τον κοντινότερο σταθμό συγκοινωνίας πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του Excel. Η βαθμολογία των περιοχών επιλέχθηκε να γίνει σε εκατοστιαία κλίμακα. Η ρουτίνα που χρησιμοποιήθηκε στο περιβάλλον του Excel είναι η ρουτίνα «**PERCENTRANK**». Η ρουτίνα υπολογίζει την βαθμολογία μιας τιμής ως ποσοστό μέσα από μια αλληλουχία τιμών. Στην προκειμένη περίπτωση οι τιμές αυτές πρόκειται για τις τιμές της κοντινότερης απόστασης των εξεταζόμενων περιοχών από το δίκτυο συγκοινωνίας. Προκειμένου η βαθμονόμηση του κριτηρίου της κοντινότερης απόστασης να είναι σε εκατοστιαία κλίμακα η στήλη της βαθμολογίας πολλαπλασιάστηκε με το 100. Επίσης προκειμένου να δοθεί υψηλή βαθμολογία στην περιοχή που βρίσκεται πιο κοντά σε σταθμό μετρό η εντολή αντιστράφηκε

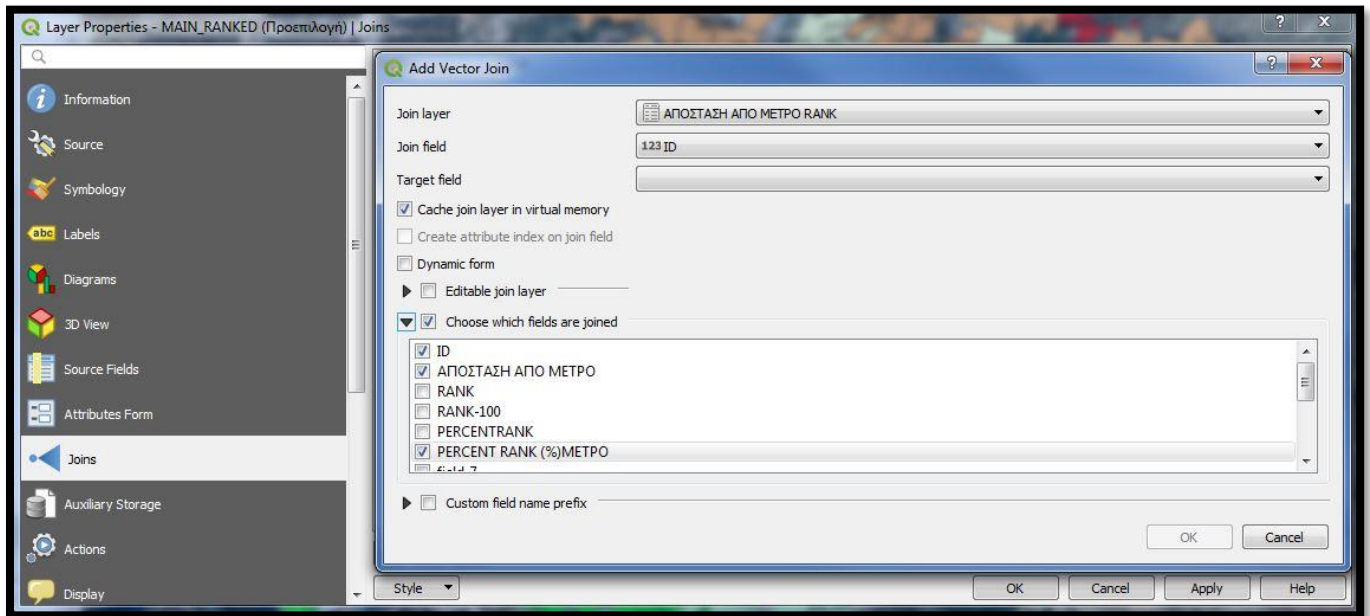
Στο **Σχήμα 38** φαίνεται η εκτέλεση της εντολής «**PERCENTRANK**» με τις προαναφερθείσες τροποποιήσεις σε περιβάλλον excel.

F2		fx =100*(1-(PERCENTRANK(\$B\$2:\$B\$522,B2)))				
	A	B	C	D	E	F
1	ID	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ	RANK	RANK-100	PERCENTRANK	PERCENT RANK (%) ΜΕΤΡΟ
2	36	0.012021306	521	100	1	100
3	31	0.06373362	520	99.81	0.999	99.9
4	352	0.097338953	519	99.62	0.997	99.7
5	349	0.098432045	518	99.42	0.995	99.5
6	42	0.12272002	517	99.23	0.993	99.3
7	272	0.150286366	516	99.04	0.991	99.1
8	285	0.152985803	515	98.85	0.989	98.9
9	312	0.15706011	514	98.66	0.987	98.7
10	47	0.16333174	513	98.46	0.985	98.5

Σχήμα 38: Εκτέλεση της εντολής «**PERCENTRANK**» σε περιβάλλον Excel

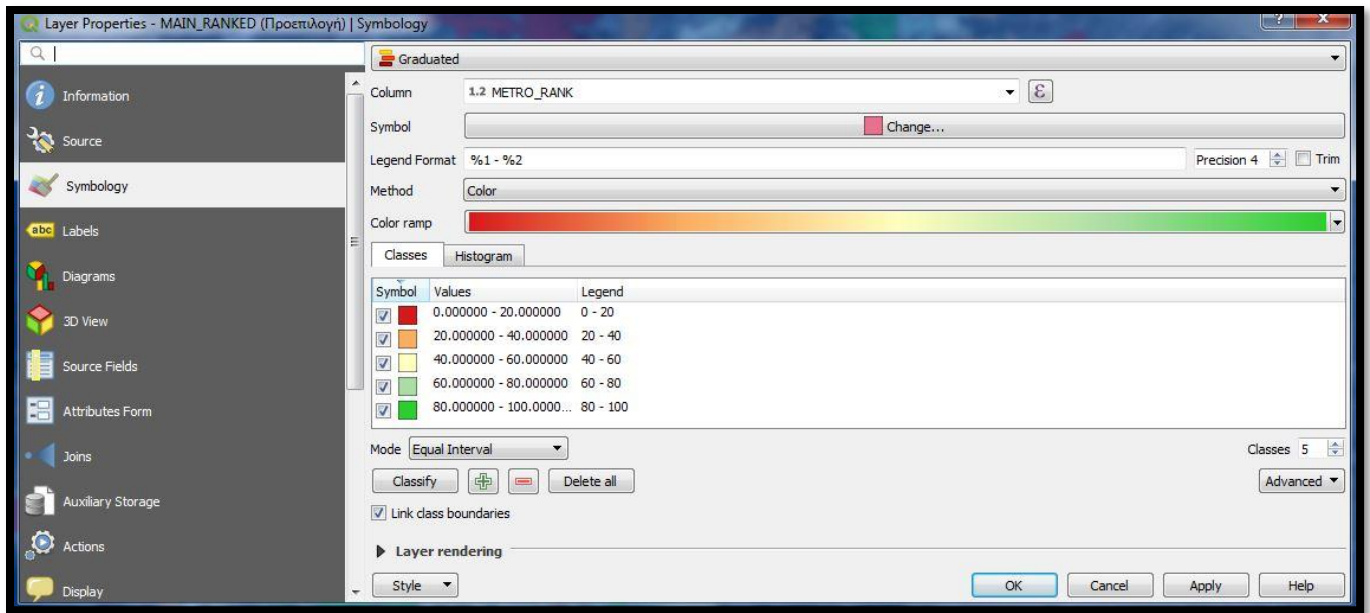
Η συνέχεια της διαδικασίας προβλέπει την εισαγωγή και ενσωμάτωση των στηλών **[ID]-[ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ]-[PERCENT RANK (%) ΜΕΤΡΟ]** στο επίπεδο των περιοχών, δηλαδή στον πίνακα ιδιοτήτων (attribute table) του επιπέδου των τιμών ζώνης. Εισάγουμε το αρχείο του Excel στο περιβάλλον του Qgis ακολουθώντας την αλληλουχία των εντολών **Layer → Add Layer → Add Delimited Text Layer**. Αφού

γίνει η εισαγωγή του επιπέδου εκτελούμε συνένωση (join) του επιπέδου των εξεταζόμενων περιοχών με το επίπεδο που εμπεριέχει σε στήλες τις ιδιότητες [ID]-[ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ]-[PERCENT RANK (%)]ΜΕΤΡΟ]. Η διαδικασία της συνένωσης φαίνεται στο **σχήμα 39** και επισημαίνεται ότι η ιδιότητα με βάση την οποία γίνεται η συνένωση των επιπέδων είναι η ιδιότητα **ID**.



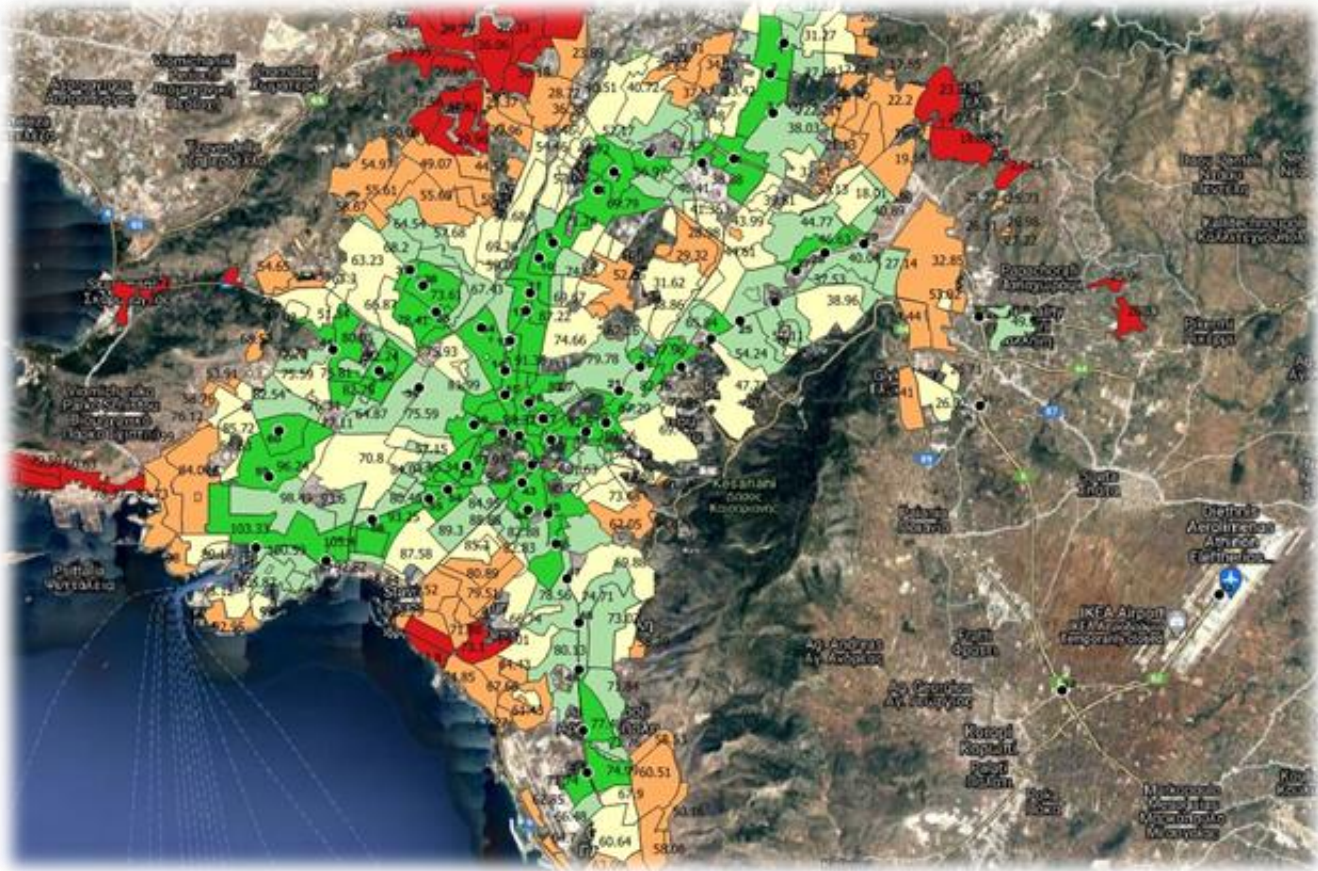
Σχήμα 39: Συνένωση των επιπέδων στο περιβάλλον του Qgis

Εκτελείται η παρακάτω αλληλουχία εντολών στο επίπεδο των περιοχών **Layer Properties** → **Symbology** → **Graduated** → **Classes**. Στο **Σχήμα 40** φαίνεται η διαδικασία που ακολουθείται έτσι ώστε να εμφανιστεί το κριτήριο των αποστάσεων των περιοχών με χρωματική διαβάθμιση σε ένα χάρτη.



Σχήμα 40: Εκτέλεση χρωματικής διακριτοποίησης χάρτη στην στήλη βαθμολογίας του κριτηρίου «Απόσταση από μετρό»

Στο **Σχήμα 41** απεικονίζεται γραφικά και με χρωματική κλίμακα η βαθμολογία των περιοχών θέτοντας σε ισχύ μόνο το κριτήριο της απόστασης από το Μετρό. Οι περιοχές που απέχουν πολύ μικρή απόσταση από τον πλησιέστερο σταθμό, λαμβάνουν την υψηλότερη βαθμολογία (πράσινο χρώμα) ενώ αυτές που απέχουν μεγάλη απόσταση λαμβάνουν χαμηλότερη (κόκκινο χρώμα). Με μαύρες τελείες απεικονίζονται βοηθητικά για να κατανοήσουμε καλύτερα το κριτήριο οι σταθμοί Μετρό και Τρένου (Ηλεκτρικός Σιδηρόδρομος).



Σχήμα 41: Εφαρμογή κριτηρίου «Απόσταση από μετρό» στο Qgis

3.5.4 Κριτήριο ενοικίου περιοχών

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση του τέταρτου κριτηρίου που θα χρησιμοποιήσουμε στην ανάλυση μας για την εύρεση της βέλτιστης τοποθεσίας αναζήτησης κατοικίας, είναι αναγκαίο να επισημάνουμε την σπουδαιότητα για την εύρεση μιας σχέσης ανάμεσα στις περιοχές και τις τιμές των ενοικίων. Είναι εύκολη η παρατήρηση του γεγονότος ότι αλλάζοντας περιοχή αλλάζουν και οι τιμές των ενοικίων. Το πως όμως μεταβάλλονται είναι ένα αντικείμενο που θα εξεταστεί επιδερμικά για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Θα αναφέρουμε κάποιους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν τις τιμές των ενοικίων στην Αττική και στην συνέχεια θα προχωρήσουμε στη ανάλυση του κριτηρίου

«ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΕΝΟΙΚΙΟΥ» παρουσιάζοντας τον παράγοντα που επιλέξαμε σχετικά με την εξέταση της μεταβλητότητας των τιμών ενοικίου.

Παράγοντες που επηρεάζουν τις τιμές των ενοικίων :

- Η πολιτική της γης και τα τεχνικά μέτρα και νομοθεσία που επιδρούν στη αγορά των ακινήτων. (Νέος Οικοδομικός Κανονισμός – Νόμος ρύθμισης αυθαίρετης δόμησης 4495/2017- Ηλεκτρονική ταυτότητα κτιρίου κ.α)
- Η πολεοδομική διάταξη και σύνθεση του χώρου σε συνδυασμό με τους πολεοδομικούς περιορισμούς καθώς και τις αλλαγές της ειδικής τεχνικής νομοθεσίας.
- Η κατανομή του πληθυσμού και η διάρθρωση της (ηλικίες – φύλλο)
- Βαθμός οικονομικής ανάπτυξης (Εισόδημα)
- Ο γενικός Πολεοδομικός Σχεδιασμός
- Το επίπεδο των υποδομών
- Τα φυσικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής όπως κάλυψη από πράσινο, κλίμα
- Η σεισμική δραστηριότητα της περιοχής
- Ο πληθωρισμός και η φορολογία που σχετίζεται με τα αστικά ακίνητα (κόστος μεταβίβασης και οι ειδικές φορολογικές επιβαρύνσεις)

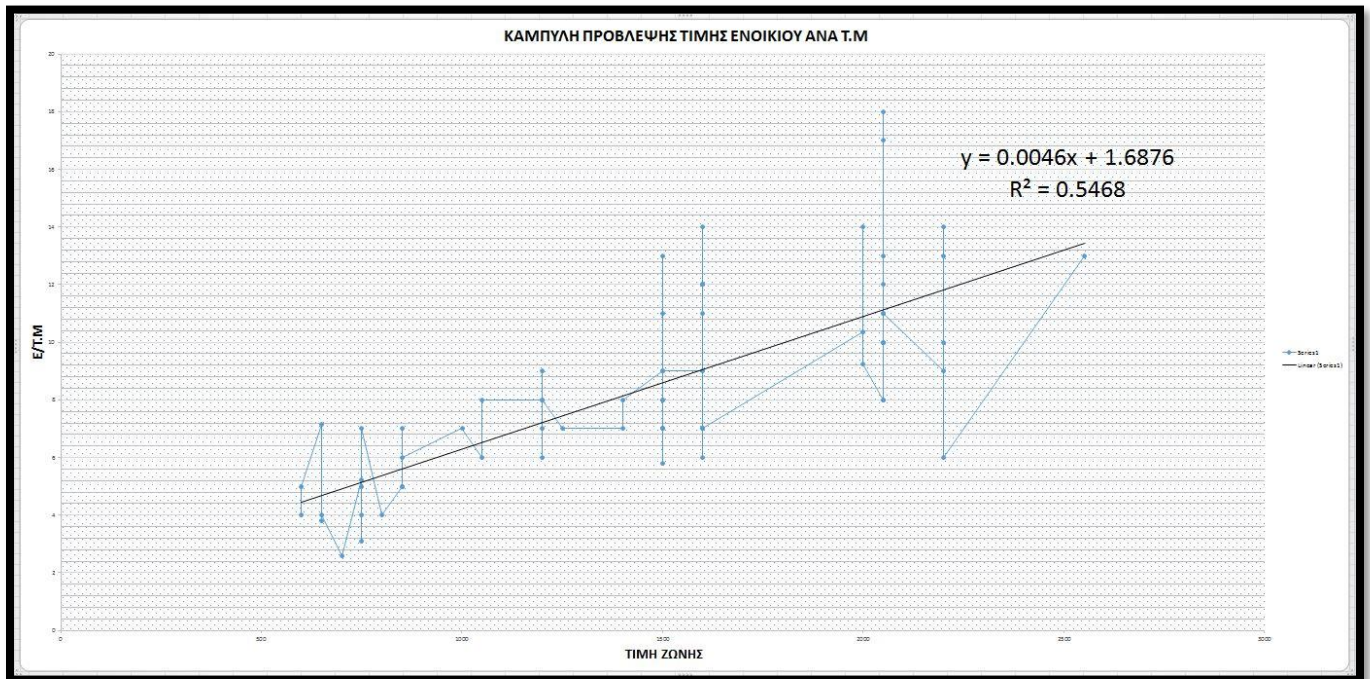
Όπως γίνεται σαφές, οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τις τιμές των ενοικίων μιας περιοχής είναι πολλοί και δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν. Ο λόγος λοιπόν που επιλέξαμε την διακριτοποίηση του τελικού μας χάρτη σε επίπεδο πολυγώνων τιμών ζώνης είναι η παρατήρηση των κοινών χαρακτηριστικών που διαμορφώνουν τόσο τις τιμές ζώνης, όσο και τις τιμές των ενοικίων. Με αυτή την παρατήρηση σαν βασικό άξονα διαμορφώθηκε μία μαθηματική εξίσωση **πρόβλεψης τιμής ενοικίου** ανά τετραγωνικό μέτρο για κάθε περιοχή που χαρακτηρίζεται από κοινή τιμή ζώνης. Δηλαδή βρέθηκε με μαθηματικό τρόπο η σχέση που η τιμή ζώνης επηρεάζει την τιμή του ενοικίου. Αξίζει να σημειωθεί πως η ενοικίαση των ακινήτων είναι ένας κλάδος στον οποίο κάθε ιδιοκτήτης μπορεί να ζητήσει το ενοίκιο που επιθυμεί καθώς δεν υπάρχει κάποιος νομικός περιορισμός σε αυτό. Ως επόμενο της προηγούμενης πρότασης είναι να έχουμε μεγάλες αυξομειώσεις ακόμα και εντός του ίδιου οικοδομικού τετραγώνου στις τιμές των ενοικίων.

Αρχικά για την εύρεση της μαθηματικής έκφρασης πάρθηκαν παρατηρήσεις από ιστοσελίδες αναζήτησης κατοικίας όπως οι ιστοσελίδες **www.spitogatos.gr** και **www.car.gr**. Αναζητήθηκαν περιοχές που έχουν ίδια τιμή ζώνης ,σε όλο το φάσμα των τιμών ζώνης και σε όλη την έκταση της περιφέρειας Αττικής , και σημειώθηκαν οι τιμές ενοικίων ανά τετραγωνικό των περιοχών αυτών. Με αυτόν τον τρόπο έγινε η συλλογή των δεδομένων και η οργάνωση και επεξεργασία τους πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον Excel. Στο **Σχήμα 42** φαίνεται μέρος από την συλλογή των δεδομένων στο Excel.

E/M2	LAND PRICE	LOCATION
4	600	ΠΑΡΚΟ ΠΟΛΗΣ
5	600	ΠΑΡΚΟ ΠΟΛΗΣ
7.14	650	ΖΕΦΥΡΙ
3.8	650	ΖΩΦΡΙΑ
4	650	ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
2.6	700	ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
5.22	750	ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑ
3.09	750	ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑ
4	750	ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑ
5	750	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΡΕΝΤΗΣ
7	750	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΡΕΝΤΗΣ
4	800	ΓΕΡΟΒΟΥΝΟ
5	850	ΑΤΤΑΛΟΣ ΑΝΘΟΚΗΠΟΥΡΟΙ
7	850	ΑΤΤΑΛΟΣ ΑΝΘΟΚΗΠΟΥΡΟΙ
5	850	ΑΤΤΑΛΟΣ ΑΝΘΟΚΗΠΟΥΡΟΙ
6	850	ΤΑΥΡΟΣ
7	1000	ΒΟΤΑΝΙΚΟΣ
6	1050	ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ
8	1050	ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ
8	1200	ΑΓΙΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ
9	1200	ΑΓΙΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ
6	1200	ΑΓΙΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ
7	1200	ΣΕΠΟΛΙΑ
8	1200	ΣΕΠΟΛΙΑ
7	1250	ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ
7	1400	ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ
8	1400	ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ
9	1500	ΠΕΡΙΣΣΟΣ
8	1500	ΠΕΡΙΣΣΟΣ
11	1500	ΠΕΡΙΣΣΟΣ
7	1500	ΠΕΡΙΣΣΟΣ
7	1500	ΖΩΓΡΑΦΟΥ
7	1500	ΒΡΙΛΛΗΣΙΑ
8	1500	ΒΡΙΛΛΗΣΙΑ
13	1500	ΒΡΙΛΛΗΣΙΑ
5.8	1500	ΚΥΨΕΛΗ
9	1500	ΚΥΨΕΛΗ
9	1600	ΜΕΛΙΣΣΙΑ
7	1600	ΜΕΛΙΣΣΙΑ
12	1600	ΜΕΛΙΣΣΙΑ
11	1600	ΧΑΛΑΝΔΡΙ
12	1600	ΧΑΛΑΝΔΡΙ
14	1600	ΧΑΛΑΝΔΡΙ

Σχήμα 42:
Συλλογή δεδομένων με
καταχώρηση τιμών
ζώνης ανά τετραγωνικό
μέτρο όπως
εντοπίστηκαν στο
διαδίκτυο

Στην συνέχεια, στο περιβάλλον του excel δημιουργήθηκε ένα διάγραμμα έτσι να οπτικοποιηθεί καλύτερα το φαινόμενο και να μπορούμε να προβούμε σε περαιτέρω επεξεργασία. Στο **Σχήμα 43** φαίνεται το διάγραμμα που δημιουργήθηκε από τις παρατηρήσεις που συγκεντρώθηκαν με δεδομένα στον άξονα X την τιμή ζώνης και στον Y την τιμή σε ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο.



Σχήμα 43: Διάγραμμα παρατηρήσεων και καμπύλη πρόβλεψης ενοικίου

Από τις διαθέσιμες στο περιβάλλον του excel συναρτήσεις η Γραμμική (LINEAR) διαπιστώθηκε ότι περιγράφει καλύτερα την μορφή του διαγράμματος των παρατηρήσεων και η μοντελοποίηση πραγματοποιήθηκε με γραμμική σχέση. Η μαθηματική εξίσωση που περιγράφει την σχέση μεταξύ των τιμών ζώνης και των τιμών των ενοικίων ανά τετραγωνικό μέτρο είναι η ακόλουθη :

$y = 0.0046x + 1.6876$, όπου Y η πρόβλεψη ενοικίου ανά τετραγωνικό μέτρο για κάθε τιμή ζώνης X

Στο **Σχήμα 44** φαίνεται η πρόβλεψη της τιμής του ενοικίου ανά τετραγωνικό μέτρο για τιμή ζώνης με αξία 1600 Ευρώ, για διαφορετικά μεγέθη διαμερισμάτων, κάνοντας χρήση της εξίσωσης του **σχήματος 43**.

ΤΙΜΗ ΖΩΝΗΣ	ΕΝΟΙΚΙΟ (ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ 1) (€/Τ.Μ.)
1600	8.5865
ΜΕΓΕΘΟΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (ΓΡ-1) ΤΙΜΗΣ ΕΝΟΙΚΙΟΥ (€/ΜΗΝΑ)
35	300
50	430
70	600
80	690
100	860
120	1030
150	1290
200	1720
220	1890
300	2580

Σχήμα 44:

Πρόβλεψη της τιμής του ενοικίου ανά τετραγωνικό μέτρο για τιμή ζώνης με αξία 1600 Ευρώ, για διαφορετικά μεγέθη διαμερισμάτων, κάνοντας χρήση της εξίσωσης του σχήματος 39.

Στην συνέχεια η μαθηματική εξίσωση περιγραφής της σχέσης μεταξύ τιμής ζώνης και τιμής ενοικίου ανά τετραγωνικό μέτρο εφαρμόστηκε σε όλα τα πολύγωνα του επιπέδου των τιμών ζώνης με χρήση του Excel.

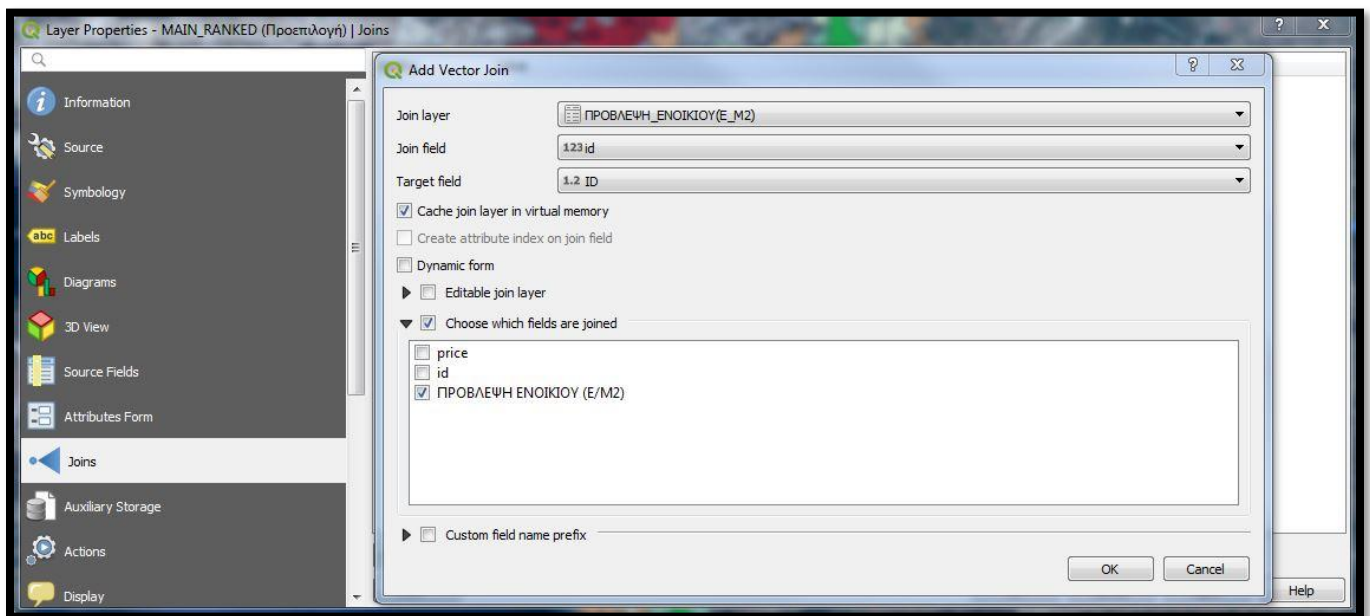
Στο **Σχήμα 45** φαίνεται η διαδικασία εκτέλεσης της εξίσωσης του **Σχήματος 43**.

price	id	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΕΝΟΙΚΙΟΥ (Ε/Μ2)
1800	210	9.0065
2500	211	10.4765
1750	212	8.9015
1550	213	8.4815
1700	214	8.7965
1800	215	9.0065
1350	200	8.0615
2700	201	10.8965
2100	202	9.6365
2350	203	10.1615
4600	204	14.8865
2350	205	10.1615
2650	206	10.7915
2650	207	10.7915
1250	192	7.8515
1500	193	8.3765
950	194	7.2215
1500	195	8.3765
1400	196	8.1665
1300	197	7.9565
1100	198	7.5365
1550	199	8.4815
1100	248	7.5365
1250	249	7.8515
1600	250	8.5865
1300	251	7.9565
1300	252	7.9565
1300	253	7.9565
1150	254	7.6415
1200	255	7.7465
1000	240	7.3265
800	241	6.9065
1100	242	7.5365
800	243	6.9065
1300	244	7.9565
1500	245	8.3765
1000	246	7.3265
1250	247	7.8515

Σχήμα 45:

Υλοποίηση της μαθηματικής εξίσωσης του σχήματος 39 σε όλα τα πολύγωνα του επιπέδου των τιμών ζώνης σε περιβάλλον Excel

Η συνέχεια της διαδικασίας προβλέπει την εισαγωγή και ενσωμάτωση της στήλης **[ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΕΝΟΙΚΙΟΥ (Ε/Μ2)]** στο επίπεδο των περιοχών, δηλαδή στον πίνακα ιδιοτήτων (attribute table) του επιπέδου των τιμών ζώνης. Εισάγουμε το αρχείο του Excel στο περιβάλλον του Qgis ακολουθώντας την αλληλουχία των εντολών **Layer → Add Layer → Add Delimited Text Layer**. Αφού γίνει η εισαγωγή του επιπέδου εκτελούμε συνένωση (join) του επιπέδου των εξεταζόμενων περιοχών με το επίπεδο που εμπεριέχει σε στήλη την ιδιότητα της στήλης **[ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΕΝΟΙΚΙΟΥ (Ε/Μ2)]**. Η διαδικασία της συνένωσης φαίνεται στο **Σχήμα 46** και επισημαίνεται ότι η ιδιότητα με βάση την οποία γίνεται η συνένωση των επιπέδων είναι η ιδιότητα **ID**.



Σχήμα 46: Συνένωση στήλης πρόβλεψης ενοικίου ανά τετραγωνικό μέτρο με το επίπεδο των τιμών ζώνης στο Qgis

3.6 Πίνακας ιδιοτήτων συνενωμένου επιπέδου τιμών ζώνης [MAIN_RANKED]

Σε αυτό το σημείο και πριν συνεχίσουμε στην ανάλυση των δεδομένων που λαμβάνει η εφαρμογή από τον χρήστη αξίζει να παρουσιαστεί η μορφή του επιπέδου (Layer) στο οποίο έχουν ενσωματωθεί και τα τέσσερα κριτήρια βαθμονόμησης των πολυγώνων των τιμών ζώνης. Ο πίνακας ιδιοτήτων πάνω στον οποίο θα γίνεται η τελική βαθμονόμηση αποτελεί μια στατική πλέον βάση δεδομένων. Δηλαδή τα κριτήρια έχουν καταστρωθεί και ενοποιηθεί πλέον σε ένα επίπεδο το οποίο θα το ονομάσουμε **[MAIN_RANKED]**. Η έννοια **[MAIN]** μας υποδεικνύει ότι το επίπεδο αυτό είναι το κύριο που θα εργαστούμε και το **[RANKED]** ότι έχουν ενσωματωθεί όλες οι βαθμονομήσεις από όλα τα κριτήρια που εκτελεστήκαν. Στο **σχήμα 47** παρουσιάζεται ο πίνακας ιδιοτήτων του επιπέδου **[MAIN_RANKED]**

MAIN_RANKED :: Features Total: 520, Filtered: 520, Selected: 0

	PRICE	AREA	ID	SD	METRO	SEA	RENT	SEA_RANK	METRO_RANK	SD_RANK
1	600.000...	1441119.0060000000...	226	1.150...	5.26...	14.22...	6.48650000...	24.89999999...	15.40000000...	48.0000000000...
2	650.000...	380097.13900000002...	143	0.800...	5.87...	12.74...	6.59150000...	34.50000000...	13.50000000...	23.1999999999...
3	650.000...	685370.41700000001...	144	0.800...	5.84...	12.14...	6.59150000...	36.60000000...	13.69999999...	31.0000000000...
4	650.000...	1883690.0840000000...	145	0.800...	6.80...	13.56...	6.59150000...	29.30000000...	12.00000000...	30.3000000000...
5	650.000...	2237206.9939999999...	148	0.800...	8.04...	12.97...	6.59150000...	33.10000000...	7.900000000...	23.1999999999...
6	650.000...	38045.673000000002...	149	0.820...	8.38...	12.30...	6.59150000...	35.60000000...	7.400000000...	33.1000000000...
7	650.000...	348991.97399999998...	150	0.800...	9.02...	12.79...	6.59150000...	34.29999999...	4.500000000...	23.1999999999...
8	650.000...	716804.75100000004...	342	0.810...	6.97...	0.576...	6.59150000...	93.50000000...	11.19999999...	31.8000000000...
9	700.000...	296390.94199999998...	146	1.170...	6.94...	13.29...	6.69650000...	31.00000000...	11.40000000...	48.3999999999...
10	700.000...	847340.76000000000...	147	1.000...	7.44...	13.20...	6.69650000...	31.80000000...	9.699999999...	39.3999999999...
11	700.000...	379909.98900000000...	341	2.560...	8.17...	0.627...	6.69650000...	92.90000000...	7.700000000...	79.7000000000...
12	700.000...	351964.02199999999...	343	1.750...	4.86...	0.253...	6.69650000...	97.70000000...	16.19999999...	66.0999999999...
13	750.000...	47338.885999999998...	9	1.800...	1.45...	4.616...	6.80150000...	70.79999999...	52.39999999...	68.9000000000...
14	750.000...	9880.066000000000713	28	0.800...	1.36...	1.885...	6.80150000...	85.00000000...	54.70000000...	23.1999999999...
15	750.000...	3188779.1299999998...	29	1.100...	1.55...	2.718...	6.80150000...	80.00000000...	50.00000000...	46.8999999999...
16	750.000...	174094.53099999998...	156	0.850...	2.20...	14.05...	6.80150000...	26.00000000...	36.20000000...	34.3999999999...
17	750.000...	568501.18500000005...	157	0.810...	4.11...	14.31...	6.80150000...	24.50000000...	18.89999999...	32.2999999999...
18	750.000...	697108.40500000002...	158	0.800...	4.85...	15.43...	6.80150000...	19.10000000...	16.39999999...	30.8000000000...
19	750.000...	509536.90299999999...	219	2.080...	2.65...	0.226...	6.80150000...	98.50000000...	29.89999999...	74.7000000000...
20	750.000...	188472.32300000000...	221	2.340...	1.34...	0.450...	6.80150000...	94.70000000...	55.00000000...	77.5000000000...
21	750.000...	905292.41299999994...	265	2.570...	3.59...	0.104...	6.80150000...	100.0000000...	22.19999999...	79.9000000000...
22	750.000...	122810.90300000000...	339	0.830...	8.01...	0.114...	6.80150000...	99.90000000...	8.100000000...	34.0000000000...
23	800.000...	1377218.8580000000...	236	1.600...	1.19...	9.454...	6.90650000...	46.79999999...	61.00000000...	62.5000000000...
24	800.000...	578287.47600000002...	241	1.120...	3.39...	11.60...	6.90650000...	38.70000000...	23.89999999...	47.3999999999...
25	800.000...	236534.65900000001...	243	1.000...	2.47...	12.00...	6.90650000...	37.50000000...	32.50000000...	39.6000000000...
26	800.000...	687334.46900000004...	259	0.720...	4.17...	12.51...	6.90650000...	35.20000000...	18.50000000...	20.0000000000...
27	800.000...	823889.78099999995...	261	0.790...	3.70...	13.07...	6.90650000...	32.39999999...	20.80000000...	21.6999999999...

Σχήμα 47: Attribute Table επιπέδου [MAIN_RANKED]

3.7 Ερωτήματα προς τον χρήστη

Η ανάπτυξη της εφαρμογής αναζήτησης τοποθεσίας κατοικίας συνεχίζεται με την συνεχίζεται με την εύρεση και τα χαρακτηριστικά των στοιχείων που θα πρέπει να εισάγει ο χρήστης προκειμένου να αναζητήσει με βάση τις προτιμήσεις του την βέλτιστη τοποθεσία. Η εφαρμογή θα λαμβάνει σαν δεδομένα τις προτιμήσεις και περιορισμούς του χρήστη και θα δίνει βαθμολογίες στα πολύγωνα της MAIN_RANKED μέσα από μια εξίσωση που θα περιλαμβάνει τις μεταβλητές που θα εισάγει ο χρήστης. Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται λόγος στα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης της εφαρμογής με την μορφή ερωτημάτων.

- **ΕΡΩΤΗΜΑ 1:** Ο χρήστης προτιμάει **πυκνοκατοικημένη** περιοχή ή **αραιοκατοικημένη**?
Πόσο τον ενδιαφέρει η επιλογή του σχετικά με την πυκνή ή την αραιή δόμηση?

Το ερώτημα 1 είναι προφανές ότι ενσωματώνει την προτίμηση του χρήστη στο πρώτο κριτήριο που αναπτύχθηκε. Το κριτήριο δηλαδή του **Μέσου Συντελεστή Δόμησης**. Μεγάλος συντελεστής δόμησης οδηγεί πολεοδομικά σε πυκνοκατοικημένες περιοχές με έντονη εμπορική δραστηριότητα και κατ'επέκταση πυκνοδομημένες, ενώ χαμηλός συντελεστής δόμησης οδηγεί σε περιοχές με όχι τόσο έντονη εμπορική δραστηριότητα, με χαρακτηριστικά αμιγούς κατοικίας και χαμηλή περιβαλλοντική όχληση. Η βαθμολογία των πολυγώνων του επιπέδου [MAIN_RANKED], σε σχέση με το κριτήριο του Μέσου Συντελεστή Δόμησης, είναι σε εκατοστιαία κλίμακα και αυξάνει με την αύξηση του συντελεστή δόμησης. Με αυτή την δομή των ερωτήσεων επιτεύχθηκε να γραφτεί μαθηματική έκφραση η οποία σε περίπτωση που ένας χρήστης απαντήσει πως τον ενδιαφέρουν οι αραιοκατοικημένες περιοχές ο χαμηλός συντελεστής δόμησης να σημαίνει μεγάλη βαθμολογία. Η απάντηση στο πόσο τον ενδιαφέρει η επιλογή του, είναι για να δοθεί κατευθείαν από τον χρήστη το «βάρος» στην εξίσωση που δημιουργήσαμε. Η κλίμακα στην απάντηση του πόσο πυκνοκατοικημένη ή αραιοκατοικημένη περιοχή ενδιαφέρει τον χρήστη θα είναι από το 0 έως το 10.

- **ΕΡΩΤΗΜΑ 2:** Ο χρήστης προτιμάει να αναζητήσει κατοικία **κοντά** στη θάλασσα ή **μακριά**? **Πόσο** τον ενδιαφέρει η επιλογή του σχετικά με την απόσταση από την θάλασσα?

Το ερώτημα 2 είναι προφανές ότι ενσωματώνει την προτίμηση του χρήστη στο δεύτερο κριτήριο που αναπτύχθηκε. Το κριτήριο δηλαδή της **Απόστασης από την Θάλασσα**. Η βαθμολογία των πολυγώνων του επιπέδου [MAIN_RANKED], σε σχέση με το κριτήριο της Απόστασης από τη θάλασσα, είναι σε εκατοστιαία κλίμακα και αυξάνει όσο πιο κοντά βρίσκεται η περιοχή στην ακτογραμμή. Με αυτή την δομή των ερωτήσεων επιτεύχθηκε να γραφτεί μαθηματική έκφραση η οποία σε περίπτωση που ένας χρήστης απαντήσει πως τον ενδιαφέρουν οι απομακρυσμένες από τη θάλασσα περιοχές, η μεγάλη απόσταση από την ακτογραμμή να σημαίνει μεγάλη βαθμολογία. Η απάντηση στο πόσο τον ενδιαφέρει η επιλογή του, είναι για να δοθεί κατευθείαν από τον χρήστη το «βάρος» στην εξίσωση που δημιουργήσαμε. Η κλίμακα στην απάντηση του πόσο κοντά ή πόσο μακριά από την ακτογραμμή ενδιαφέρει τον χρήστη να βρίσκεται η περιοχή, θα είναι από το 0 έως το 10.

- **ΕΡΩΤΗΜΑ 3:** Ο χρήστης προτιμάει να αναζητήσει κατοικία **κοντά** σε σταθμό Μετρό ή Ηλεκτρικό ή **μακριά**? **Πόσο** τον ενδιαφέρει η επιλογή του σχετικά με την απόσταση από το δίκτυο συγκοινωνίας?

Το ερώτημα 3 είναι προφανές ότι ενσωματώνει την προτίμηση του χρήστη στο τρίτο κριτήριο που αναπτύχθηκε. Το κριτήριο δηλαδή της **Απόστασης από το Μετρό**. Η βαθμολογία των πολυγώνων του επιπέδου [MAIN_RANKED], σε σχέση με το κριτήριο της Απόστασης από το Μετρό, είναι σε εκατοστιαία κλίμακα και αυξάνει όσο πιο κοντά βρίσκεται η περιοχή σε σταθμό Μετρό. Με αυτή την δομή των ερωτήσεων επιτεύχθηκε να γραφτεί μαθηματική έκφραση η οποία σε περίπτωση που ένας χρήστης απαντήσει πως δεν τον ενδιαφέρει να βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από κάποιο σταθμό μετρό η Ηλεκτρικό, η μεγάλη απόσταση από τον κοντινότερο σταθμό να σημαίνει μεγάλη βαθμολογία. Η απάντηση στο πόσο τον ενδιαφέρει η επιλογή του, είναι για να δοθεί κατευθείαν από τον χρήστη το «βάρος» στην εξίσωση που δημιουργήσαμε. Η κλίμακα στην απάντηση του πόσο κοντά ή πόσο μακριά από σταθμό μετρό ενδιαφέρει τον χρήστη να βρίσκεται η περιοχή, θα είναι από το 0 έως το 10.

- **ΕΡΩΤΗΜΑ 4:** Ποιο είναι το διαθέσιμο ποσό που μπορεί να διαθέσει ο χρήστης για ενοίκιο και πόσα τετραγωνικά καλύπτουν τις ανάγκες του?

Το ερώτημα ενσωματώνει το άνω χρηματικό όριο που μπορεί να διαθέσει ο χρήστης για ενοίκιο στο τέταρτο κριτήριο που αναπτύχθηκε. Το κριτήριο αυτό είναι το τελευταίο στην σειρά και θα λειτουργήσει σαν το τελικό φίλτρο πάνω στις βαθμολογίες των πολυγώνων του επιπέδου [MAIN_RANKED], που έχουν ενσωματώσει τις προτιμήσεις του χρήστη μέσω των ερωτημάτων 1 έως 3.

3.8 Μόρφωση μαθηματικής έκφρασης – Κατανομή βαρών

Η τελική βαθμολογία των πολυγώνων του επιπέδου [MAIN_RANKED] υπολογίστηκε με την ακόλουθη μαθηματική έκφραση:

$$[TOTAL_RANK] = (SEA + METRO + S.D) / (Vsea + Vmetro + Vsd)$$

Vsea = Απάντηση χρήστη στο πόσο ενδιαφέρει τον χρήστη η επιλογή του σχετικά με την απόσταση από την θάλασσα.

Τιμές μεταβλητής από 1 έως 10 , (*User Input Variable*)

- **Vmetro** = Απάντηση χρήστη στο πόσο ενδιαφέρει τον χρήστη η επιλογή του σχετικά με την απόσταση από το μετρό.

Τιμές μεταβλητής από 1 έως 10 , (*User Input Variable*)

- **Vsd** = Απάντηση χρήστη στο τον ενδιαφέρει η επιλογή του σχετικά με την πυκνή ή την αραιή δόμηση.

Τιμές μεταβλητής από 1 έως 10 , (*User Input Variable*)

- $SEA = V_{sea} * [SEA_RANK]$: ΚΟΝΤΑ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ
 $SEA = V_{sea} * [100-SEA_RANK]$: ΜΑΚΡΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ
- $METRO = V_{metro} * [METRO_RANK]$: ΚΟΝΤΑ ΣΤΟ ΜΕΤΡΟ
 $METRO = V_{metro} * [100-METRO_RANK]$: ΜΑΚΡΙΑ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ
- $S.D = V_{sd} * [SD_RANK]$: ΠΥΚΝΟΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
 $S.D = V_{sd} * [100-SD_RANK]$: ΑΡΑΙΟΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Δεδομένου ότι έχουν εισαχθεί όλα τα δεδομένα από τον χρήστη η τελική επιλογή της περιοχής χωρίζεται σε δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την διαδικασία βαθμολογίας των πολυγώνων του επιπέδου [MAIN_RANKED] από την μαθηματική έκφραση $[TOTAL_RANK] = (SEA + METRO + S.D) / (V_{sea} + V_{metro} + V_{sd})$. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η δημιουργία μιας καινούργιας στήλης στον πίνακα ιδιοτήτων της [MAIN_RANKED] όπου θα υπολογίζουμε μέσα από το εργαλείο «*Field Calculator*» την βαθμολογία του κάθε πολυγώνου, έχοντας ενσωματώσει τις προτιμήσεις και τα βάρη που έχει εισάγει ο χρήστης. Στο **σχήμα 48** φαίνεται η στήλη που δημιουργήσαμε με όνομα [TOTAL_RANK]. Ανοίγουμε τον πίνακα ιδιοτήτων του επιπέδου [MAIN_RANKED] και κάνουμε εισαγωγή νέας στήλης.

Attribute Table → Add New Field

MAIN_RANKED :: Features Total: 520, Filtered: 520, Selected: 0

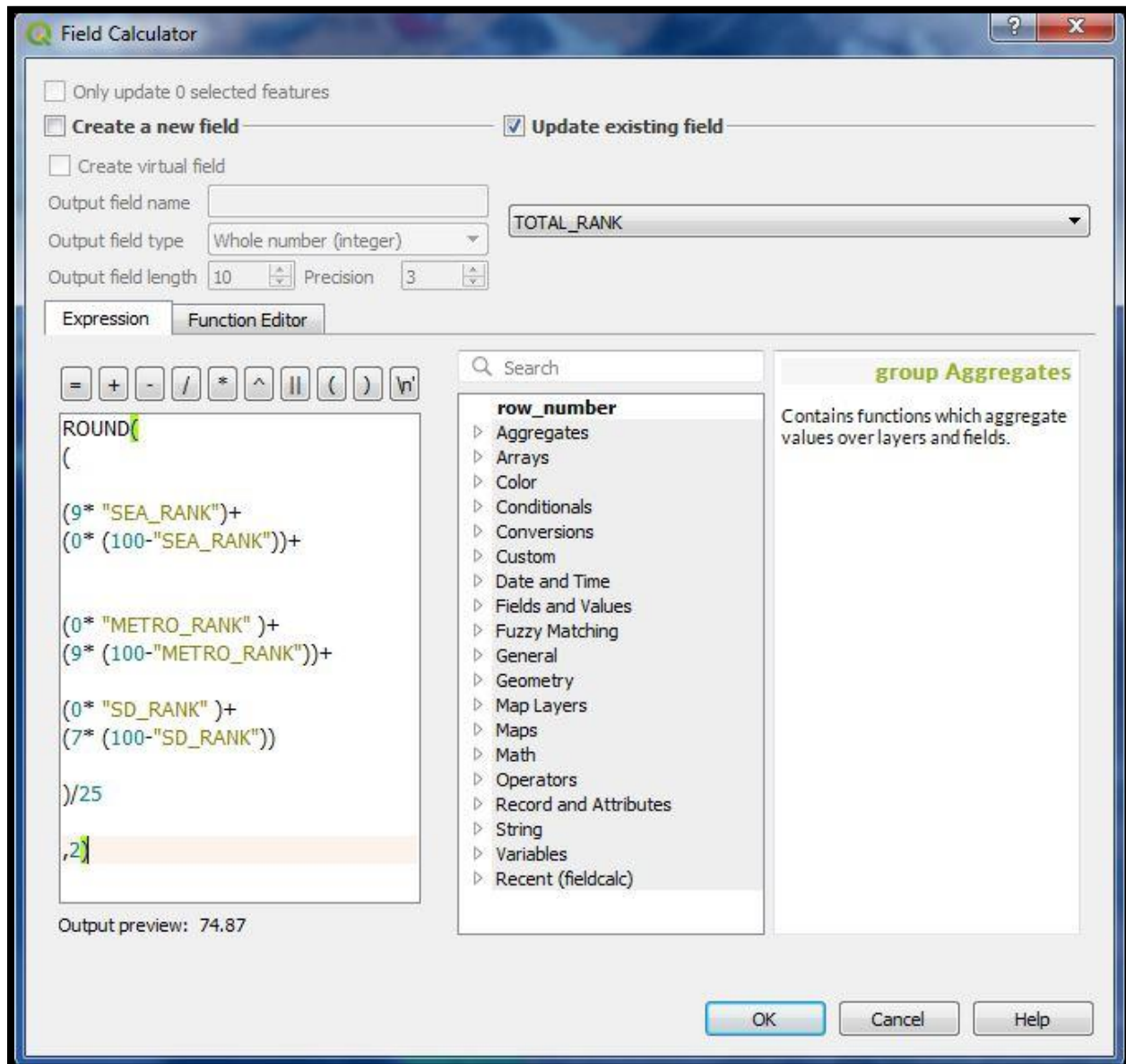
	PRICE	AREA	ID	SD	METRO	SEA	RENT	SEA_RANK	METRO_RANK	SD_RANK	TOTAL_RANK
1	600.000...	1441119.0060000000...	226	1.150...	5.26...	14.22...	6.48650000...	24.89999999...	15.40000000...	48.000000000000...	36.060000000000002
2	650.000...	380097.13900000002...	143	0.800...	5.87...	12.74...	6.59150000...	34.50000000...	13.50000000...	23.19999999999...	29.660000000000000
3	650.000...	685370.41700000001...	144	0.800...	5.84...	12.14...	6.59150000...	36.60000000...	13.69999999...	31.00000000000...	33.990000000000002
4	650.000...	1883690.0840000000...	145	0.800...	6.80...	13.56...	6.59150000...	29.30000000...	12.00000000...	30.30000000000...	29.789999999999999
5	650.000...	2237206.99399999999...	148	0.800...	8.04...	12.97...	6.59150000...	33.10000000...	7.900000000...	23.19999999999...	27.530000000000001
6	650.000...	38045.673000000002...	149	0.820...	8.38...	12.30...	6.59150000...	35.60000000...	7.400000000...	33.10000000000...	32.750000000000000
7	650.000...	348991.97399999998...	150	0.800...	9.02...	12.79...	6.59150000...	34.29999999...	4.500000000...	23.19999999999...	27.199999999999999
8	650.000...	716804.75100000004...	342	0.810...	6.97...	0.576...	6.59150000...	93.50000000...	11.19999999...	31.80000000000...	60.630000000000003
9	700.000...	296390.94199999998...	146	1.170...	6.94...	13.29...	6.69650000...	31.00000000...	11.40000000...	48.39999999999...	38.060000000000002
10	700.000...	847340.76000000000...	147	1.000...	7.44...	13.20...	6.69650000...	31.80000000...	9.699999999...	39.39999999999...	34.210000000000001
11	700.000...	379909.98900000000...	341	2.560...	8.17...	0.627...	6.69650000...	92.90000000...	7.700000000...	79.70000000000...	79.590000000000003
12	700.000...	351964.02199999999...	343	1.750...	4.86...	0.253...	6.69650000...	97.70000000...	16.19999999...	66.09999999999...	78.370000000000005
13	750.000...	47338.88599999998...	9	1.800...	1.45...	4.616...	6.80150000...	70.79999999...	52.39999999...	68.90000000000...	76.340000000000003
14	750.000...	9880.066000000000713	28	0.800...	1.36...	1.885...	6.80150000...	85.00000000...	54.70000000...	23.19999999999...	64.430000000000007
15	750.000...	3188779.1299999998...	29	1.100...	1.55...	2.718...	6.80150000...	80.00000000...	50.00000000...	46.89999999999...	70.799999999999997
16	750.000...	174094.53099999998...	156	0.850...	2.20...	14.05...	6.80150000...	26.00000000...	36.20000000...	34.39999999999...	36.329999999999998
17	750.000...	568501.18500000005...	157	0.810...	4.11...	14.31...	6.80150000...	24.50000000...	18.89999999...	32.29999999999...	30.180000000000000
18	750.000...	697108.40500000002...	158	0.800...	4.85...	15.43...	6.80150000...	19.10000000...	16.39999999...	30.80000000000...	26.329999999999998
19	750.000...	509536.90299999999...	219	2.080...	2.65...	0.226...	6.80150000...	98.50000000...	29.89999999...	74.70000000000...	85.980000000000004
20	750.000...	188472.32300000000...	221	2.340...	1.34...	0.450...	6.80150000...	94.70000000...	55.00000000...	77.50000000000...	91.959999999999994
21	750.000...	905292.41299999994...	265	2.570...	3.59...	0.104...	6.80150000...	100.0000000...	22.19999999...	79.90000000000...	86.849999999999994
22	750.000...	122810.90300000000...	339	0.830...	8.01...	0.114...	6.80150000...	99.90000000...	8.100000000...	34.00000000000...	63.770000000000003
23	800.000...	1377218.8580000000...	236	1.600...	1.19...	9.454...	6.90650000...	46.79999999...	61.00000000...	62.50000000000...	64.540000000000006
24	800.000...	578287.47600000002...	241	1.120...	3.39...	11.60...	6.90650000...	38.70000000...	23.89999999...	47.39999999999...	44.579999999999998
25	800.000...	236534.65900000001...	243	1.000...	2.47...	12.00...	6.90650000...	37.50000000...	32.50000000...	39.60000000000...	42.990000000000002
26	800.000...	687334.46900000004...	259	0.720...	4.17...	12.51...	6.90650000...	35.20000000...	18.50000000...	20.00000000000...	29.960000000000001
27	800.000...	823889.78099999995...	261	0.790...	3.70...	13.07...	6.90650000...	32.39999999...	20.80000000...	21.69999999999...	29.960000000000001

Show All Features

Σχήμα 48: Attribute Table επιπέδου [MAIN_RANKED] με την προσθήκη του field [TOTAL_RANK]

Στο Σχήμα 49 φαίνεται η εκτέλεση της μαθηματικής ρουτίνας που ενημερώνει τις τιμές της στήλης [TOTAL_RANK]

Field Calculator → **Update existing field** → [TOTAL_RANK]



Σχήμα 49: Εκτέλεση μαθηματικής ρουτίνας ενημέρωσης του field [TOTAL_RANK] με χρήση του εργαλείου Field Calculator του Qgis

Το δεύτερο στάδιο της τελικής επιλογής της περιοχής γίνεται με την ενσωμάτωση του κριτηρίου του Διαθέσιμου ενοικίου. Με την ολοκλήρωση του πρώτου σταδίου και την ενημέρωση του field

[TOTAL_RANK], με βαθμολογίες σε εκατοστιαία κλίμακα, μέσω του εργαλείου **Query Builder** εφαρμόζουμε ένα τελικό φίλτρο «μάσκα». Το φίλτρο αυτό ενσωματώνει το τέταρτο κριτήριο του διαθέσιμου ποσού του χρήστη για ενοίκιο και της τελικής βαθμολογίας [TOTAL_RANK].

Το οικονομικό κριτήριο εξετάζεται στο field [RENT] με τον εξής τρόπο :

Έστω ότι ένας χρήστης διαθέτει **600** ευρώ για εύρεση κατοικίας και έχει ανάγκη από **85** τετραγωνικά μέτρα.

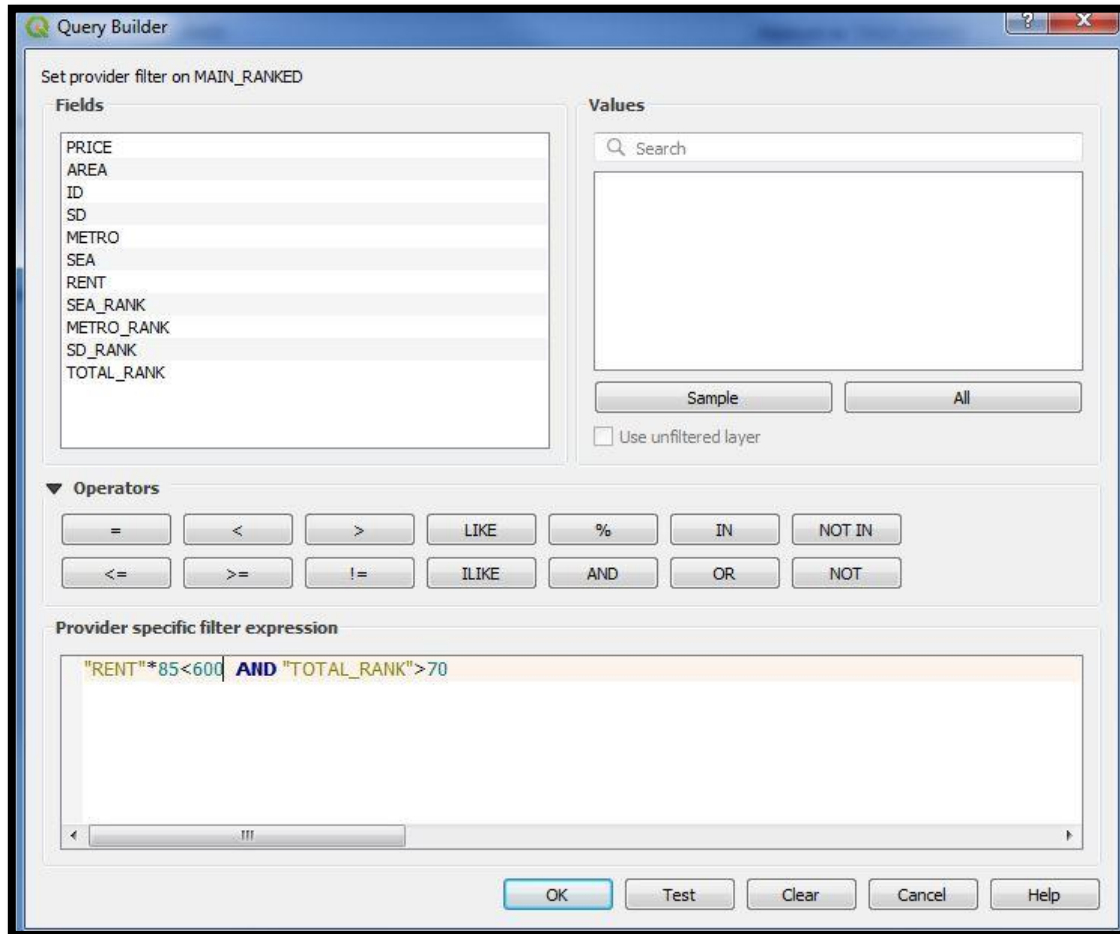
Επιπροσθέτως θέλει να του εμφανιστούν στον χάρτη οι περιοχές που λαμβάνουν βαθμολογία μεγαλύτερη από 70.

- Η μαθηματική έκφραση για το οικονομικό κριτήριο είναι: **[RENT] * 85 < 600**

(To field [RENT] εκφράζει το ενοίκιο ανά τετραγωνικό μέτρο)

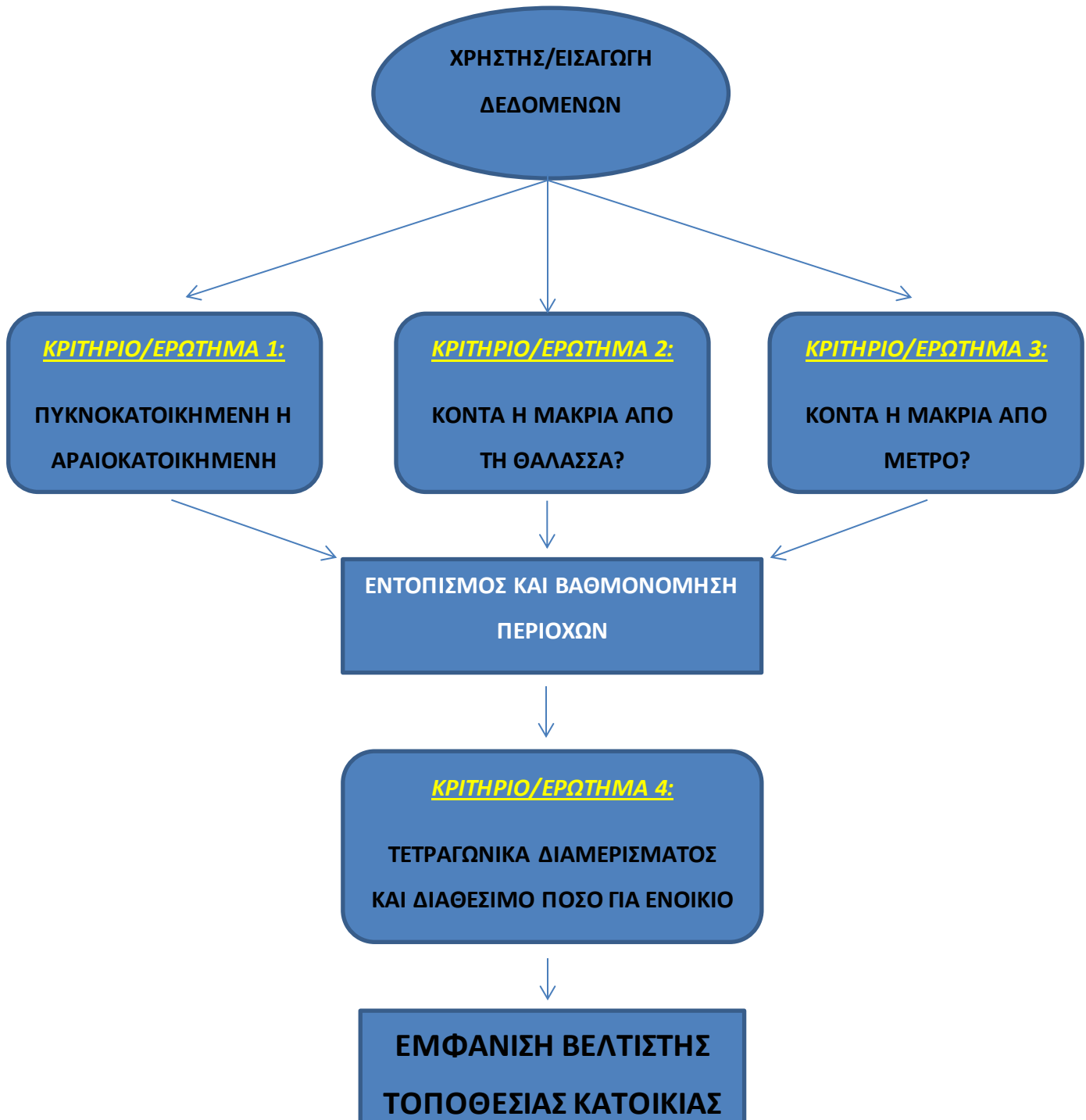
- Η μαθηματική έκφραση της εμφάνισης στον χάρτη των περιοχών με βαθμολογία μεγαλύτερη από 70 είναι: **[TOTAL_RANK] > 70**

Τα δυο αυτά φίλτρα μπορούν να εφαρμοστούν ταυτόχρονα και ανεξάρτητα. Στο **σχήμα 50** φαίνεται η εκτέλεση του παραπάνω παραδείγματος στο Qgis



Σχήμα 50: Διαδικασία εκτέλεσης μαθηματικών εκφράσεων με το Query Builder

4 Αποτελέσματα εφαρμογής – Σενάρια χρηστών & Διάγραμμα Ροής



Διάγραμμα Ροής εφαρμογής των Κριτηρίων/Ερωτημάτων από την εφαρμογή

4.1 Το σενάριο «Κέντρο»

Ο τρόπος που επιλέχτηκε να γίνει η παρουσίαση των αποτελεσμάτων του μοντέλου εύρεσης τοποθεσίας κατοικίας, είναι μέσω σεναρίων που έχουν δώσει χρήστες. Τα δεδομένα που έδωσε ο χρήστης για το σενάριο που θα εξεταστεί είναι τα εξής :

ΕΡΩΤΗΜΑ 1: Ο χρήστης προτιμάει **πυκνοκατοικημένη** περιοχή ή **αραιοκατοικημένη**? **Πόσο** τον ενδιαφέρει η επιλογή του σχετικά με την πυκνή ή την αραιή δόμηση?

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Πυκνοκατοικημένη, **Vsd=8**

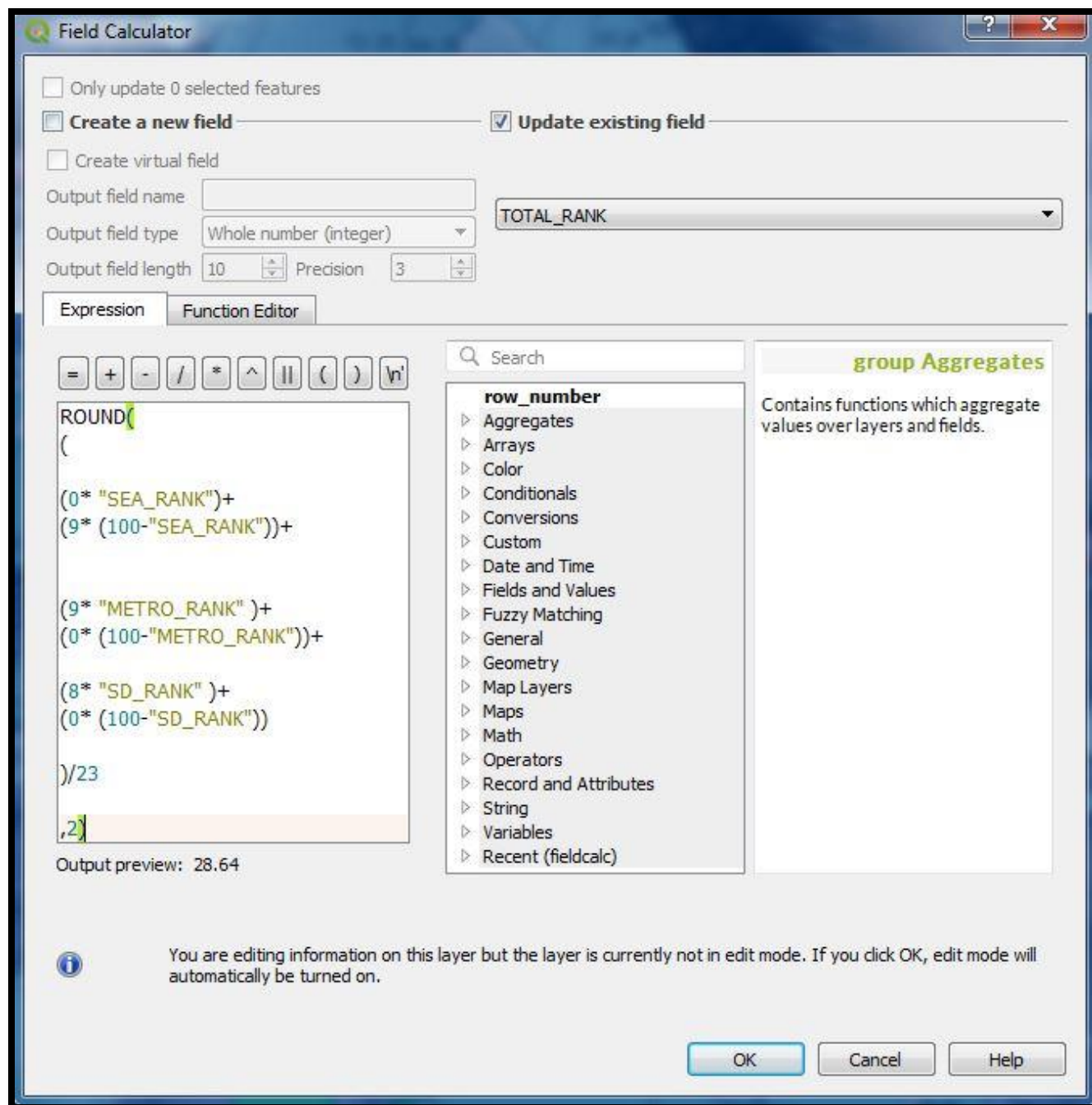
ΕΡΩΤΗΜΑ 2: Ο χρήστης προτιμάει να αναζητήσει κατοικία **κοντά** στη θάλασσα ή **μακριά**? **Πόσο** τον ενδιαφέρει η επιλογή του σχετικά με την απόσταση από την θάλασσα?

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μακριά, **Vsea=9**

ΕΡΩΤΗΜΑ 3: Ο χρήστης προτιμάει να αναζητήσει κατοικία **κοντά** σε σταθμό Μετρό ή Ηλεκτρικό ή **μακριά**? **Πόσο** τον ενδιαφέρει η επιλογή του σχετικά με την απόσταση από το δίκτυο συγκοινωνίας?

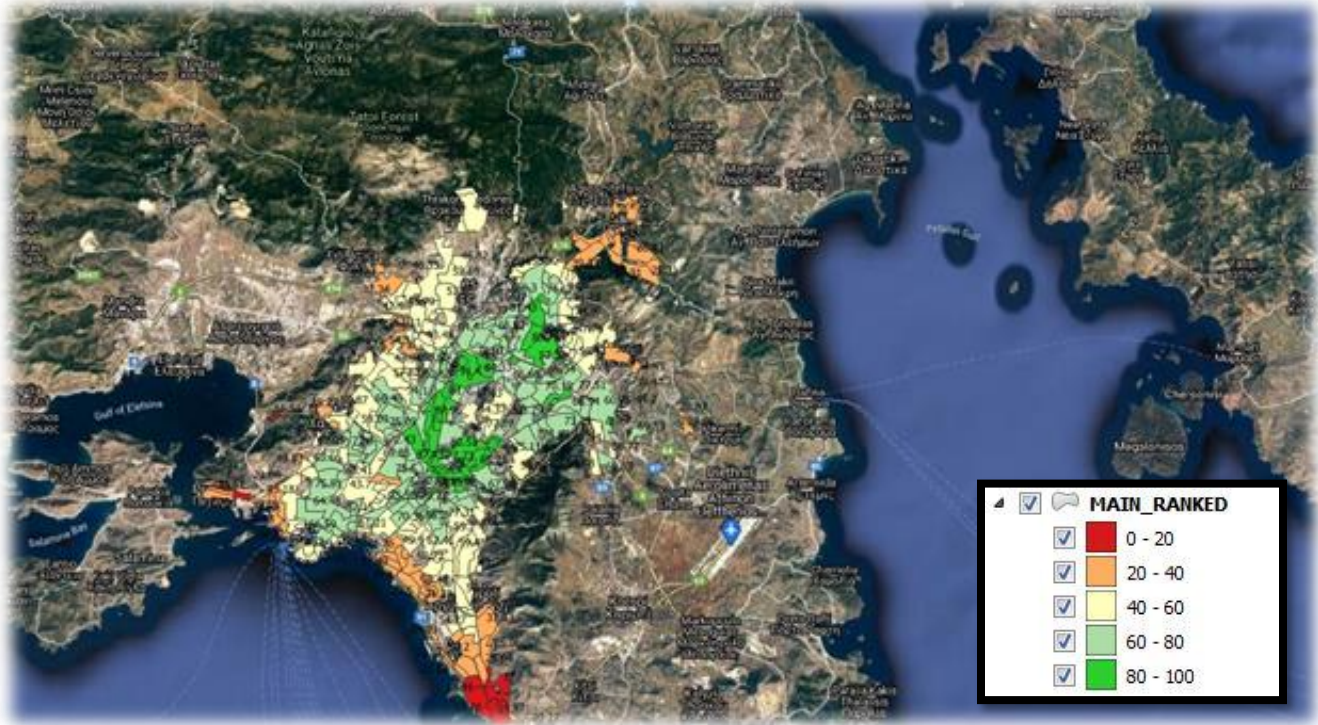
ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Κοντά, **Vmetro=9**

Στο **σχήμα 51** φαίνεται η ενσωμάτωση των προτιμήσεων του χρήστη, μέσω δεδομένων, στο εργαλείο του Qgis "**Field Calculator**", όπου πραγματοποιείται η εκτέλεση της μαθηματικής ρουτίνας για τον υπολογισμό των τελικών βαθμολογιών των περιοχών. Με αυτόν τον τρόπο υπολογίζεται η τελική βαθμολογία κάθε πολυγώνου, η οποία ενσωματώνεται στο field **[TOTAL_RANK]** του επιπέδου **[MAIN_RANKED]**



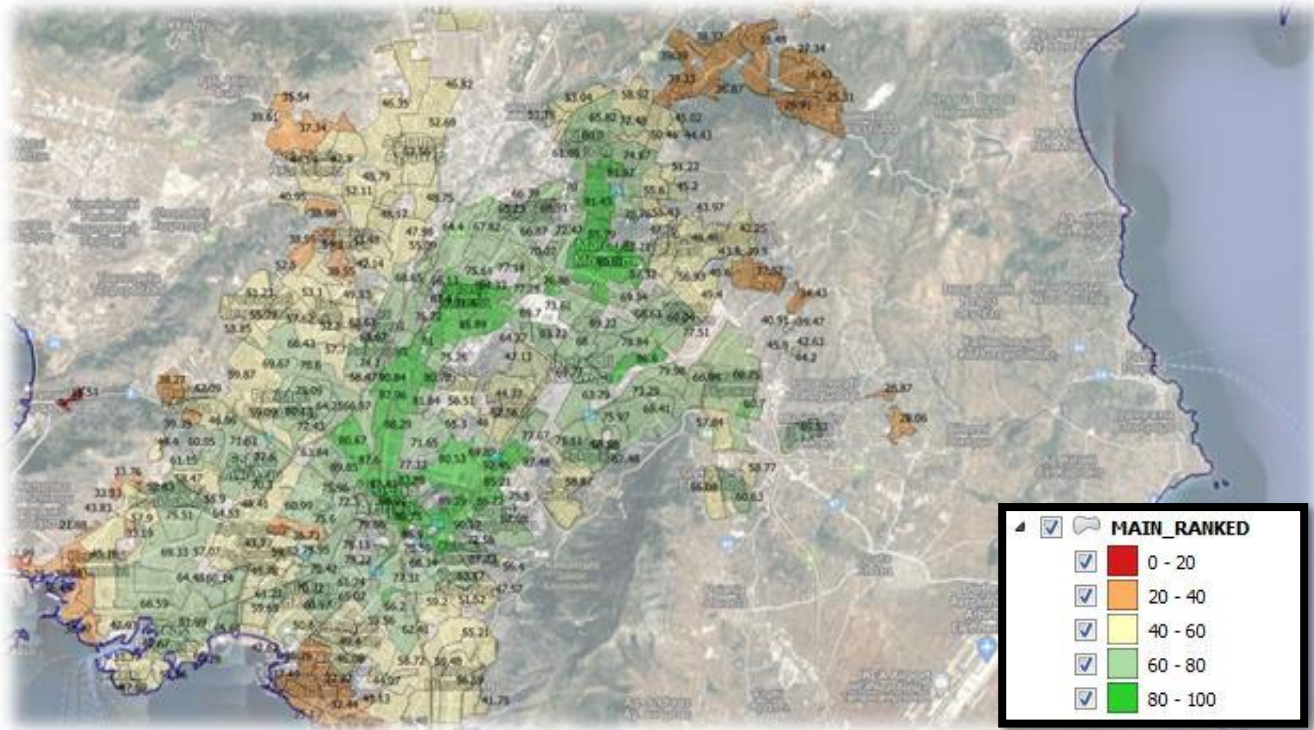
Σχήμα 51: Εκτέλεση μαθηματικής ρουτίνας ενημέρωσης του field [TOTAL_RANK] με χρήση του εργαλείου *Field Calculator* του Qgis για το σενάριο χρήστη : KENTPO

Στο **Σχήμα 52** φαίνεται μια γενική απεικόνιση των βαθμολογιών των περιοχών με χρωματική διαβάθμιση σε υπόβαθρο της Google.



Σχήμα 52: Βαθμολογία περιοχών με χρωματική διαβάθμιση

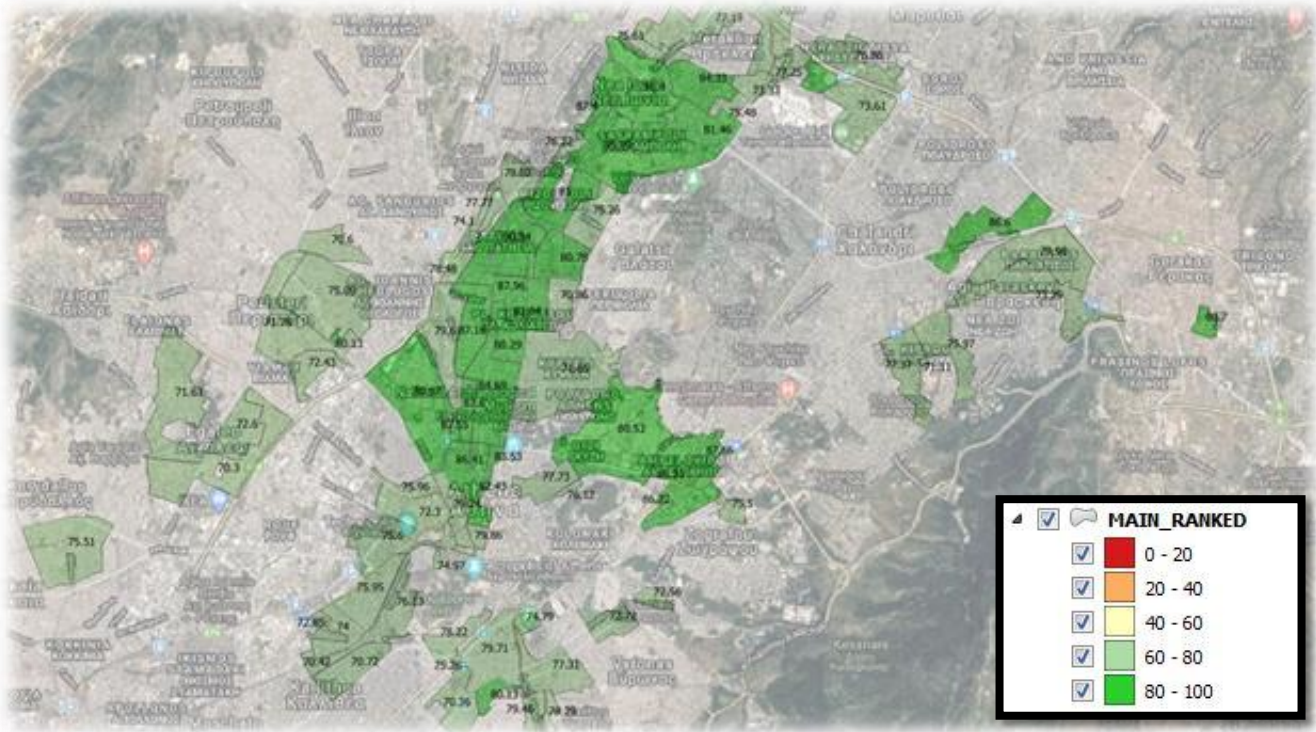
Παρατηρείται πως η εφαρμογή έχει καταφέρει να μεταφράσει σωστά τις προτιμήσεις του χρήστη καθώς περιοχές που είναι κοντά στην θάλασσα λαμβάνουν χαμηλή βαθμολογία, με εξαίρεση τις περιοχές κοντά στο λιμάνι του Πειραιά. Αυτό συμβαίνει διότι στις περιοχές εκείνες έχουμε κοντά δίκτυο συγκοινωνίας το οποίο ενδιαφέρει πολύ τον χρήστη ($V_{metro}=9$). Πυκνή δόμηση έχουμε κοντά στο κέντρο του Δήμου Αθηναίων οπότε σωστά η εφαρμογή δίνει μεγάλες βαθμολογίες σε αυτές τις περιοχές. Στο **Σχήμα 53** φαίνονται σε μεγαλύτερη κλίμακα τα αποτελέσματα του μοντέλου.



Σχήμα 53: Βαθμολογία περιοχών με χρωματική διαβάθμιση

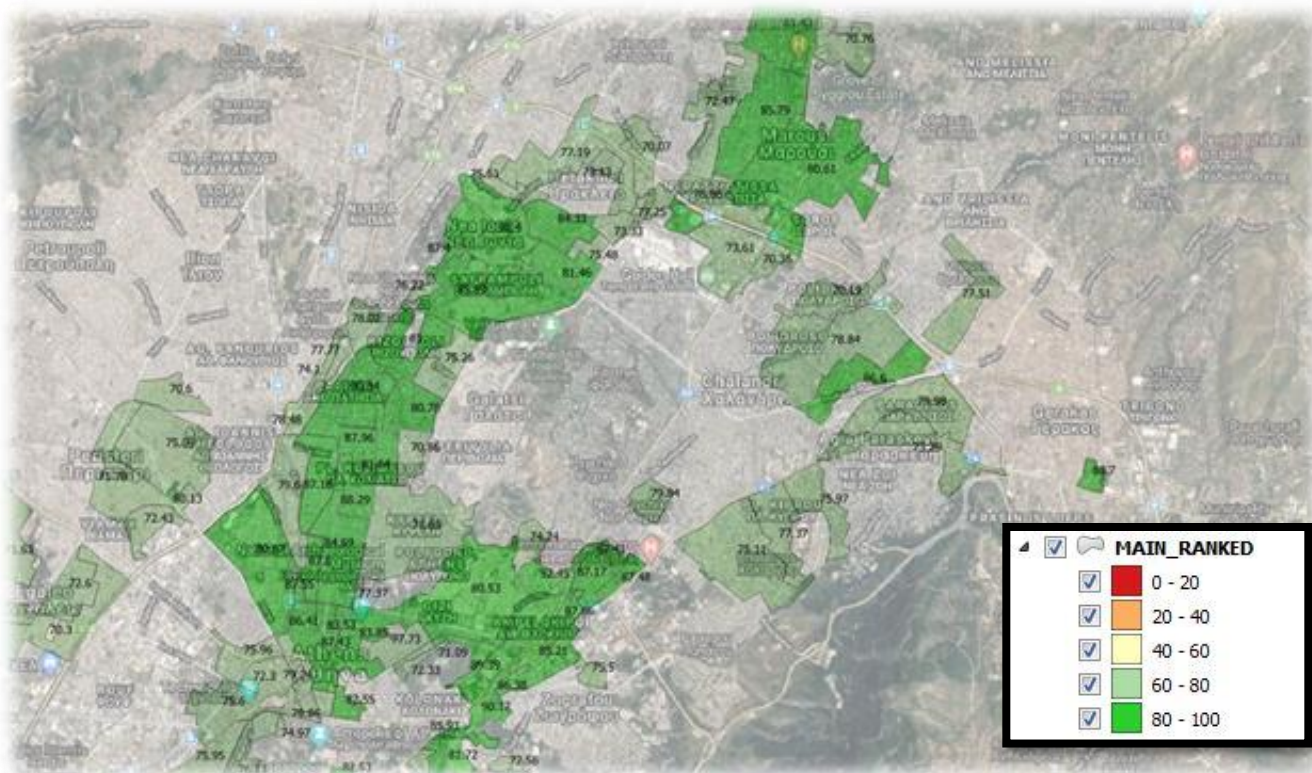
Στην συνέχεια εφαρμόζεται το κριτήριο του ενοικίου όπου ο χρήστης μας απάντησε ότι διαθέτει 700 Ευρώ για 80 τετραγωνικά. Στο **Σχήμα 54** απεικονίζονται οι περιοχές οι οποίες πληρούν το οικονομικό κριτήριο του χρήστη αλλά και ταυτόχρονα λαμβάνουν συνολική βαθμολογία μεγαλύτερη από το 70. Η μαθηματική έκφραση αυτής της πρότασης υλοποιείται μέσω του εργαλείου του Qgis **Query Builder** και η σύνταξη της είναι η ακόλουθη :

"RENT" X 80 < 700 AND "TOTAL_RANK" > 70



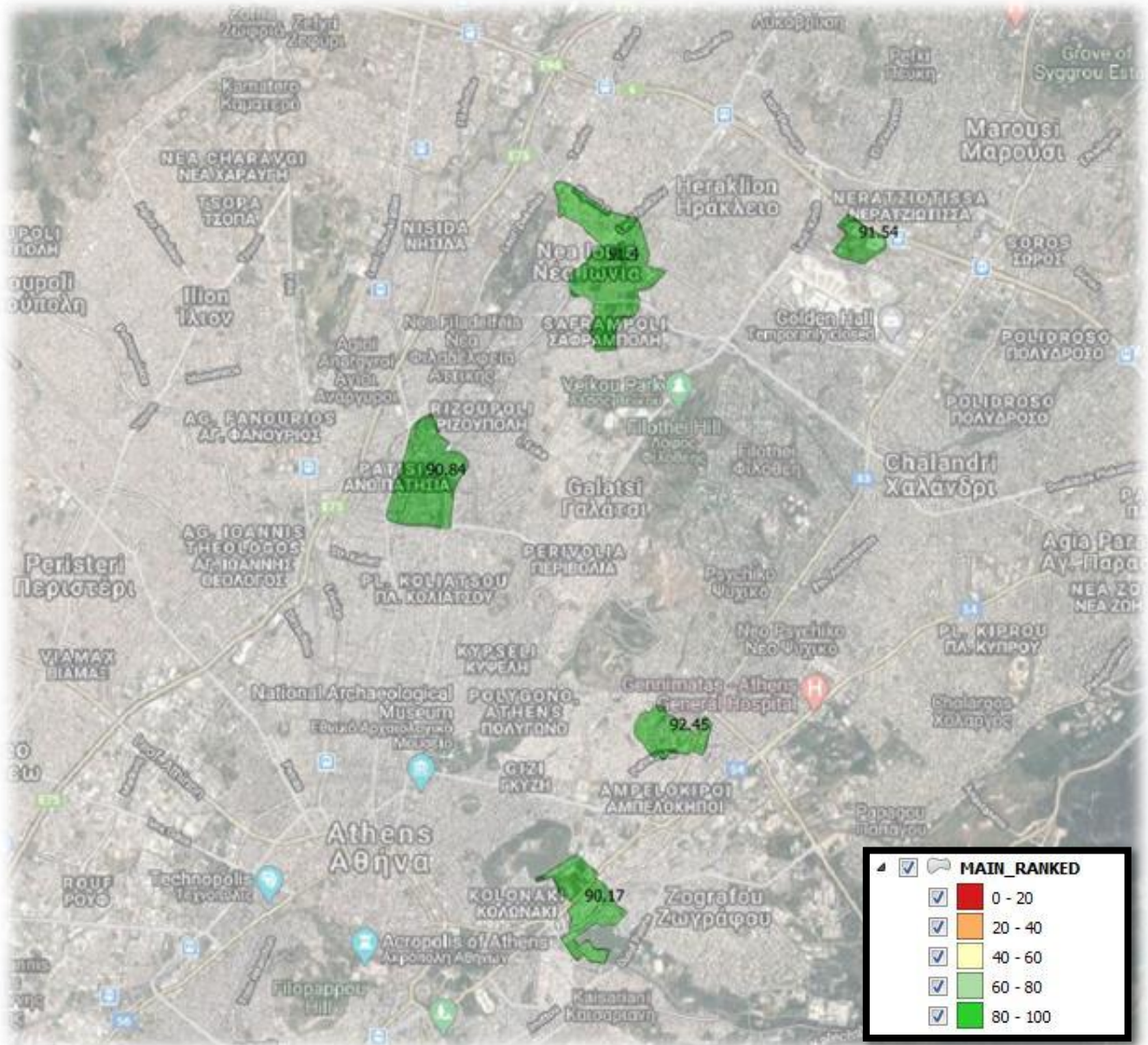
Σχήμα 54: Εμφάνιση περιοχών με ενοίκιο 700 ευρώ για 80 τ.μ κατοικίας και συνολική βαθμολογία [TOTAL_RANK] > 70

Στην συνέχεια ο χρήστης αυξάνει το ποσό του διαθέσιμου ενοικίου στα 800 ευρώ. Στο **σχήμα 55** φαίνονται οι περιοχές που πληρούν το οικονομικό κριτήριο που επαναπροσδιορίζει ο χρήστης και ταυτόχρονα η βαθμολογία των περιοχών παραμένει μεγαλύτερη από 70. **"RENT" X 80 < 800 AND "TOTAL_RANK" > 70**



Σχήμα 55: Εμφάνιση περιοχών με ενοίκιο 800 ευρώ για 80 τ.μ κατοικίας και συνολική βαθμολογία [TOTAL_RANK] > 70

Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο πως η αύξηση του διαθέσιμου ενοικίου από τον χρήστη, από 700 ευρώ σε 800, είχε ως αποτέλεσμα να εμφανιστούν στον χάρτη περιοχές που δεν είχαν εμφανιστεί με το οικονομικό κριτήριο των 700 ευρώ. Συγκεκριμένα με την αύξηση του διαθέσιμου ενοικίου εμφανίστηκαν στον χάρτη μεγάλες περιοχές όπως το Μαρούσι, ο Χολαργός αλλά και το Κολωνάκι στο κέντρο. Η ενσωμάτωση του οικονομικού κριτηρίου λειτουργεί σαν ένα τελικό φίλτρο πάνω στις τελικές βαθμολογίες που έχουν λάβει από προηγούμενη διαδικασία οι περιοχές. Η εφαρμογή έχει την δυνατότητα να εμφανίζει και τις περιοχές με την υψηλότερη βαθμολογία χωρίς να ενσωματωθεί το οικονομικό κριτήριο. Η διαδικασία αυτή εκτελείται πάλι μέσα από το **Query Builder** και η σύνταξη της είναι η ακόλουθη : "**TOTAL_RANK**">90. Στο **Σχήμα 56** εμφανίζονται οι περιοχές με τις υψηλότερες βαθμολογίες, από 90 και άνω, χωρίς να ενσωματώσουμε το οικονομικό κριτήριο του χρήστη.



Σχήμα 56: Εμφάνιση περιοχών με τις ανώτερες βαθμολογίες [TOTAL_RANK] > 90

Παρατηρούμε πώς η περιοχή με την υψηλότερη βαθμολογία, ανεξαρτήτως του οικονομικού κριτηρίου, για το σετ δεδομένων που εισάχθηκε από τον χρήστη στην εφαρμογή, είναι η περιοχή της Νέας Φιλοθέης με [TOTAL_RANK] = 92.45. Στο Σχήμα 57 φαίνεται σε μεγαλύτερη κλίμακα το πολύγωνο με την υψηλότερη βαθμολογία.



Σχήμα 57: Περιοχή με την υψηλότερη βαθμολογία

4.2 Το σενάριο «Κηφισιά»

ΕΡΩΤΗΜΑ 1: Ο χρήστης προτιμάει **πυκνοκατοικημένη** περιοχή ή **αραιοκατοικημένη**? Πόσο τον ενδιαφέρει η επιλογή του σχετικά με την πυκνή ή την αραιή δόμηση?

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Αραιοκατοικημένη, **Vsd=7**

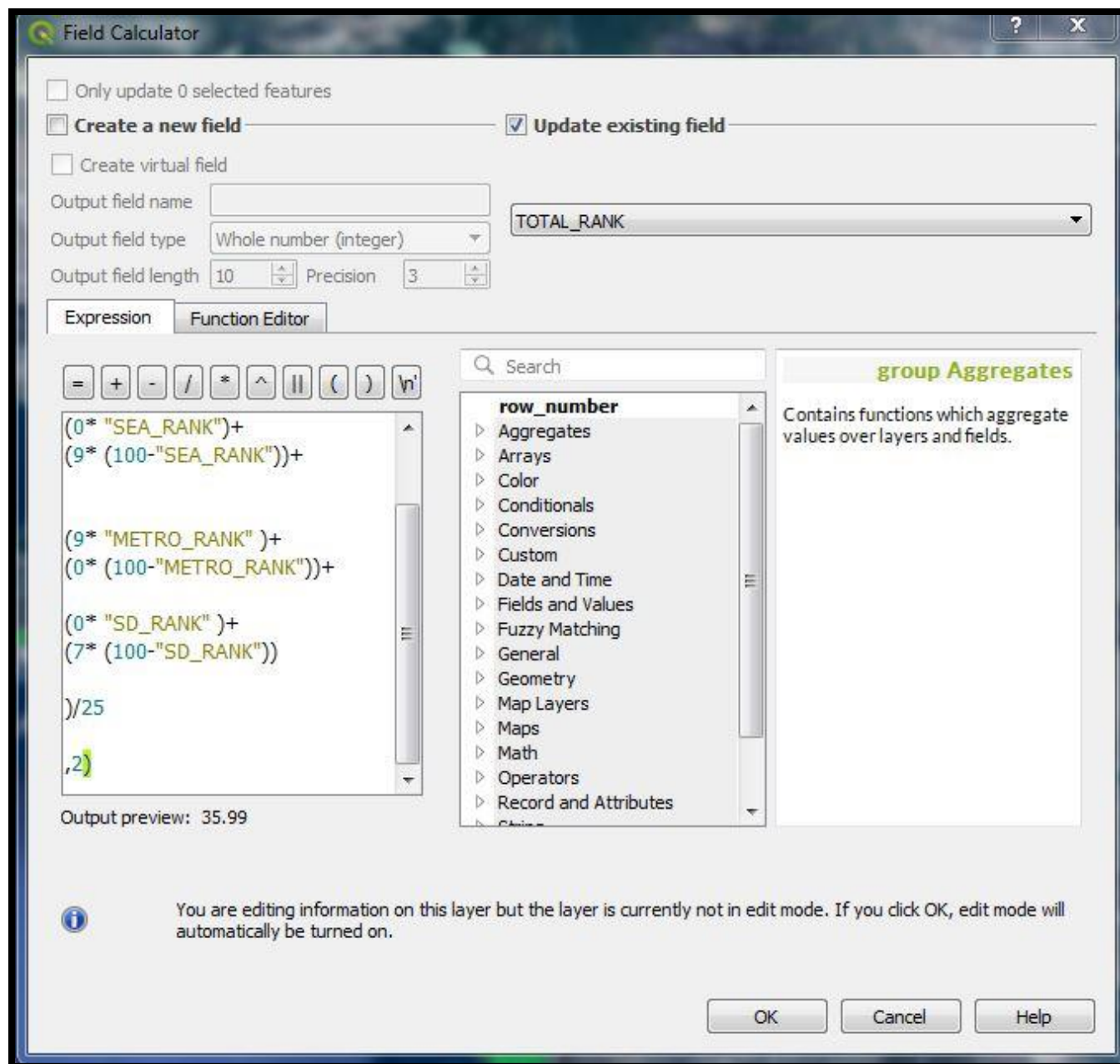
ΕΡΩΤΗΜΑ 2: Ο χρήστης προτιμάει να αναζητήσει κατοικία **κοντά** στη θάλασσα ή **μακριά**? Πόσο τον ενδιαφέρει η επιλογή του σχετικά με την απόσταση από την θάλασσα?

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μακριά, **Vsea=9**

ΕΡΩΤΗΜΑ 3: Ο χρήστης προτιμάει να αναζητήσει κατοικία **κοντά** σε σταθμό Μετρό ή Ηλεκτρικό ή **μακριά**? Πόσο τον ενδιαφέρει η επιλογή του σχετικά με την απόσταση από το δίκτυο συγκοινωνίας?

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Κοντά, Vmetro=9

Στο **σχήμα 58** φαίνεται η ενσωμάτωση των προτιμήσεων του χρήστη, μέσω δεδομένων, στο εργαλείο του Qgis "**Field Calculator**", όπου πραγματοποιείται η εκτέλεση της μαθηματικής ρουτίνας για τον υπολογισμό των τελικών βαθμολογιών των περιοχών. Με αυτόν τον τρόπο υπολογίζεται η τελική βαθμολογία κάθε πολυγώνου, η οποία ενσωματώνεται στο field **[TOTAL_RANK]** του επιπέδου **[MAIN_RANKED]**



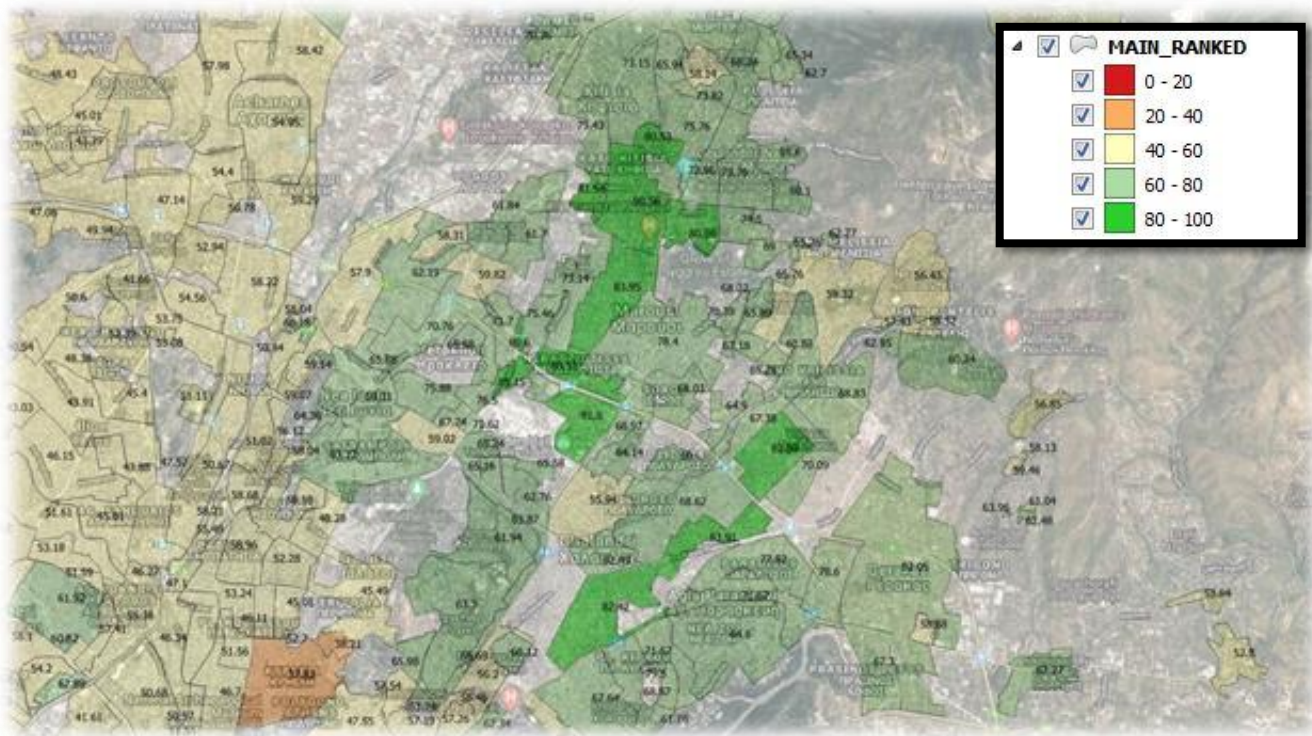
Σχήμα 58: Εκτέλεση μαθηματικής ρουτίνας ενημέρωσης του field [TOTAL_RANK] με χρήση του εργαλείου *Field Calculator* του Qgis για το σενάριο χρήση : ΚΗΦΙΣΙΑ

Στο **Σχήμα 59** φαίνεται μια γενική απεικόνιση των βαθμολογιών των περιοχών με χρωματική διαβάθμιση σε υπόβαθρο της Google.



Σχήμα 59 : Βαθμολογία περιοχών με χρωματική διαβάθμιση

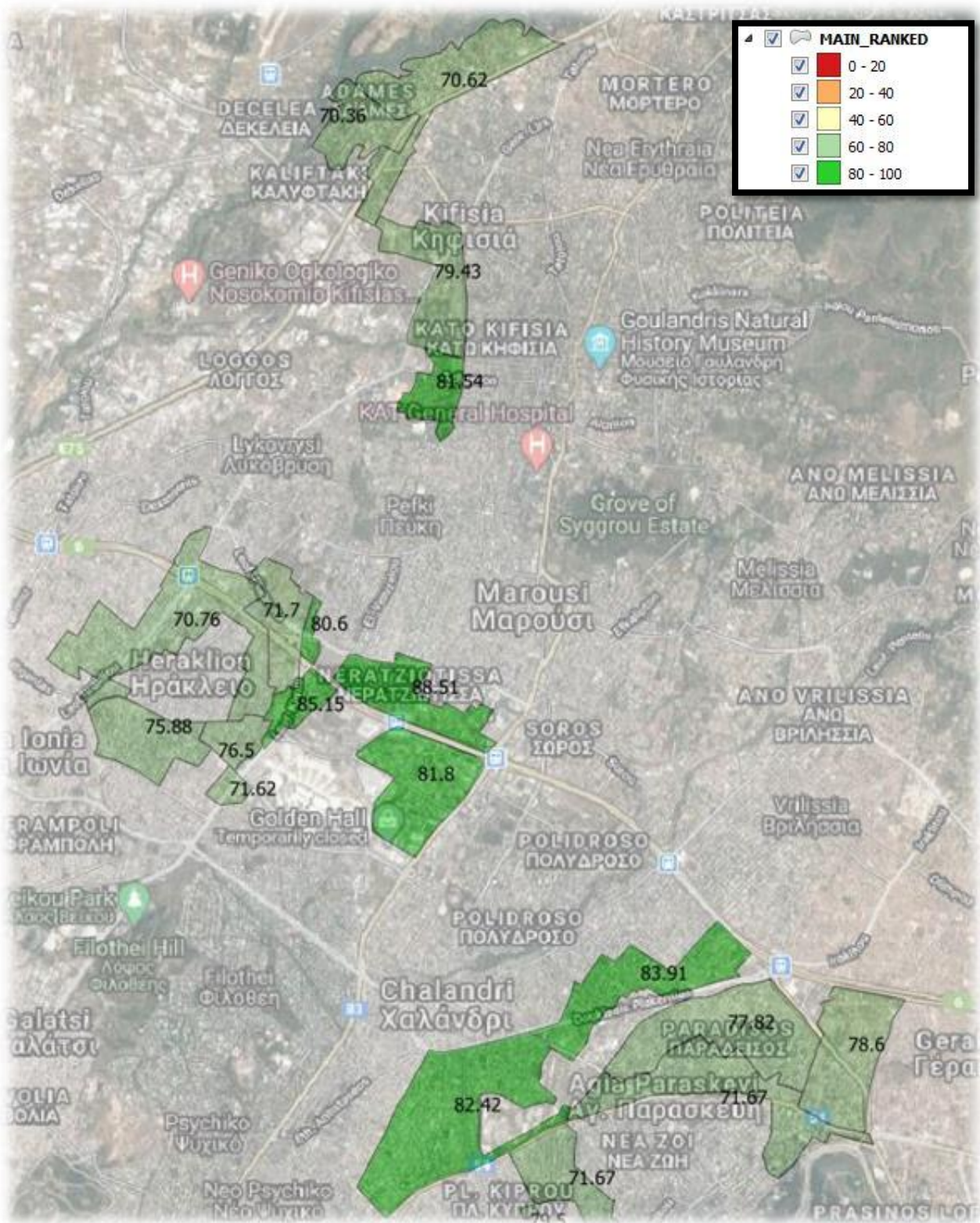
Παρατηρείται πως η εφαρμογή έχει καταφέρει να μεταφράσει σωστά τις προτιμήσεις του χρήστη καθώς περιοχές που είναι κοντά στην θάλασσα λαμβάνουν χαμηλή βαθμολογία ,ενώ αυτές που είναι μακριά υψηλή. Πυκνή δόμηση έχουμε κοντά στο κέντρο του Δήμου Αθηναίων οπότε σωστά η εφαρμογή δίνει χαμηλές βαθμολογίες σε αυτές τις περιοχές, ενώ υψηλές δίνει στα βόρεια προάστια όπου οι συντελεστές δόμησης είναι μικρότεροι. Στο **Σχήμα 60** φαίνονται σε μεγαλύτερη κλίμακα τα αποτελέσματα του μοντέλου.



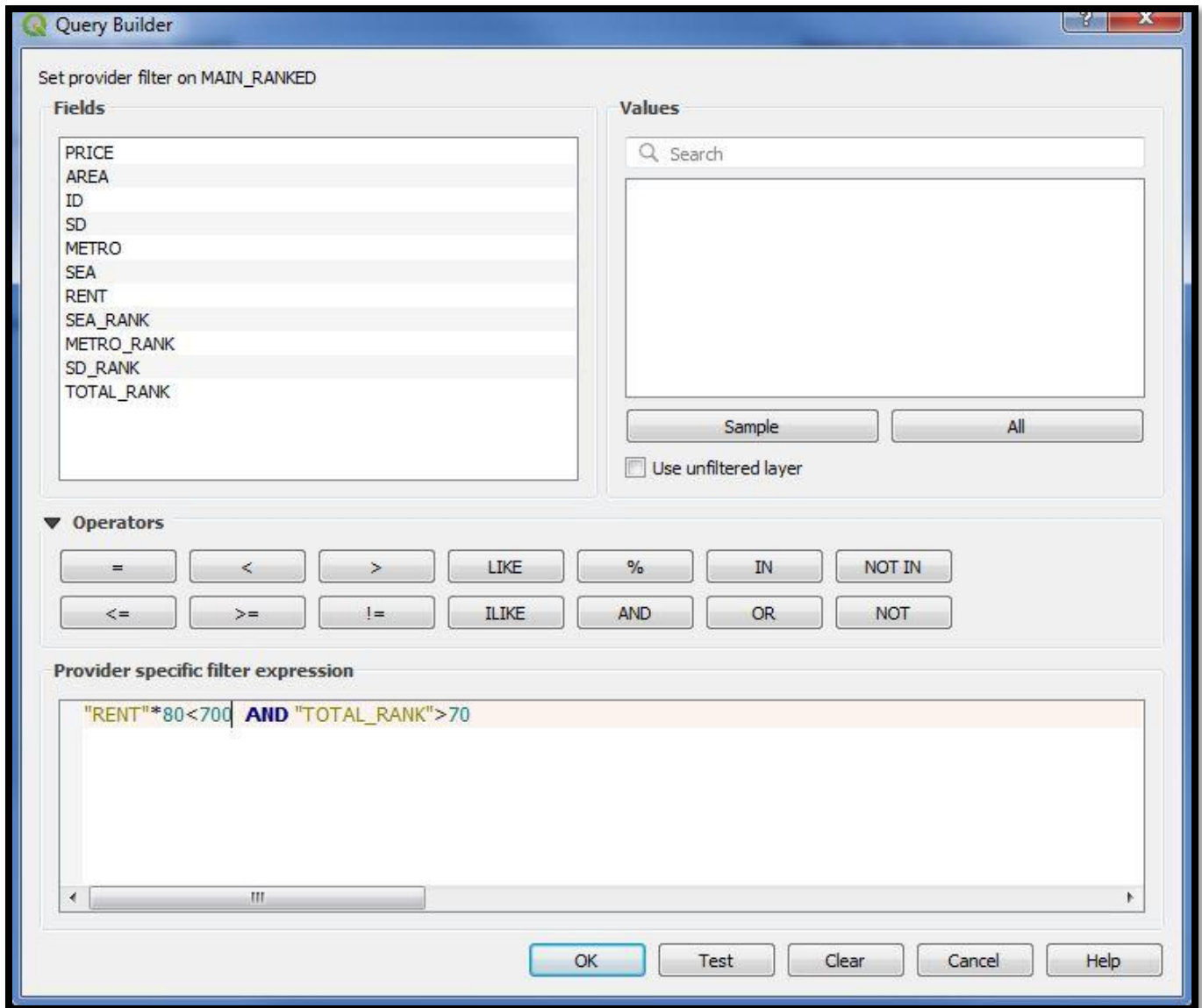
Σχήμα 60 : Βαθμολογία περιοχών με χρωματική διαβάθμιση

Στην συνέχεια εφαρμόζεται το κριτήριο του ενοικίου όπου ο χρήστης μας απάντησε ότι διαθέτει 700 Ευρώ για 80 τετραγωνικά. Στο **Σχήμα 61** απεικονίζονται οι περιοχές οι οποίες πληρούν το οικονομικό κριτήριο του χρήστη αλλά και ταυτόχρονα λαμβάνουν συνολική βαθμολογία μεγαλύτερη από το 70. Φαίνεται επίσης η δομή της διαδικασίας που εκτελείται στο **Σχήμα 62**. Η μαθηματική έκφραση αυτής της πρότασης υλοποιείται μέσω του εργαλείου του Qgis **Query Builder** και η σύνταξη της είναι η ακόλουθη :

"RENT" X 80 < 700 AND "TOTAL_RANK" > 70

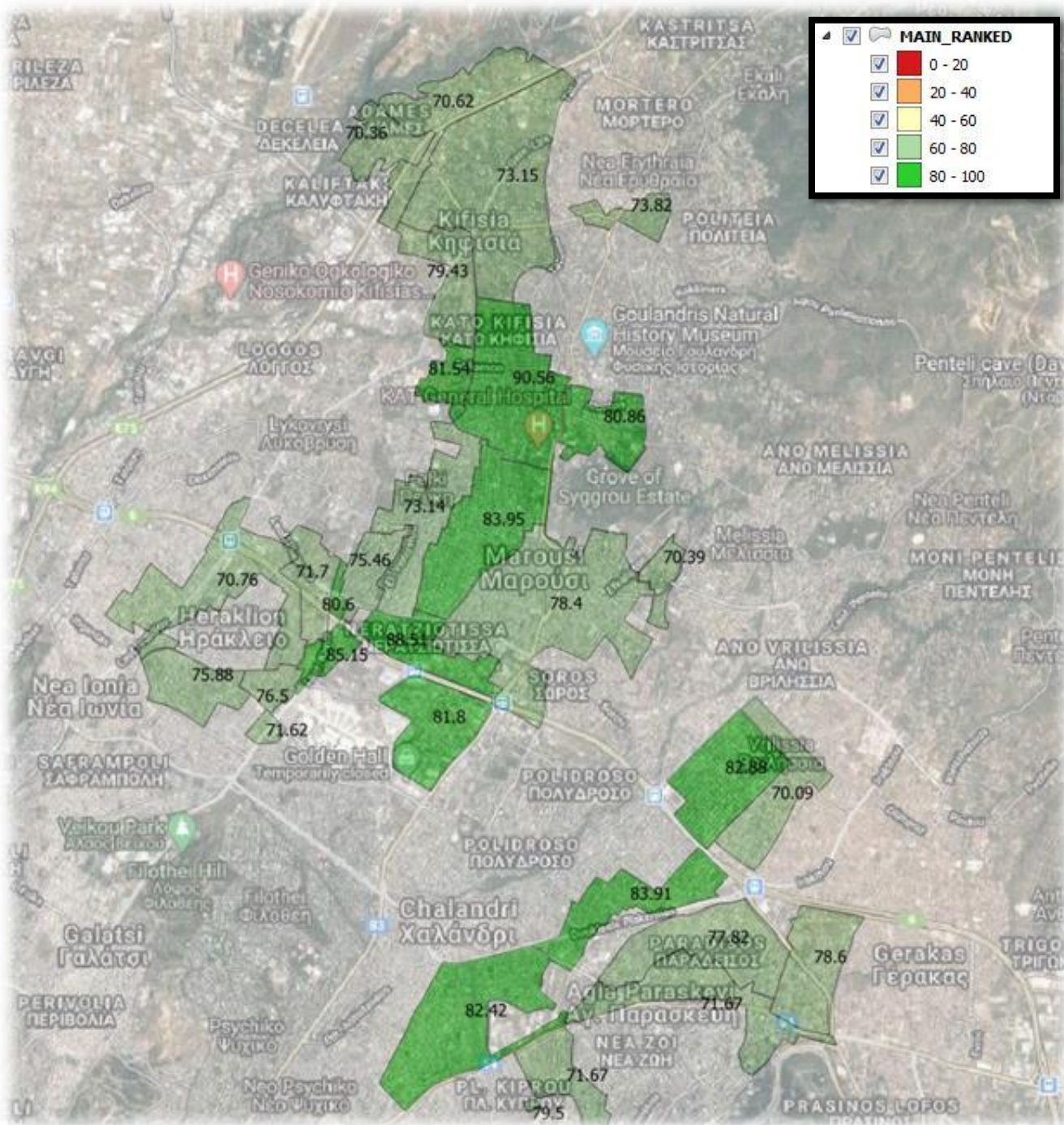


Σχήμα 61: Εμφάνιση περιοχών με ενοίκιο 700 ευρώ για 80 τ.μ κατοικίας και συνολική βαθμολογία [TOTAL_RANK] > 70



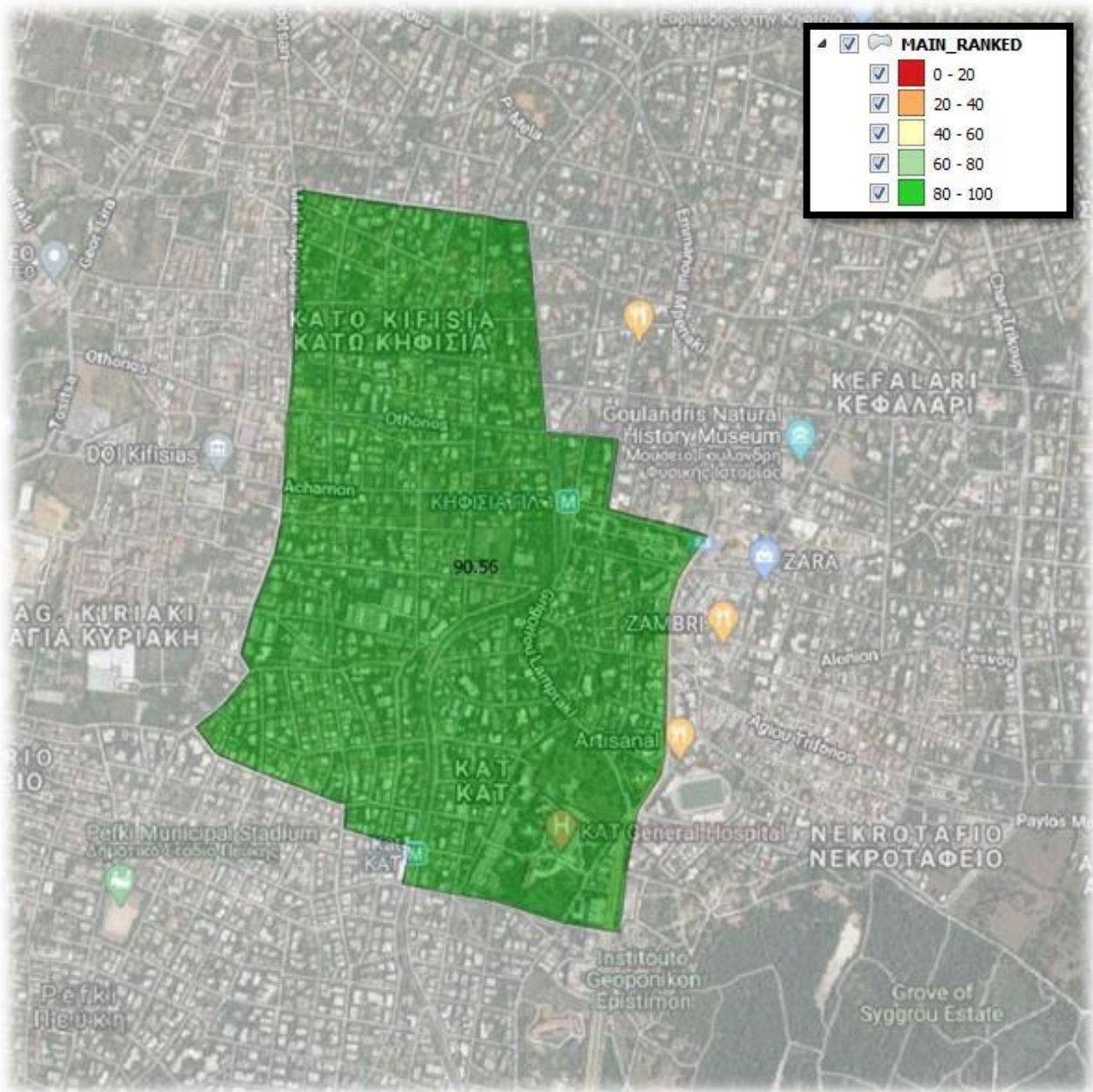
Σχήμα 62: Διαδικασία εκτέλεσης μαθηματικών εκφράσεων με το Query Builder

Στην συνέχεια, ο χρήστης αυξάνει το ποσό του διαθέσιμου ενοικίου στα 800 ευρώ. Στο **σχήμα 63** φαίνονται οι περιοχές που πληρούν το οικονομικό κριτήριο που επαναπροσδιορίζει ο χρήστης και ταυτόχρονα η βαθμολογία των περιοχών παραμένει μεγαλύτερη από 70. **"RENT"X 80< 800 AND "TOTAL_RANK" > 70**



Σχήμα 63: Εμφάνιση περιοχών με ενοίκιο 800 ευρώ για 80 τ.μ κατοικίας και συνολική βαθμολογία [TOTAL_RANK] > 70

Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο πως η αύξηση του διαθέσιμου ενοικίου από τον χρήστη, από 700 ευρώ σε 800, είχε ως αποτέλεσμα να εμφανιστούν στον χάρτη περιοχές που δεν είχαν εμφανιστεί με το οικονομικό κριτήριο των 700 ευρώ. Συγκεκριμένα με την αύξηση του διαθέσιμου ενοικίου εμφανίστηκαν στον χάρτη μεγάλες περιοχές όπως η Κηφισιά , η Ερυθραία, το Μαρούσι αλλά και τα Βριλήσσια. Η ενσωμάτωση του οικονομικού κριτηρίου λειτουργεί σαν ένα τελικό φίλτρο πάνω στις τελικές βαθμολογίες που έχουν λάβει από προηγούμενη διαδικασία οι περιοχές. Η εφαρμογή έχει την δυνατότητα να εμφανίζει και τις περιοχές με την υψηλότερη βαθμολογία χωρίς να ενσωματωθεί το οικονομικό κριτήριο. Η διαδικασία αυτή εκτελείται πάλι μέσα από το **Query Builder** και η σύνταξη της είναι η ακόλουθη : **"TOTAL_RANK">90**. Στο **Σχήμα 64** εμφανίζονται οι περιοχές με τις υψηλότερες βαθμολογίες, από 90 και άνω, χωρίς να ενσωματώσουμε το οικονομικό κριτήριο του χρήστη. Τυχαίνει μια περιοχή να πετυχαίνει βαθμολογία μεγαλύτερη από 90 και συγκεκριμένα 90,56 και είναι η περιοχή της Κηφισιάς .



Σχήμα 64: Περιοχή με την υψηλότερη βαθμολογία

5 Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

5.1 Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα από την χρήση της εφαρμογής σε πληθώρα διαφορετικών σεναρίων χρηστών, συγκλίνουν στο γεγονός ότι η εφαρμογή μπορεί να αποτελέσει ένα δυνατό εργαλείο πρόβλεψης τοποθεσίας κατοικίας. Η βαθμολογία των περιοχών, μέσα από τα κριτήρια που επιλέχτηκαν, φαίνεται ότι ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα ανεξαρτήτως σεναρίου και προτιμήσεων χρήστη. Αξίζει να σημειωθεί πως η παρούσα εφαρμογή είναι δυνατόν να κωδικοποιήσει ορθά τις επιλογές του χρήστη. Περιοχές που είναι κοντά στην θάλασσα λαμβάνουν χαμηλή βαθμολογία, με εξαίρεση τις περιοχές κοντά στο λιμάνι του Πειραιά, σε ότι αφορά το σενάριο «Αθήνα», δεδομένου ότι η σημαντικότητα της εγγύτητας σε δίκτυο συγκοινωνίας είναι υψηλή. Πυκνή δόμηση προκύπτει ακόμη κοντά στο κέντρο του Δήμου Αθηναίων οπότε ορθά η εφαρμογή δίνει υψηλές βαθμολογίες σε αυτές τις περιοχές.

Αναφορικά με το σενάριο «Κηφισιά» σημειώνεται ότι η αύξηση του διαθέσιμου ενοικίου από τον χρήστη, παρουσιάζει περισσότερες περιοχές, που δεν ήταν διαθέσιμες με το οικονομικό κριτήριο των 700 ευρώ. Συγκεκριμένα με την αύξηση του διαθέσιμου ενοικίου εμφανίστηκαν στον χάρτη μεγάλες περιοχές όπως η Κηφισιά, η Ερυθραία, το Μαρούσι αλλά και τα Βριλήσσια. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η δυνατότητα της εφαρμογής να εμφανίζει και τις περιοχές με την υψηλότερη βαθμολογία χωρίς να ενσωματωθεί το οικονομικό κριτήριο.

Επίσης είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί πως η πρόβλεψη των περιοχών γίνεται με μεγάλη χωρική ακρίβεια για το επίπεδο του ζητούμενου της εφαρμογής, που δεν είναι άλλο από την επιλογή της βέλτιστης τοποθεσίας σύμφωνα με τις προτιμήσεις των χρηστών.

Η λειτουργία του τέταρτου κριτηρίου του ενοικίου ως τελικό φίλτρο στην επιλογή της περιοχής δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να κάνει μια εκτίμηση για το κόστος που πρέπει να δαπανήσει για ενοίκιο, προκειμένου να αναζητήσει στέγη στην περιοχή που ταιριάζει πιο πολύ στα δεδομένα που ο ίδιος εισήγαγε. Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο πως η εφαρμογή μπορεί να προβλέψει μια περιοχή

που ο χρήστης να μην είχε σκεφτεί ότι θα ταίριαζε στα χαρακτηριστικά που επιθυμεί, και αυτό είναι ένα πολύ δυνατό εργαλείο στα χέρια όχι μόνο των χρηστών, αλλά και στα χέρια μεγάλων εταιρειών στην αγορά των ακινήτων.

5.2 Περιορισμοί

Στην υλοποίηση της παρούσας εφαρμογής υπήρξαν περιορισμοί σε επίπεδο δεδομένων. Τα δεδομένα που καταφέραμε να συλλέξουμε για την πραγματοποίηση της εφαρμογής δεν καλύπτουν όλους τους ΟΤΑ της περιφέρειας Αττικής αλλά καλύπτουν μεγάλο ποσοστό και κυρίως μεγάλο ποσοστό των Δήμων που έχουν μεγάλη ζήτηση σε επίπεδο αναζήτησης στέγης. Περιορισμός επίσης υπήρξε στο μέγεθος του δείγματος των παρατηρήσεων, για την κατασκευή της καμπύλης πρόβλεψης ενοικίου σε σχέση με την τιμή ζώνης. Η μαθηματική έκφραση της καμπύλης ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, ωστόσο χρήζει βαθύτερης διερεύνησης που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί στο μέλλον.

5.3 Μελλοντικές επεκτάσεις

Το πλαίσιο που έχει δημιουργηθεί με την ανάπτυξη της παρούσας διπλωματική, σχετικά με τον τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος της εύρεσης τοποθεσίας κατοικίας, μπορεί να δεχτεί πληθώρα επεκτάσεων. Μπορούν να ενσωματωθούν στην παρούσα εφαρμογή παραπάνω κριτήρια που παίζουν σημαντικό ρόλο στην εύρεση της βέλτιστης τοποθεσίας για στέγαση. Μερικά από αυτά τα κριτήρια είναι :

- Η απόσταση της περιοχής από κεντρικές οδικές αρτηρίες
- Η απόσταση της περιοχής από Νοσοκομεία
- Η απόσταση της περιοχής από Σχολεία, Νηπιαγωγεία , Παιδικούς Σταθμούς
- Η απόσταση της περιοχής από Αστυνομικά Τμήματα

- Κριτήριο αγοράς (κατοικίας-Γης)
- Παλαιότητα κατοικίας
- Κριτήριο ρυθμού ανάπτυξης περιοχής (τάσεις της αγοράς) με χρήση δεδομένων από μεγάλες εταιρείες στην αγορά/ενοικίαση ακινήτων.
- Ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης από τις τάσεις των χρηστών (σετ δεδομένων) και από οικονομικούς δείκτες.
- Περιβαλλοντική όχληση
- Περαιτέρω γεωμετρική ακρίβεια πρόβλεψης σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου.

6 Βιβλιογραφία

Κάβουρας, Μ., Δάρρα, Α., Κονταξάκη, Σ., Τομαή, Ε., 2016. *Επιστήμη Γεωγραφικής Πληροφορίας - Αρχές και Τεχνολογίες*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών

Χαλκιάς, Χ., Γκούσια, Μ. 2015. *Γεωγραφική ανάλυση με την αξιοποίηση της γεωπληροφορικής*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Burrough, P.A. (1986). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford University Press, Oxford.

Αραβαντίνος Α. *Πολεοδομικός Σχεδιασμός για μια Βιώσιμη Ανάπτυξη του Αστικού Χώρου*.: Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 2007

Ν. Γεώργιος Φώτης, *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*.: Εκδόσεις Γκοβόστη, Αθήνα 2010

Goodchild, M. (1985). *Geographic information systems in undergraduate geography: a contemporary dilemma*. Operational Geographer.

Pickles, J. (Ed.). (1995). *Ground truth: The social implications of geographic information systems*. Guilford Press.

Rhind, D. (1989). *Why GIS*. Arc News, 11(3), 28-29.

Goodchild, Michael F., David W. Rhind, and David J. Maguire (1991). *Geographical information systems: principles and applications*. Longman scientific & technical
Jean - Claude Thill. (2000) *Geographic information systems for transportation in perspective*, Transportation Research Part C.

Κουτσόπουλος Κ., *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*,, εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2005.

Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*.

Chakhar, S., & V. Mousseau. (2008). GIS-based multicriteria spatial modeling generic framework. *International Journal of Geographical Information Science*.

Castle G. (editor),.GIS in Real Estate: Integrating, Analyzing and Presenting Locational Information, Appraisal Institute . 1998

Ζεντέλης, Π., 2015. *Real Estate*. Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.