

**ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

*Υπολογισμός των ορίων ευθύνης των σχολικών μονάδων με την  
χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ)*

Διπλωματική Εργασία του Φαλιάγκα Γεώργιου

Μέλη Τριμελούς Επιτροπής: Μιμής Άγγελος(Επιβλέπων Καθηγητής)  
Τασόπουλος Αναστάσιος  
Ιωάννης Ψυχάρης

Αθήνα, Ιούνιος 2014

## Πρόλογος

Κύρια επιδίωξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία οριοθετημένων σχολικών περιοχών των δημοτικών σχολείων στο δήμο Καλλιθέας λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των μαθητών και τον μόνιμο πληθυσμό οι οποίοι είναι γεωγραφικά κατανεμημένοι μέσα στα όρια της αστικής περιοχής και μπορούν να ομαδοποιηθούν έτσι ώστε να σχηματιστεί η σχολική περιοχή ευθύνης με την χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Η επιλογή της θεματικής της εργασίας, έγινε σε συνεργασία με τον επιβλέπων καθηγητή, κ. Μιμή Άγγελο και πραγματοποιήθηκε με γνώμονα την ανάδειξη της σημασίας και της χρήσης των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην εκπαιδευτική πολιτική και κατά συνέπεια στον σχολικό προγραμματισμό στην Ελλάδα.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρωτίστως τον επιβλέπων της εργασίας αυτής, κ. Μιμή Άγγελο, Λέκτορα εφαρμοσμένης πληροφορικής με έμφαση στην χωρική ανάλυση στο τμήμα οικονομικής και περιφερειακής ανάπτυξης στο Πάντειο Πανεπιστήμιο, για την πολύτιμη βοήθεια και συμπαράσταση του για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Επίσης, ευχαριστώ παρά πολύ την οικογένειά μου και όλους τους κοντινούς μου ανθρώπους για την κατανόηση και την συμπαράσταση τους κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της μελέτης.

## Περιεχόμενα

Εισαγωγή .....	6
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγικά Στοιχεία.....	7
1.1 Ορισμός των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών .....	7
1.2 Ορισμός του σχολικού ορίου ευθύνης.....	7
1.3 Νομοθετικό Πλαίσιο .....	8
1.4 Διαδικασία ορισμού των ορίων ευθύνης των σχολικών μονάδων στην Ελλάδα.....	9
1.5 Η χρησιμότητα των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στον σχολικό προγραμματισμό .....	10
1.5.1 Πλεονεκτήματα της χρήσης γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών ....	11
1.6 Βιβλιογραφική ανασκόπηση των μεθόδων ορισμού των ορίων ευθύνης ενός σχολείου.....	15
1.6.1 Πολύγωνα Voronoi (Voronoi polygon approach) .....	17
1.6.2 Σταθμισμένα Πολύγωνα Voronoi(Weighted Voronoi polygon approach).....	17
1.6.3 Μέθοδος Χωροθέτησης-Κατανομής (Location-Allocation) .....	19
1.6.4 Μέθοδος υπολογισμού πυκνότητας Kernel (Kernel Density Estimates).....	20
1.6.5 Μέθοδος υπολογισμού οριοθέτησης του πυρήνα του σχολικού ορίου ευθύνης(Delimit Core Catchment).....	21
Κεφάλαιο 2 Πηγές Αντλησης Δεδομένων .....	23
2.1 Περιοχή Μελέτης .....	24
Κεφάλαιο 3 Εφαρμογή μεθόδων και αποτελέσματα .....	32
3.1 Τεχνική Δημιουργίας Πολυγώνων Thiessen(Voronoi diagrams).....	32
3.2 Τεχνική Χωροθέτησης-Κατανομής(Location-Allocation) .....	38
Κεφάλαιο 4 Σύγκριση Μεθόδων.....	45
Σύνοψη.....	48
Βιβλιογραφία .....	49

## Περίληψη

Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσουμε την κοινωνική και οικονομική διάσταση κάτω από την οποία το σημερινό ελληνικό δημοτικό σχολείο λειτουργεί. Η ανάγκη αξιολόγησης, μέσω της δημιουργίας σχολικών δεικτών απόδοσης, των σχολείων καθίσταται επιτακτική έτσι ώστε να βελτιωθεί η λειτουργία και η αποτελεσματικότητα του σχολείου. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών μέσω των μεθόδων που χρησιμοποιούν όπως είναι της διαχείρισης δεδομένων με χωρική αναφορά και απεικόνισης αυτών μέσω της δημιουργίας χαρτών μας δίνουν την δυνατότητα συγκριτικής αξιολόγησης της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης των σχολικών πληθυσμών.

Η παρούσα εργασία θα αναπτύξει δύο τεχνικές για τον ορισμό των σχολικών ορίων ευθύνης μέσω της χρήσης των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Οι δύο τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν για να ορίσουν και να παρουσιάσουν σε χάρτη τις σχολικές περιοχές ευθύνης βασίζονται στην θέση των σχολείων καθώς και στον πληθυσμό των οικοδομικών τετραγώνων και είναι η τεχνική δημιουργίας πολυγώνων καθώς και η μέθοδος χωροθέτησης κατανομής.

Λέξεις Κλειδιά: Δήμος Καλλιθέας, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, εκπαίδευση, όριο ευθύνης, Πολύγωνα Voronoi, Μέθοδος Χωροθέτησης-Κατανομής

## Abstract

It is important to understand the social and economic dimension under which today's Greek primary school works. The need to assess, the effectiveness of schools and to improve its functioning, through the creation of school performance indicators becomes imperative. GIS by using of data, with spatial reference and analysing them through the creation of thematic maps enables the benchmarking of the socioeconomic status of school populations.

This thesis will display two techniques for defining school catchment areas through the use of GIS. The two techniques that will be used to define and display map school districts area based on the location of schools as well as in the population of city blocks. The techniques are the voronoi polygon approach and the location – allocation method.

Key Words: Municipality of Kallithea, GIS, Education, Catchment Area, Voronoi Polygons, Location-Allocation

## **Εισαγωγή**

Σε αρκετές περιπτώσεις σήμερα στις μεγάλες ελληνικές πόλεις παρατηρείται το φαινόμενο μαθητές των δημοτικών σχολείων που ζουν στην ακτίνα επιρροής του κοντινότερου σε αυτούς σχολείου να αναγκάζονται να παρακολουθήσουν ένα σχολείο το οποίο βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση είτε επειδή η χωρητικότητα του γειτονικού σχολείου έχει καλυφθεί είτε τα όρια ευθύνης των σχολείων δεν είναι σωστά. Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει να παρέχει ένα αυτοματοποιημένο και χρήσιμο μα συνάμα λειτουργικό εργαλείο στις τοπικές αρχές αλλά και στις αποκεντρωμένες υπηρεσίες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Απώτερος σκοπός αυτού του εργαλείου είναι η εκτίμηση και η ανάλυση της τρέχουσας κατάστασης της σχολικής υποδομής και η υποστήριξη πολιτικών λήψης αποφάσεων οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τις δυνατότητες επέκτασης των υπάρχοντων σχολείων, την δημιουργία νέων σχολικών συγκροτημάτων ή την καλύτερη κατανομή μη σημαντικών σχολικών τοποθεσιών. Στο γενικό μοντέλο τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν για να καθορίσουν το όριο ευθύνης για κάθε δημοτικό σχολείο στο δήμο Καλλιθέας.

## **Κεφάλαιο 1 Εισαγωγικά Στοιχεία**

### **1.1 Ορισμός των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών**

Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιήσουμε τα Γεωγραφικά Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΣΠ) σαν κύριο ερευνητικό εργαλείο. Δεν υπάρχει κοινός αποδεκτός ορισμός για τα ΓΣΠ αλλά ένας πρακτικός ορισμός θα μπορούσε να είναι ο εξής: Ένα ΓΣΠ είναι ένα υπολογιστικό σύστημα σχεδιασμένο για να υποστηρίζει τη συλλογή, διαχείριση, επεξεργασία, ανάλυση, μοντελοποίηση και απεικόνιση δεδομένων που αναφέρονται στο χώρο (και μεταβάλλονται στο χρόνο). Τα ΓΣΠ χειρίζονται χωρική πληροφορία η οποία είναι το κλειδί για τον ορισμό τους. Η πιο προφανής χρήση των ΓΣΠ είναι η ικανότητα χρησιμοποίησης και μετατροπής γρήγορα και εύκολα δεδομένων σε μορφή χαρτών. Αυτό σημαίνει ότι τα ΓΣΠ είναι ιδανικά για την παρουσίαση σύνθετων δεδομένων με ένα κατανοητό και εύκολα διαχωρίσιμο τρόπο. Παρόλο που τα ΓΣΠ χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην ανάλυση δημογραφικών δεδομένων και άλλων κοινωνικό-οικονομικών δεδομένων, η χρήση τους στην εκπαιδευτική έρευνα και διαχείριση είναι περιορισμένη (Langley, 1997; Heywood et al 2006; Longley et al., 2010).

### **1.2 Ορισμός του σχολικού ορίου ευθύνης**

Ένας γενικός ορισμός που μπορεί να δοθεί είναι ο εξής: Το όριο ευθύνης μιας σχολικής μονάδας είναι μια γεωγραφική περιοχή μέσα στην οποία τα παιδιά που ζουν έχουν την δυνατότητα(επιλογή) να εγγραφούν. Το σχολείο τείνει να προσελκύει τον μεγαλύτερο αριθμό μαθητών αυτής της περιοχής με αποτέλεσμα να ενδυναμώνονται οι σχέσεις του σχολείου με την τοπική κοινωνία.

### **1.3 Νομοθετικό Πλαίσιο**

Το βασικό νομοθετικό πλαίσιο που θα χρησιμοποιηθεί, είναι σχετικό και εντάσσεται στην θεματική της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι το εξής παρακάτω:

- Νόμος 1566/30-9-1985: Δομή και λειτουργία της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και άλλες διατάξεις.
- Π.Δ.201/13-7-1998: Οργάνωση και λειτουργία των δημοτικών σχολείων.
- ΦΕΚ 1340/Τ.Β'/16-10-2002: Καθορισμός των ειδικότερων καθηκόντων και αρμοδιοτήτων των προϊσταμένων των περιφερειακών υπηρεσιών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, των διευθυντών και υποδιευθυντών των σχολικών μονάδων και ΣΕΚ και των συλλόγων των διδασκόντων.
- Ν. 3467/06 (ΦΕΚ 128 Α/21-6-2006): Επιλογή στελεχών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ρύθμιση θεμάτων διοίκησης και εκπαίδευσης και άλλες διατάξεις.
- ΦΕΚ Β 635/3-5-2007: Καθορισμός κριτηρίων καταλληλότητας & επιλογής χώρων, για την ανέγερση Δημοσίων διδακτηρίων Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης καθώς και χώρων μετά κτιρίων καταλλήλων για στέγαση Σχολικών Μονάδων.



#### **1.4 Διαδικασία ορισμού των ορίων ευθύνης των σχολικών μονάδων στην Ελλάδα**

Ο τρόπος με τον οποίο καθορίζονται τα όρια κάθε δημοτικής σχολικής μονάδας στην Ελλάδα γίνεται κυρίως λαμβάνοντας υπόψη το Προεδρικό Διάταγμα 201/13-7-1998 όπου δίνει τον ορισμό της σχολικής περιφέρειας. Πιο συγκεκριμένα το άρθρο 1 του προεδρικού διατάγματος προβλέπει τα εξής παρακάτω<sup>1</sup>:

*«Κάθε δημόσιο δημοτικό σχολείο έχει δική του σχολική Περιφέρεια και σ' αυτό φοιτούν οι μαθητές που διαμένουν στην περιφέρειά του. Σε δήμους ή κοινότητες που λειτουργούν περισσότερα από ένα σχολεία τη σχολική περιφέρεια ορίζει ο αρμόδιος Προϊστάμενος της Διεύθυνσης ή του Γραφείου Εκπαίδευσης, αφού λάβει υπόψη του την πρόταση της Δημοτικής ή Κοινοτικής Επιτροπής Παιδείας και των διευθυντών των σχολικών μονάδων. Με την ίδια διαδικασία γίνεται η μετατόπιση και ο επαναπροσδιορισμός των ορίων, όταν παραστεί ανάγκη.»*

«Τα συστεγαζόμενα σχολεία έχουν ενιαία σχολική περιφέρεια και η κατανομή των μαθητών που εγγράφονται στην πρώτη τάξη και όσων έρχονται με μετεγγραφή γίνεται σε ισοπληθή τμήματα, ανάλογα με την οργανικότητα των σχολείων, με την επιφύλαξη των διατάξεων της παραγράφου 3 του άρθρου 12 αυτού του Π.Δ.»

«Τα πειραματικά σχολεία δεν έχουν δική τους σχολική περιφέρεια και για τις εγγραφές των μαθητών σ' αυτά ισχύουν ειδικές ρυθμίσεις.»

«Τη σχολική περιφέρεια των σχολείων Ειδικής Αγωγής ορίζει η Δ/ση Ειδικής Αγωγής του Υπουργείου Παιδείας, σε συνεργασία με τη Δ/ση Σπουδών Α/θμιας Εκπ/σης. Για τη φοίτηση σε μονάδες Ειδικής Αγωγής καμιά σχολική περιφέρεια δε λαμβάνεται υπόψη.»

---

<sup>1</sup> Π.Δ.201/13-7-1998: Οργάνωση και λειτουργία των δημοτικών σχολείων.

«Εγγραφή μαθητή ο οποίος διαμένει σε περιοχή που δεν ανήκει στη σχολική περιφέρεια του σχολείου μπορεί να γίνει σε εξαιρετικές περιπτώσεις με απόφαση του αρμόδιου Προϊσταμένου της Δ/νσης ή του Γραφείου Π. Ε. Οι εξαιρετικές αυτές περιπτώσεις αφορούν θέματα υγείας, σοβαρούς οικογενειακούς λόγους, περιπτώσεις αλλαγής περιβάλλοντος μαθητού σύμφωνα με το εδάφιο δ. της παρ. 8 του άρ. 13 του παρόντος Προεδρικού Διατάγματος.»

### **1.5 Η χρησιμότητα των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στον σχολικό προγραμματισμό**

Τεχνικές χωρικής ανάλυσης έχουν χρησιμοποιηθεί συχνά από τις εκπαιδευτικές αρχές προκειμένου να κάνουν μια πρόβλεψη του πληθυσμιακού μαθητικού δυναμικού (Jenkis & Walker, 1985) χρησιμοποιώντας την συνήθη μεθοδολογία πρόβλεψης και εκτίμησης πληθυσμού καθώς επίσης και την άριστη κατανομή των εκπαιδευτικών πόρων(Thomas, 1987). Τεχνικές όπως είναι οι αλγόριθμοι ελαχιστοποίησης απόστασης και τα χωρικά μοντέλα αλληλεπίδρασης μπορούν να χρησιμοποιηθούν: για να καθορίσουν τον ελάχιστο αριθμό σχολείων που μπορούν να καλύψουν την ζήτηση μαθητών λαμβάνοντας υπόψη μια συγκεκριμένη απόσταση, για την χωροθέτηση νέων σχολείων που θα καλύψουν τον μέγιστο αριθμό μαθητών δεδομένης μιας συγκεκριμένης απόστασης και την δημιουργία καινούργιων σχολείων όπου αυτά τα σχολεία θα ελαχιστοποιούν την απόσταση που πρέπει να διανυθεί από τους μαθητές στα σχολεία και οι μαθητές δεν θα περπατάνε παραπάνω από μία συγκεκριμένη απόσταση(Armstrong et al., 1993).

Παρόλο που, τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, σαν τεχνολογία χρησιμοποιείται σε πολλαπλά πεδία εφαρμογών όπως είναι οι περιβαλλοντικές εφαρμογές, οι κοινωνικό-οικονομικές εφαρμογές και οι διαχειριστικές εφαρμογές πολύ λίγος αριθμός εκπαιδευτικών τμημάτων έχουν επενδύσει στην τεχνολογία των γεωγραφικών συστημάτων

πληροφοριών. Οι Clarke και Langley (1996) σημειώνουν ότι μια αιτία αυτού του γεγονότος είναι οι περιορισμένες δυνατότητες της τεχνολογίας ΓΣΠ όσον αφορά το σκέλος των αναλυτικών λειτουργιών τους καθώς επίσης και την έλλειψη της γνώσης ότι αυτά τα συστήματα μπορούν να διαχειριστούν εκπαιδευτικά προβλήματα τα όποια έχουν χωρική διάσταση. Θα πρέπει οι αρμόδιοι σχεδιασμού(planners) να έχουν μεγαλύτερη καθοδήγηση στο πως μπορούν να αντιληφθούν την συνολική λειτουργία των ΓΣΠ.

### **1.5.1 Πλεονεκτήματα της χρήσης γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών**

Είναι αποδεδειγμένο ότι τα ΓΣΠ μπορούν να παρέχουν πληροφορίες είτε σε μορφή κειμένου είτε σε μορφή γραφήματος οι οποίες περιγράφουν την σχέση μεταξύ των τοποθεσιών των μαθητών και των σχολικών ορίων ευθύνης καθώς επίσης και πρότυπα των κοινωνικό-οικονομικών δεδομένων. Έτσι σχηματίζεται ένας πίνακας πληροφοριών για έναν αριθμό σχολείων, γίνεται γνωστή η κατανομή των μαθητών που παρακολουθούν στην σχολική περιφέρεια και συσχετίζεται με τις πληροφορίες της πληθυσμιακής απογραφής (Vann, 1995). Ο συνδυασμός της τεχνολογίας ΓΣΠ και των πληροφοριών της απογραφής μας παρέχει ένα πολύ μεγάλο πλήθος πληροφορίας που είναι διαχειρίσιμο είτε σε μορφή χάρτη είτε σε στατιστικό πίνακα. Εφαρμογές στον εκπαιδευτικό τομέα όπου τα ΓΣΠ έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα είναι οι εξής: έρευνα για τα όρια ευθύνης, εκτίμηση του σχολικού πληθυσμού (χρησιμοποιώντας γεω-χωρικά δεδομένα όπως πληροφορίες γεννήσεων και την κατασκευή νέων κτιρίων), κατανομή σχολείου στο χώρο και υπηρεσίες σχολικής μεταφοράς. Δεδομένα με χωρική διάσταση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία χαρτών όπως για παράδειγμα, την αποτύπωση του σχολικού οικιστικού αποθέματος και μέρους των δαπανών σε επίπεδο σχολικής μονάδας. Σε κάθε περίπτωση μπορεί να

γίνει συσχέτιση των προδιαγραφών του σχολείου με τα κοινωνικό-οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής στην οποία κατοικεί ο μαθητής (Higgs et al., 1997). Τα όρια ευθύνης μπορεί να οριστούν στηριζόμενοι στην απογραφή του πληθυσμού στο επίπεδο του οικοδομικού τετραγώνου ή συνοικίας και μπορούν να δημιουργηθούν προφίλ για κάθε ένα σχολείο έτσι ώστε η απόδοση κάθε σχολείου να μπορεί να αναλυθεί πιο διεξοδικά (Sammons et al, 1994, Higgs et al, 1997).

Μια άλλη περιοχή στην οποία τα ΓΣΠ έχουν χρησιμοποιηθεί στην διαχείριση των εκπαιδευτικών υπηρεσιών είναι η κατανομή των εκπαιδευτικών πόρων. Οι Cripps and Pate (1991) χρησιμοποίησαν τα ΓΣΠ για να υπολογίσουν το κόστος της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης δεδομένου της χαμηλής πυκνότητας του πληθυσμού στην Cumbria, μια κυρίως αγροτική επαρχία της Βρετανίας. Η ανάλυση μας έδειξε ότι το κόστος παροχής υπηρεσιών ήταν υψηλότερο στις πολύ αραιοκατοικημένες περιοχές (όπου ο πληθυσμός ήταν λιγότερο από 0,5 άτομα ανά εκτάριο). Επίσης προέκυψε ότι το κόστος ανά μαθητή στις πολύ αραιοκατοικημένες περιοχές είναι πολύ μεγαλύτερο από ότι στις περιοχές με κανονική ή μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού. Παράλληλα το ίδιο συμβαίνει και με τις δαπάνες να εμφανίζονται πιο αυξημένες απ ότι σε άλλες περιοχές. Είναι αναγκαίο να δοθεί μεγάλη σημασία στις πληροφορίες που περιγράφουν τα κοινωνικό-οικονομικά χαρακτηριστικά των περιοχών, με σκοπό μια παρέχουν μια δίκαιη κατανομή των πόρων στα σχολεία που λειτουργούν σε υποβαθμισμένες κοινωνικά περιοχές. Η δημιουργία ενός συστήματος πληροφοριών καθίσταται επιτακτική (Garner et al. 1990).

Ένα τρίτο πεδίο εφαρμογής όπου τα ΓΣΠ μπορούν να αξιοποιηθούν στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό είναι στις υπηρεσίες μετακίνησης από το σπίτι στο σχολείο. Στην πιο απλή μορφή μέσω ενός ΓΣΠ μπορεί να δημιουργηθούν χωρικές περιμετρικές ζώνες σε

συγκεκριμένες αποστάσεις από το σχολείο και να δώσει μία λίστα με τα ονόματα των μαθητών και των διευθύνσεων τους που μπορούν να μεταφερθούν. Σε περίπτωση μη διαθέσιμων δεδομένων όπως των διευθύνσεων των μαθητών χρησιμοποιούμε το σταθμισμένο κεντροειδές σημείο του οικοδομικού τετραγώνου το οποίο μας δίνει το την σχολική περιοχή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστεί η απόσταση στο σχολείο (Elis-Williams,1987). Επιπλέον το πλεονέκτημα της προσέγγισης με τα ΓΣΠ είναι ότι οι οικονομικές και χωρικές επιπτώσεις στην μετακίνηση του μαθητή στο σχολείο μακροπρόθεσμα μπορεί να αλλάζουν εάν αλλάζοντας τα κριτήρια ή εναλλακτικά την πραγματική τοποθεσία του σχολείου με αποτέλεσμα να αλλάζουν και οι πολιτικές λήψης αποφάσεων.

Τα ΓΣΠ έχουν επίσης εκτεταμένα χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές επαναχάραξης των σχολικών περιοχών στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής σε συνδυασμό με την μέθοδο προβολής πληθυσμού και γεωγραφικής ανάλυσης ως μέρος του χωρικού συστήματος λήψης αποφάσεων (SDSS). Χρησιμοποιώντας έναν αριθμό δημογραφικών σεναρίων σε συνδυασμό με παραδοσιακές προσεγγίσεις μοντελοποίησης και τις δυνατότητες παρουσίασης του ΓΣΠ μπορεί να προβλεφτεί η επέκταση των σχολικών περιοχών και η δημιουργία των κατάλληλων διαδρομών μετακίνησης. Τα ΓΣΠ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αντληθούν χάρτες των τοποθεσιών των διευθύνσεων των μαθητών(σημεία ζήτησης) σε σχέση με τις τοποθεσίες των σχολείων(σημεία προσφοράς) (Armstrong et al. 1993). Επίσης τα ΓΣΠ χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της τελικής τοποθεσίας για μελλοντικά σχολεία με βάση δημογραφικών τάσεων και διαφόρων περιορισμών (περιβαλλοντικοί, περιορισμοί ασφάλειας, σχεδιαστικοί).

Ένας σημαντικός τομέας έρευνας όπου τα ΓΣΠ μπορούν να είναι χρήσιμα στους υπευθύνους χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής είναι στον επιτελικό τομέα παροχής υπηρεσιών. Το γεγονός ότι δύο γείτονες μένουν με την ίδια γεωγραφική διεύθυνση βιώνουν διαφορετικά επίπεδα προσβασιμότητας αναλόγως της κοινωνικής τους θέσεις που κατέχουν αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέροντος και ανάλυσης. Τα ΓΣΠ μας παρέχουν τρόπους και μέσα ανάλυσης της προσβασιμότητας για την εξαγωγή πολύτιμων πληροφοριών οι οποίες μπορεί να περιγράψουν το υπάρχον πλέγμα του δικτύου παροχής υπηρεσιών ή την χωρική δομή ενός συστήματος παροχής υπηρεσιών (Pasione, 1989).

Τελειώνοντας η ικανότητα των ΓΣΠ να προσδίδει χαρακτηριστικά σε σημεία στο επίπεδο της χωρικής μονάδας όπως για παράδειγμα το οικοδομικό τετράγωνο είναι μια διαδικασία γνωστή ως «σημείο στο πολύγωνο». Αυτό επιτρέπει στον ερευνητή να συγκρίνει χαρακτηριστικά των σημείων όπως για παράδειγμα εγκαταστάσεων ή έναν πληθυσμό κάτω από την ανάλυση στοιχείων κοινωνικής υποβάθμισης. Η ευελιξία και η χρησιμότητα των ΓΣΠ για την διαχείριση σημείων (εγκαταστάσεις ή δεδομένων πληθυσμού) αναδεικνύει το πως η συγκέντρωση δεδομένων και στατιστικών τεχνικών σε τέτοια συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναλυθεί η πρόσβαση σε εγκαταστάσεις σε όλους τους πληθυσμούς-στόχους. Αυτή η τεχνική ανάλυσης «σημείο στο πολύγωνο» είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για να εξεταστούν οι χωρικές επιπτώσεις της γονικής επιλογής ενός σχολείου (Higgs et al, 1997).

## **1.6 Βιβλιογραφική ανασκόπηση των μεθόδων ορισμού των ορίων ευθύνης ενός σχολείου**

Ο ορισμός των σχολικών ορίων ευθύνης αποδεικνύεται πιο σύνθετος και δύσκολος απ' ό,τι φαίνεται εξαιτίας δύο παραμέτρων. Η πρώτη παράμετρος έχει να κάνει με το γεγονός ότι μια σχολική περιοχή ευθύνης είναι μια χωρική ενότητα με άγνωστα ή αυστηρά οριοθετημένα όρια. Τα όρια ευθύνης ενός σχολείου έχουν μια ασαφή-διφορούμενη γεωγραφία. Το γεγονός ότι τα όρια ευθύνης ενός σχολείου δεν είναι πάντα τα ίδια εξαρτάται από την απόφαση των γονιών σε ποιο σχολείο θα στείλουν το παιδί τους καθώς επίσης και από την απόφαση των σχολείων για το ποια παιδιά θα δεχτούν. Οι γονείς συχνά λαμβάνουν υπόψη για την τελική επιλογή του σχολείου την ύπαρξη ή μη διαθέσιμων κατοικιών γύρω από το σχολείο. Αυτό σημαίνει ότι τα παιδιά μπορεί να ταξιδεύουν μεγάλες αποστάσεις για να πάνε στο σχολείο με αποτέλεσμα να δυσκολεύει η εξαγωγή ακριβών υποθέσεων-συμπερασμάτων για τα ακριβή χαρακτηριστικά των ορίων ευθύνης της σχολείου (Pearce, 2000).

Η δεύτερη παράμετρος αναφέρεται στο στοιχείο ότι ακόμα και αν τα σχολικά όρια ευθύνης είναι καθορισμένα και γνωστά πολύ δύσκολα θα συμπέσουν με τα δημογραφικά-πληθυσμιακά όρια της συγκεκριμένης περιοχής.

Έτσι θα πρέπει να υπάρξει μία σύνδεση των δεδομένων των σχολείων με τα δεδομένα της απογραφής ώστε να πάρουμε κάποιες αποφάσεις σχετικά με ποιες περιοχές θα μας παρέχουν την πληροφορία σε ποιο σχολείο πρέπει να πάει ο μαθητής.

Ο πιο ακριβής τρόπος για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα είναι να χρησιμοποιήσουμε την μικρότερη μονάδα ανάλυσης σε επίπεδο γειτονιάς ή οικοδομικό τετράγωνο (ΟΤ). Κάθε οικοδομικό τετράγωνο έχει μερικές εκατοντάδες κατοίκους. Για κάθε ΟΤ λαμβάνουμε ένα κεντρικό σημείο το οποίο εκτιμάται ότι είναι στο κέντρο του πληθυσμού. Τεχνικές

μπορούν τότε συμπληρωματικά να εντοπίσουν τα κεντρικά σημεία των ΟΤ σε κάθε σχολείο. Το πρόβλημα είναι πως θα υπολογίσουμε-εντοπίσουμε ποιο κεντροειδές σημείο του ΟΤ αντιστοιχεί σε κάθε σχολείο. Μια πιθανή λύση είναι να ληφθούν οι διευθύνσεις του κάθε μαθητή που παρακολουθεί σε κάθε σχολείο σε μια περιοχή. Εάν ο ταχυδρομικός κωδικός του παιδιού είναι γνωστός τότε ένα σημείο από ανατολή και βορρά μπορεί να αποκτηθεί.

Έτσι μπορεί να υπολογιστεί σε ποιο σχολείο η πλειοψηφία των μαθητών σε κάθε ΟΤ παρακολουθεί και ως εκ τούτου να ταυτιστεί το ΟΤ με αυτό το σχολείο. Αυτό θα μας παρέχει μια ακριβή απεικόνιση της διασποράς των παιδιών γύρω από τα σχολεία και θα μας επιτρέψει μια ακριβής περιγραφή των κοινωνικών χαρακτηριστικών των ορίων ευθύνης των σχολικών περιοχών.

Αυτή η προσέγγιση όμως είναι πολύ χρονοβόρα και προβληματική λόγω του γεγονότος ότι τα δεδομένα δύσκολα μπορούν να βρεθούν καθώς είναι στην δικαιοδοσία των σχολείων και των τοπικών εκπαιδευτικών αρχών. Αυτά τα δεδομένα δεν τα διαχειρίζονται κεντρικοί φορείς και μπορούν μόνο να αποκτηθούν από κάθε ένα σχολείο ξεχωριστά και το οποίο σχολείο δεν είναι υποχρεωμένο να παρέχει τα αντίστοιχα δεδομένα. Αυτό μας οδηγεί στην κατεύθυνση να χρησιμοποιήσουμε αυτοματοποιημένες μεθόδους για την κατανομή των κεντροειδών σημείων των οικοδομικών τετράγωνων στα σχολεία. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές τεχνικές που προσπαθούν να ξεπεράσουν αυτό το εμπόδιο (Pearce, 2000).



### **1.6.1 Πολύγωνα Voronoi (Voronoi polygon approach)**

Τα πολύγωνα Voronoi έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιστημών σχετικά με τεχνικές διαμοιρασμού του χώρου. Τα πολύγωνα Voronoi είναι μια μέθοδος όπου η περιοχή χωρίζεται σε ενότητες έτσι ώστε όλες οι τοποθεσίες που είναι κοντινές σε ένα συγκεκριμένο σημείο να εσωκλειστούν με ένα απλό πολύγωνο. Κάθε τόξο του πολυγώνου υπολογίζεται βρίσκοντας την διαχωριστική γραμμή των κάθετων γραμμών μεταξύ των ζευγαριών των γειτονικών σημείων. Έτσι η περιοχή του πολυγώνου είναι ανεξάρτητη από την απόσταση των σημείων. Ένα πολύγωνο Voronoi στην περίπτωση μας κατασκευάζεται γύρω από το σχολείο ορίζοντας μια περιοχή ευθύνης για κάθε ένα σχολείο (Pearce, 2000).

Ένα πρόβλημα που δεν επιλύεται με την μέθοδο Voronoi είναι ότι το σχολικό όριο ευθύνης δεν σχετίζονται με το μέγεθος του σχολείου όπως αυτό ορίζεται από τον αριθμό των μαθητών. Επίσης τα πολύγωνα Voronoi δεν επηρεάζονται από την πυκνότητα του πληθυσμού. Παρατηρείται ότι μεγάλα σχολεία έχουν μεγαλύτερα όρια ευθύνης από γειτονικά σχολεία και αυτό δεν είναι αρκετό για να βασιστούμε στην χωρική κατανομή των σχολείων στην περιοχή.

### **1.6.2 Σταθμισμένα Πολύγωνα Voronoi(Weighted Voronoi polygon approach)**

Μια διαφορετική προσέγγιση που επιχειρεί να επιλύσει τα παραπάνω προβλήματα είναι η κατασκευή σταθμισμένων πολυγώνων Voronoi γύρω από τα σχολεία. Κάθε πολύγωνο είναι άμεσα εξαρτώμενο με το μέγεθος του σχολείου. Αυτό είναι πιο αντικειμενικό-δεδομένου κάποιου παράγοντες είναι σταθεροί- καθώς τα μεγαλύτερα σχολεία θα τείνουν να έχουν μεγαλύτερη περιοχή ευθύνης. Το όριο μεταξύ δύο

γειτονικών σχολείων θα καθορίζεται βάση του σχετικού μεγέθους των δύο σχολείων. Αυτό λύνει το πρόβλημα που δημιουργείται από την απλή προσέγγιση Voronoi όπου μεγάλα σχολεία έχουν μεγάλα πολύγωνα Voronoi με αποτέλεσμα και μεγάλη περιοχή ευθύνης. Αντιθέτως ένα πρόβλημα που παραμένει είναι ότι δεν συνυπολογίζει την πυκνότητα των οικοδομικών τετραγώνων. Αυτό είναι δυνατό σε αστικές περιοχές όπου σχετικά ίσες περιοχές ευθύνης φαίνονται μη ρεαλιστικές. Μεγάλα σχολεία συνήθως έχουν μεγαλύτερο μαθητικό δυναμικό και ως εκ τούτου και μακρύτερη περιοχή ευθύνης. Αυτό το φαινόμενο μετριάζεται με την χρησιμοποίηση των σταθμισμένων πολυγώνων Voronoi (Pearce, 2000).

Όπως συμβαίνει και με την απλή προσέγγιση Voronoi, τα κεντροειδή σημεία των οικοδομικών τετραγώνων συμπίπτουν με την σταθμισμένη προσέγγιση Voronoi και κατανέμονται σε αυτό το σχολείο. Μερικά από τα πολύγωνα γύρω από τα σχολεία είναι πολύ μικρά λόγω του μικρού μεγέθους των συναφών σχολείων αναλογικά με τα γειτονικά σχολεία με αποτέλεσμα κανένα κεντρικό σημείο των οικοδομικών τετραγώνων να μην συμπίπτει με αυτό του πολυγώνου. Στην πραγματικότητα μερικά πολύγωνα είναι τόσο μικρά που δεν φαίνονται στο διάγραμμα ότι υπάρχουν. Αυτό δεν είναι θεμιτό στην περίπτωση μας καθώς κανένα οικοδομικό τετράγωνο δεν θα συσχετιστεί με αυτό το σχολείο και δεν θα δημιουργηθεί όριο ευθύνης που να σχετίζεται με τα κοινωνικά χαρακτηριστικά που είναι διαθέσιμα για αυτά τα σχολεία (Pearce, 2000).

Τελικά τα κεντρικά σημεία των οικοδομικών τετραγώνων θα συσχετιστούν με ένα άλλο σχολείο. Επίσης είναι άξιο παρατήρησης ότι μερικά πολύγωνα είναι τόσο μεγάλα τα οποία επικαλύπτουν τα μικρότερα με αποτέλεσμα αυτά να μην είναι ευδιάκριτα. Έτσι προκύπτει το ερώτημα γιατί ένας μεγάλος αριθμός μαθητών μετακινείται μέσα από

την δική του (θεωρητικά) σχολική περιοχή ευθύνης σε μία άλλη σχολική περιοχή ευθύνης όπου βρίσκεται το σχολείο που παρακολουθεί.

### **1.6.3 Μέθοδος Χωροθέτησης-Κατανομής (Location-Allocation)**

Η συγκεκριμένη μέθοδος λαμβάνει υπόψη δύο ομάδες δεδομένων. Η πρώτη ομάδα είναι ο συνολικός αριθμός των μαθητών και η δεύτερη ομάδα είναι ο αριθμός των παιδιών που ζουν-κατοικούν σε ένα οικοδομικό τετράγωνο. Ένα δίκτυο κατασκευάστηκε μεταξύ των σχολείων και των κεντροειδών σημείων των οικοδομικών τετραγώνων δημιουργώντας τόξα από τα σχολεία προς όλα τα κεντροειδή σημεία των οικοδομικών τετραγώνων (Pearce, 2000).

Είναι σημαντικό να θεσπίσουμε ένα μέγιστο επίπεδο απόστασης καθώς εάν ένα μικρότερο επίπεδο απόστασης είχε χρησιμοποιηθεί τα κεντροειδή σημεία των οικοδομικών τετραγώνων θα είχαν μετακινηθεί ή θα είχαν τοποθετηθεί λανθασμένα με αποτέλεσμα τα αποτελέσματα να μην είναι τόσο ακριβείς.

Χρησιμοποιώντας την λειτουργία Χωροθέτησης-Κατανομής (location-allocation) στο Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) τα παιδιά που κατοικούν στα οικοδομικά τετράγωνα κατανεμήθηκαν στα σχολεία. Η λειτουργία της κατανομής έλαβε υπόψη την απόσταση μεταξύ του σχολείου και του κεντροειδούς σημείου του οικοδομικού τετραγώνου. Έτσι με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιήθηκε η απόσταση μεταξύ του σχολείου και του κεντροειδούς σημείου έτσι ώστε να κατανεμηθεί σωστά ο αριθμός παιδιών. Το αποτέλεσμα αυτής της λειτουργίας ήταν τα κοντινότερα σημεία των οικοδομικών τετραγώνων και τα παιδιά που ζούσαν κοντά στο σχολείο μπορούσαν να κατανεμηθούν πιο εύκολα από τα κεντρικά σημεία των οικοδομικών τετραγώνων που ήταν πιο μακριά από το σχολείο. Η υπόθεση-παραδοχή που προκύπτει είναι ότι τα παιδιά είναι πολύ πιο πιθανό να σταλούν στο πιο κοντινό δημοτικό σχολείο (Pearce, 2000).

Η προσέγγιση location-allocation μπορεί να λάβει υπόψη στην δική μας περίπτωση: τις θέσεις των σχολείων, τα κεντροειδή σημεία των οικοδομικών τετραγώνων, πόσο μακριά τα παιδιά ζουν από το σχολείο (υπολογισμός μέσω της ευκλείδειας απόστασης ή μέσω της απόστασης πάνω στο οδικό δίκτυο στην περίπτωση μας και ποια είναι η χωρητικότητα του σχολείου (Pearce, 2000).

#### **1.6.4 Μέθοδος υπολογισμού πυκνότητας Kernel (Kernel Density Estimates)**

Μια διαφορετική προσέγγιση-αναπαράσταση των σχολικών ορίων ευθύνης μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας την μέθοδο υπολογισμού πυκνότητας Kernel, η οποία αφορά τον υπολογισμό της πυκνότητας των περιοχών όπου ένας τοπικός πληθυσμός είναι χωρικά συγκεντρωμένος. Η συγκεκριμένη μέθοδος επιλύει το πρόβλημα που σχετίζεται με την πυκνότητα του πληθυσμού και δεν αντιμετωπίζουν η απλή και σταθμισμένη προσέγγιση Voronoi. Τα όρια των περιοχών (PVCs)<sup>2</sup> μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ορίσουν ένα προκαθορισμένο ποσοστό των πυκνοτήτων των εγγεγραμμένων μαθητών για κάθε σχολείο. Έτσι για παράδειγμα τα PVCs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ορίσουν τις περιοχές εκείνες όπου περίπου 50%, 75% ή 95% των μαθητών ζουν και πηγαίνουν στο σχολείο. Η μέθοδος υπολογισμού πυκνότητας Kernel δεν αποκαλύπτει την σημειακή τοποθεσία κάθε μαθητή και η συγκεκριμένη τεχνική έχει επιτυχημένα χρησιμοποιηθεί στην διατήρηση ιατρικού απορρήτου στην ιατρική έρευνα. Η μέθοδος υπολογισμού πυκνότητας Kernel συγκεκριμένα χρησιμοποιεί ψηφιακά δεδομένα και παράμετροι χωρικής ανάλυσης για το ψηφιδωτό αποτέλεσμα (Singleton et al, 2011).

---

<sup>2</sup> Percent Volume Contours (PVCs). Η ερμηνεία στα ελληνικά μπορεί να αποδοθεί ως: αναπαριστά το όριο της περιοχής που περιέχει χ% της έντασης της πιθανότητας της κατανομής της πυκνότητας.

Η μέθοδος υπολογισμού πυκνότητας Kernel είναι αποτελεσματική στις διαδικασίες ελέγχου και γνωστοποίησης σχετικά με πληροφορίες που πρόκειται να τεθούν σε δημόσιο έλεγχο και διαχείριση (Singleton et al, 2011).

#### **1.6.5 Μέθοδος υπολογισμού οριοθέτησης του πυρήνα του σχολικού ορίου ευθύνης(Delimit Core Catchment)**

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου είναι ύπαρξη ετήσιων στατιστικών στοιχείων από τις σχολικές μονάδες. Ως «πυρήνας ορίου ευθύνης» ορίζεται η περιοχή που περιέχει το 50% των μαθητών που παρακολουθούν στο σχολείο όπου η οριοθέτηση αυτού του ποσοστού των μαθητών αντανακλά τη γεωγραφία της περιοχής μελέτης και των σημείων-θέσεων απ' όπου το σχολείο αντλεί τους μαθητές του. Δεν υπάρχει καμία παραδοχή ότι το σχολείο βρίσκεται στο κέντρο ή ακόμη και αναγκαστικά μέσα στον πυρήνα του ορίου ευθύνης του. Στην συγκεκριμένη μέθοδο χρησιμοποιείται η γνώση του (x,y) του ταχυδρομικού κώδικα αναφοράς του δικτύου για καθένα από τους μαθητές που φοιτούν σε σχολείο, επιτρέποντας το μέσο x και το μέσο y για κάθε σημείο σε κάθε ένα σχολείο που θα καθοριστεί (Harris et al, 2007).

Στην συνέχεια, φανταστείτε ένα μικρό ορθογώνιο να τοποθετείται στο κέντρο της διαμέσου (όπου η διάμεσος είναι οι ταχυδρομικοί κώδικες των μαθητών που παρακολουθούν στο σχολείο). Ας αφήσουμε το ορθογώνιο να μεγαλώσει προς τα έξω μέχρις ότου να περικλείει ένα ορισμένο ποσοστό του συνόλου των μαθητών που φοιτούν στο σχολείο. Το ορθογώνιο μεγαλώνει και περιστρέφεται προς τα έξω κατά 45° σε κάθε επανάληψη του αλγορίθμου σε κατευθύνσεις όπως: Βόρεια, Βορειανατολικά, Ανατολικά, Νοτιοανατολικά, Νότια, Νοτιοδυτικά, Δυτικά ή με Βορειοδυτικές κατευθύνσεις, συνεχίζοντας μέχρι να περιέχει 50% του αριθμού (ή και πιο πολύ) των μαθητών (Harris et al, 2007).

Η ένταση της κατεύθυνσης της κάθε επανάληψης αποφασίζεται από την μέγιστη περιστροφή - κατεύθυνση που μας δίνει την υψηλότερη αναλογία μαθητών της περιοχής που πηγαίνουν στο σχολείο (n1) ανά όλων των μαθητών της περιοχής που πάνε σε οποιαδήποτε σχολείο (n2).

Αυτό συνεπάγεται την δημιουργία δύο κριτηρίων για τα όρια: ότι είναι συμπαγή, αλλά και ότι αντανακλούν τις πραγματικές γεωγραφίες των σχολικών εγγραφών (Harris et al, 2007).

Ο αλγόριθμος υλοποιείται στη γλώσσα στατιστικών υπολογισμών «R», χρησιμοποιώντας τη λειτουργία «Chull» για να υπολογίσουμε το κυρτό περίβλημα (convex hull) του συνόλου των σημείων που καθορίζουν κάθε σχολική περιοχή με σκοπό την αστικοποίηση των ορίων της σχολικής περιοχής.

## **Κεφάλαιο 2 Πηγές Αντλησης Δεδομένων**

Για τις ανάγκες της εργασίας αντλήσαμε στοιχεία από την Απογραφή Πληθυσμού-Κατοικιών 2011 για το Μόνιμο Πληθυσμό της Χώρας τα οποία δόθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.). Πιο αναλυτικά τα στοιχεία που μας δόθηκαν αφορούν το χαρτογραφικό και γεωγραφικό υπόβαθρο του δήμου Καλλιθέας όπως είναι: τα διοικητικά όρια του δήμου Καλλιθέας, οι οδικοί άξονες, τα οικοδομικά τετράγωνα, η τοπολογία του δήμου καθώς επίσης και ο μόνιμος πληθυσμός ανά οικοδομικό τετράγωνο του δήμου(Ιδανικό θα ήταν να είχαμε ηλικιακή κατανομή του πληθυσμού αλλά υποθέτουμε ότι ο συνολικός πληθυσμός αποτελεί ένα καλό υποκατάστατο της ζήτησης που προκύπτει στα δημοτικά σχολεία.).

Παράλληλα κατόπιν επικοινωνίας και κατ' ιδίαν συνάντησης με τον διευθυντή εκπαίδευσης της Δ' Διεύθυνσης Περιφερειακής Εκπαίδευσης Αθηνών αντλήσαμε στοιχεία που αφορούν: το θεσμικό και διοικητικό πλαίσιο των δημοτικών σχολείων, το μαθητικό δυναμικό των σχολικών μονάδων για το σχολικό έτος 2013-2014 καθώς επίσης μας δόθηκαν τα ισχύον όρια ευθύνης των δημοτικών σχολείων του δήμου Καλλιθέας.

Επίσης η απόκτηση των δεδομένων που αφορούν την γεωγραφική θέση των σχολείων στην περιοχή μελέτης μας έγινε μέσω της ιστοσελίδας [geodata.gov.gr](http://geodata.gov.gr) όπου μέσω της συγκεκριμένης ιστοσελίδας η χρησιμοποίηση δημόσιων ανοικτών δεδομένων είναι ελεύθερη.

Πίνακας 1: Πηγές Δεδομένων

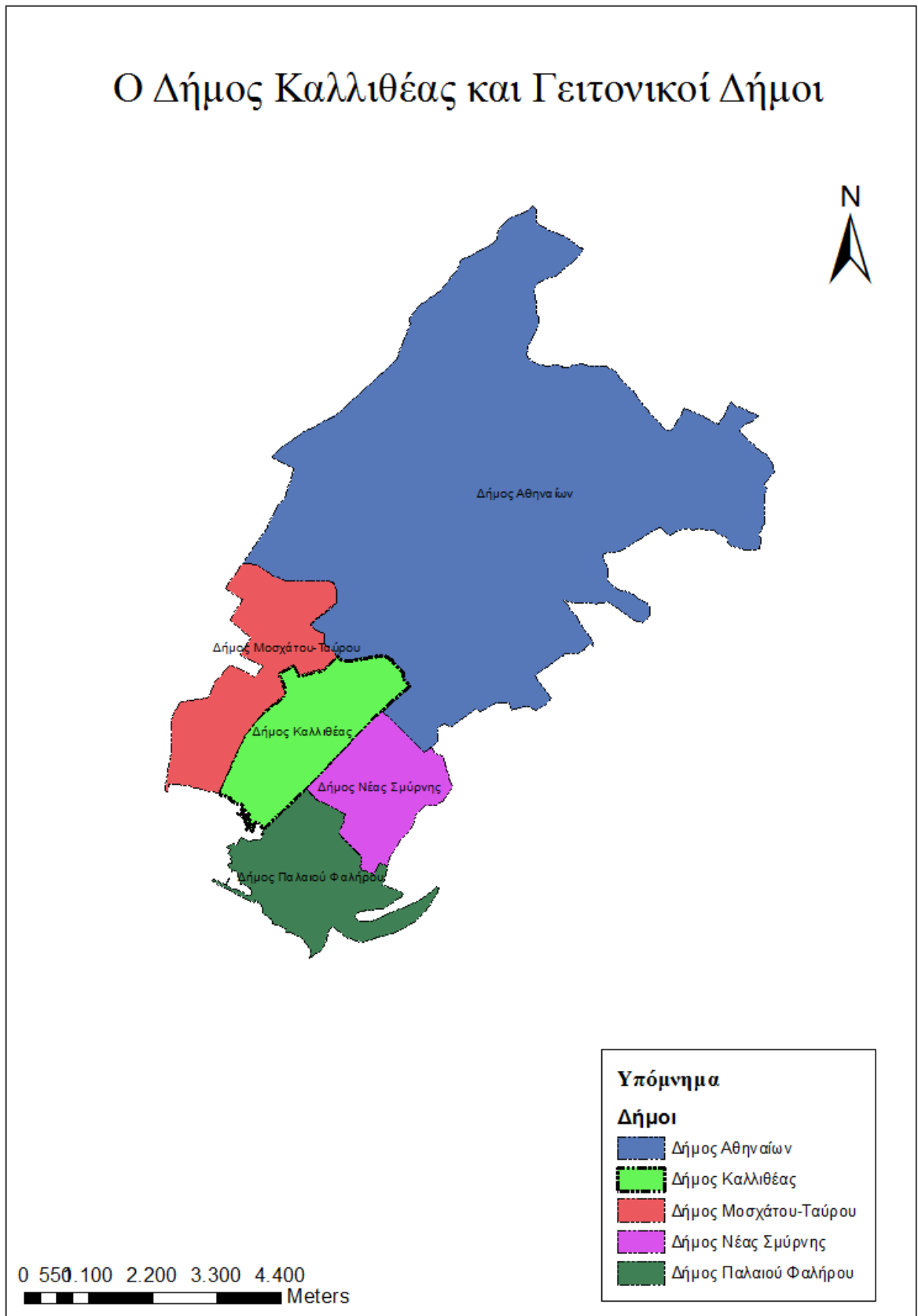
Φορέας Άντλησης Δεδομένων	Δεδομένα
ΕΛ.ΣΤΑΤ	Διοικητικά όρια, οδικοί άξονες, τα οικοδομικά τετράγωνα, τοπολογία του δήμου, μόνιμος πληθυσμός ανά οικοδομικό τετράγωνο
Δ' Διεύθυνση Περιφερειακή Εκπαίδευση Αθηνών	Θεσμικό και διοικητικό πλαίσιο, μαθητικό δυναμικό, όρια ευθύνης
geodata.gov.gr	Γεωγραφική θέση σχολείων

## 2.1 Περιοχή Μελέτης

Η Καλλιθέα είναι δήμος του νότιου τομέα στην Περιφέρεια Αττικής. Οικιστικός πυρήνας είναι η πλατεία Δαβάκη, που βρίσκεται σε απόσταση 3 χλμ νότια της Αθήνας και 3 χλμ βορειοανατολικά από το κέντρο του Πειραιά. Η Καλλιθέα επεκτείνεται από τα νότια κράσπεδα του Δήμου Αθηναίων και τους λόφους Φιλοπάππου και Σικελίας βόρεια ως τον όρμο Φαλήρου νότια. Ανατολικά ορίζεται από τη λεωφόρο Ανδρέα Συγγρού στα βόρεια από τις οδούς Καλλιρρόης και Λαγουμιτζή, στα βορειοδυτικά από τη γραμμή του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου και στα δυτικά από την κοίτη του Ιλισσού ποταμού. Η θάλασσα του Σαρωνικού αποτελεί το νότιο σύνορο του Δήμου Καλλιθέας. Στον παρακάτω χάρτη 1 φαίνεται ο δήμος Καλλιθέας και οι άμεσα γειτονικοί του δήμοι.

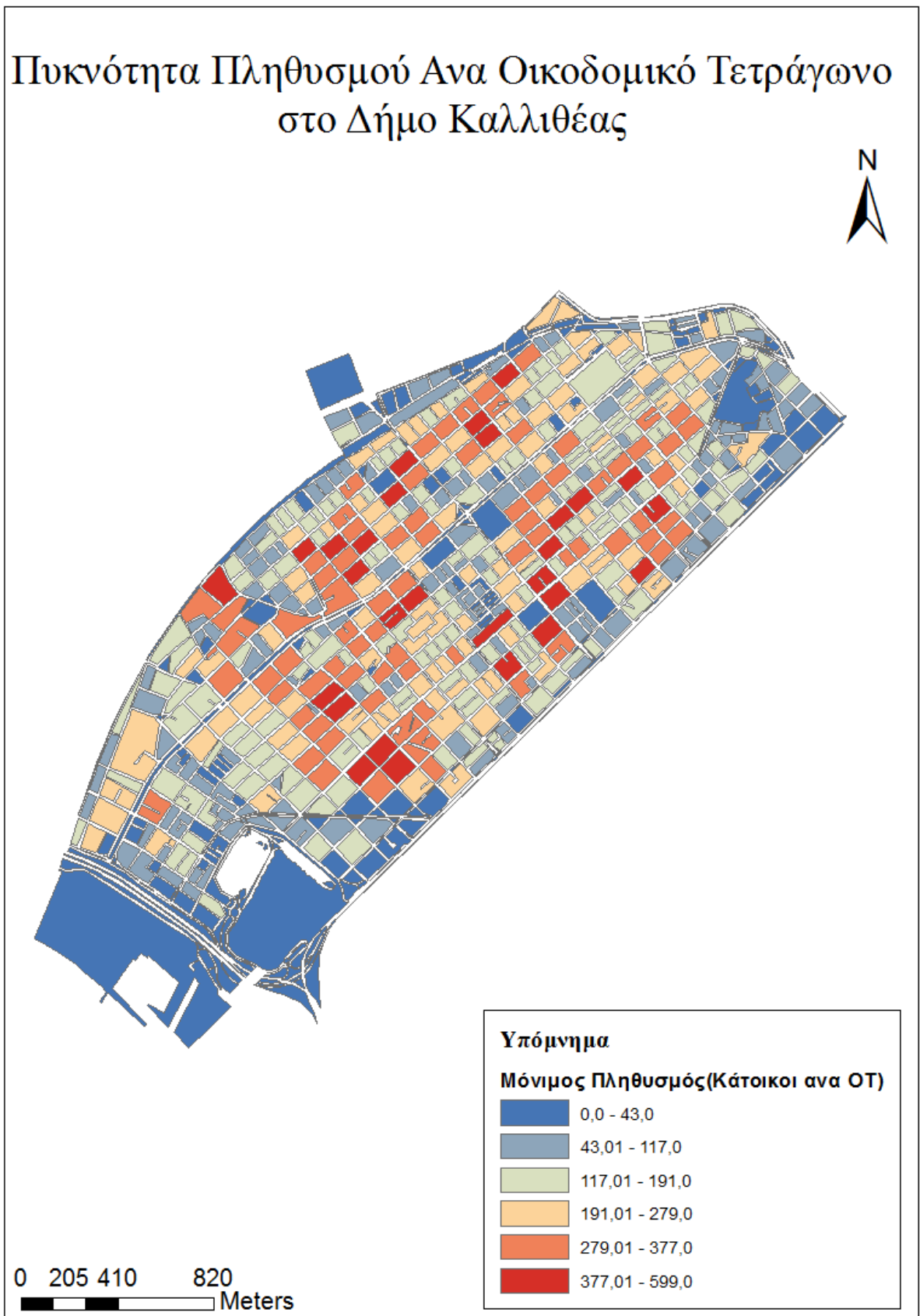


Χάρτης 1: Διοικητικά όρια Δ. Καλλιθέας και γειτονικών δήμων του



Στην τελευταία απογραφή του 2011 ο μόνιμος πληθυσμός του δήμου Καλλιθέας ανήλθε στις 100.641 κατοίκους με πυκνότητα μόνιμου πληθυσμού 21.192 κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, αναδεικνύοντας την Καλλιθέα τον δήμο με τη μεγαλύτερη πληθυσμιακή πυκνότητα σε όλη την Ελλάδα. Στον παρακάτω χάρτη 2 δείχνεται η πυκνότητα μόνιμου πληθυσμού ανά οικοδομικό τετράγωνο.

Χάρτης 2: Κατανομή μόνιμου πληθυσμού ανά οικοδομικό τετράγωνο στο Δ.  
Καλλιθέας



Στην Καλλιθέα εδρεύουν δύο πανεπιστήμια, το Πάντειο Πανεπιστήμιο και το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο καθώς και η ιστορική Σιβιτανίδειος Δημόσια Σχολή Τεχνών και Επαγγελμαμάτων. Στο δήμο υπάρχουν 11 παιδικοί δημοτικοί σταθμοί, 25 δημόσια νηπιαγωγεία, 28 δημόσια δημοτικά σχολεία, 14 δημόσια γυμνάσια, 8 δημόσια λύκεια, παράλληλα λειτουργεί και 1 εσπερινό γυμνάσιο-λύκειο και 1 ιδιωτικό. Στον παρακάτω πίνακα θα δείξουμε τα δημοτικά σχολεία, το μαθητικό δυναμικό τους για την περίοδο 2013-2014 καθώς και την διεύθυνση τους. Στην συνέχεια θα παρουσιαστεί ο χάρτης 3 με το μαθητικό δυναμικό του κάθε σχολείου.

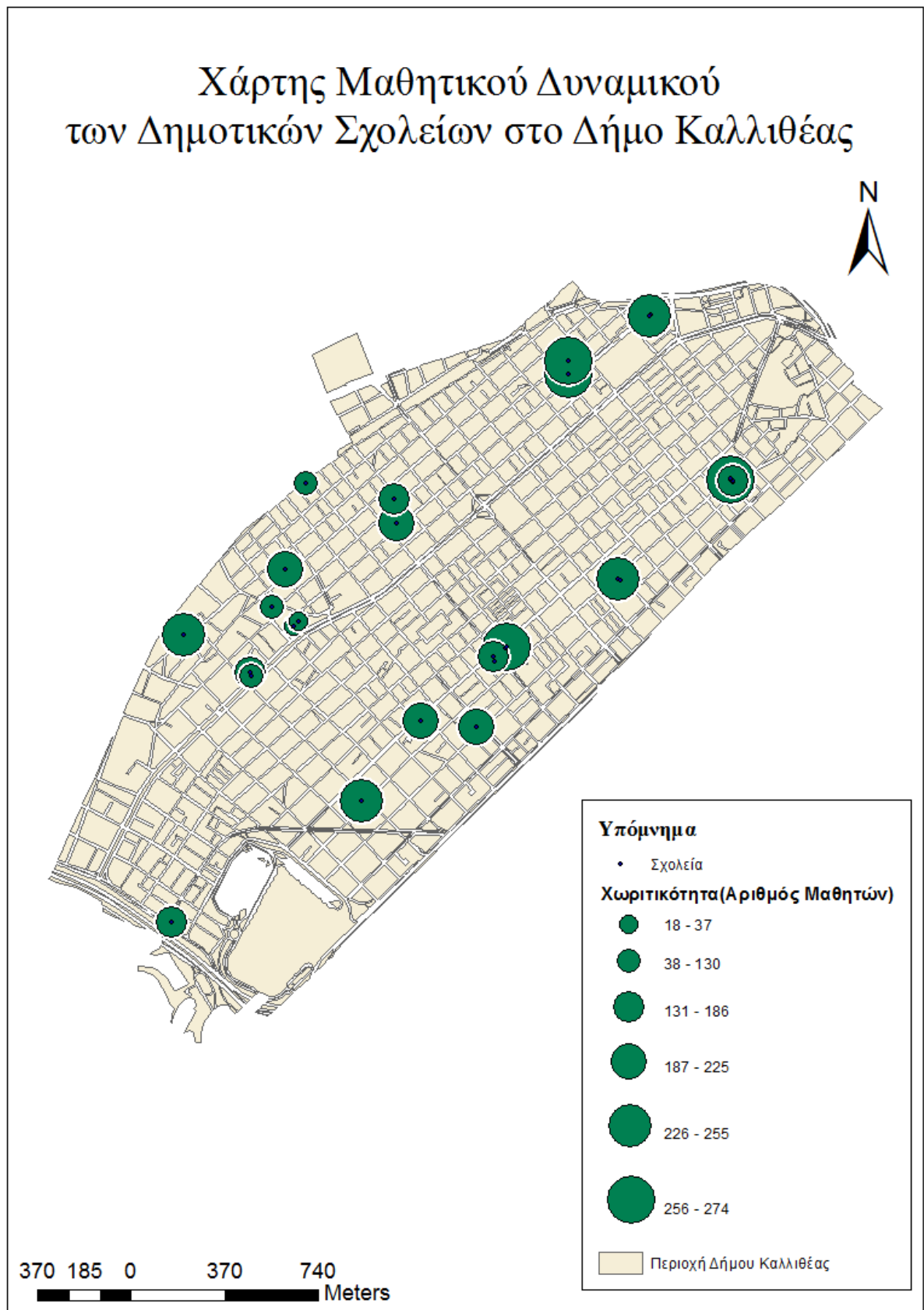
Πίνακας 2: Μαθητικό δυναμικό δημοτικών σχολείων Καλλιθέας 2013-2014

<b>Δημοτικά Σχολεία</b>	<b>Μαθητικό Δυναμικό</b>	<b>Διεύθυνση</b>
1ο Δημοτικό σχολείο	162	Σκρα 35 Δημοσθένους
1ο Ειδικό Δημοτικό σχολείο, 22ο Δημοτικό σχολείο	-*	Σαπφούς & Καλυπούς
2ο Δημοτικό σχολείο	264	Σαπφούς 50
3ο Δημοτικό σχολείο	186	Μεταμορφώσεως 25
4ο Δημοτικό σχολείο	265	Δημοσθένους 157
5ο Δημοτικό σχολείο	253	Σαπφούς και Καλυπούς
6ο Δημοτικό σχολείο	274	Ηρακλέους 19
7ο Δημοτικό σχολείο	-	Δημοσθένους & Σκρα
8ο Δημοτικό σχολείο	182	Επαμεινώνδα & Ποσειδώνος
9ο Δημοτικό σχολείο	194	Σαπφούς 138
10ο Δημοτικό σχολείο	252	Ηρακλέους & Αχιλλέως 23
11ο Δημοτικό σχολείο	153	Ηρακλέους 19
12ο Δημοτικό σχολείο	242	Λυκούργου 260 & Αργυροκάστρου
13ο Δημοτικό σχολείο	161	Φορνεζή 31
14ο Δημοτικό σχολείο	130	Ιατρίδου 141
15ο Δημοτικό σχολείο	225	Σπάρτης 19-27 &

		Σωκράτους
16ο Δημοτικό σχολείο	-	Ηρακλέους 19
17ο Δημοτικό σχολείο	262	Λασκαρίδου 37
18ο Δημοτικό σχολείο	-	Ηρακλέους 19
20ο Δημοτικό σχολείο	101	Μεγαλουπόλεως 19 & Ζερβού
21ο Δημοτικό σχολείο	255	Ηρακλέους 91-95
23ο Δημοτικό σχολείο	201	Δημοσθένους 211-217
25ο Δημοτικό σχολείο	-	Δημοσθένους & Μπουρνόζου
26ο Δημοτικό σχολείο	212	Αγ. Ελεούσας 28 & Κρέμου 186
27ο Δημοτικό σχολείο	107	Μεταμορφώσεως 25
29ο Δημοτικό σχολείο	-	Ιφιγενείας & Ηρακλέους
Δημοτικό σχολείο τυφλών (Κ,Ε,Α,Τ,) ειδικό	37	Ελ Βενιζέλου 210
Ειδικό Δημοτικό σχολείο τυφλοκωφών	18	Ελ Βενιζέλου 210

\* Δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία.

Χάρτης 3: Κατανομή μαθητών στα δημοτικά σχολεία Καλλιθέας 2013-2014



Με μία πρώτη ματιά βλέπουμε ότι τα σχολεία που τους περισσότερους μαθητές βρίσκονται και στις περιοχές με την μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού πράγμα που είναι απολύτως φυσιολογικό. Αντίθετα παρατηρούμε το γεγονός ότι σχολεία με μικρότερο αριθμό μαθητών βρίσκονται σε περιοχές με λιγότερο πληθυσμό το οποίο συσχετίζεται με την παραπάνω διαπίστωση.

Τα σχολεία με αριθμό μαθητών 18 έως 37 είναι μόνο δύο. Τα σχολεία με αριθμό μαθητών 38 έως 130 είναι τρία. Τα σχολεία με αριθμό μαθητών 131 έως 186 είναι πέντε στον αριθμό. Τα σχολεία με αριθμό μαθητών 187 έως 225 είναι τέσσερα. Τα σχολεία με αριθμό μαθητών 226 έως 255 είναι τέσσερα. Τέλος τα σχολεία με αριθμό μαθητών 256 έως 274 είναι και αυτά τέσσερα. Παρατηρούμε πως όλες οι κλάσεις μεταξύ τους είναι σχεδόν ομοιόμορφες(με την έννοια πως στο σύνολο των κλάσεων ο αριθμός των σχολείων κυμαίνεται από 3 έως 5) εκτός από την πρώτη το οποίο οφείλεται στην μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού που έχει η Καλλιθέα.

## Κεφάλαιο 3 Εφαρμογή μεθόδων και αποτελέσματα

### 3.1 Τεχνική Δημιουργίας Πολυγώνων Thiessen (Voronoi diagrams)

Όπως έχουμε αναφέρει και πιο πάνω η μέθοδος δημιουργίας πολυγώνων Thiessen είναι μια μέθοδος υποδιαίρεσης του χώρου σε τομείς γύρω από συγκεκριμένες σημειακές θέσεις. Τα πολύγωνα Thiessen δημιουργούνται σχεδιάζοντας αρχικά τα ευθύγραμμα τμήματα μεταξύ ζευγών γειτονικών θέσεων. Κατόπιν χαράσσονται οι μεσοκάθετοι σε αυτά τα τμήματα οι οποίες και αποτελούν τα όρια των πολυγώνων Thiessen. Έτσι κάθε θέση εντός της περιοχής του πολυγώνου είναι ανεξάρτητη από την απόσταση των σημείων.

Στην περίπτωση μας τα πολύγωνα Thiessen βασίζονται την υπόθεση ότι τα σχολεία προσελκύουν μαθητές όχι μόνο από ένα οικοδομικό τετράγωνο αλλά από περισσότερα και ότι τα οικοδομικά τετράγωνα προσφέρουν μαθητές στο σχολείο.

Ένα πολύγωνο Thiessen κατασκευάστηκε γύρω από την σημειακή θέση κάθε δημοτικού σχολείου για να ορίσει το όριο ευθύνης για κάθε ένα σχολείο. Έτσι είναι πολύ πιθανό οι μαθητές που αντιστοιχούν σε ένα πολύγωνο Thiessen να πάνε στο κοντινότερο σχολείο που βρίσκεται μέσα στο πολύγωνο Thiessen. Ο παρακάτω χάρτης 4 μας δείχνει τα πολύγωνα Thiessen γύρω από τα σχολεία στο δήμο Καλλιθέας. Η ανάλυση των πολυγώνων Thiessen μας δείχνει πως στις βόρειες και νότιες περιοχές του δήμου τα πολύγωνα Thiessen και κατά συνέπεια τα όρια ευθύνης των αντίστοιχων δημοτικών σχολείων είναι μεγαλύτερα απ' ότι στις δυτικές και ανατολικές περιοχές.

Στην συνέχεια δημιουργήθηκαν τα κεντροειδή σημεία των οικοδομικών τετραγώνων έτσι ώστε να βρούμε τον συνολικό πληθυσμό που αντιστοιχεί σε κάθε όριο ευθύνης των δημοτικών σχολείων. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε το ακριβή αριθμό του



πληθυσμού ενός ορίου ευθύνης που θα παρακολουθήσει το δημοτικό σχολείο στην περιοχή ευθύνης του. Παράλληλα μπορούμε να βρούμε το εμβαδό κάθε ορίου ευθύνης και να το συγκρίνουμε με το συνολικό εμβαδό του δήμου(βλέπε παρακάτω πίνακα 3).

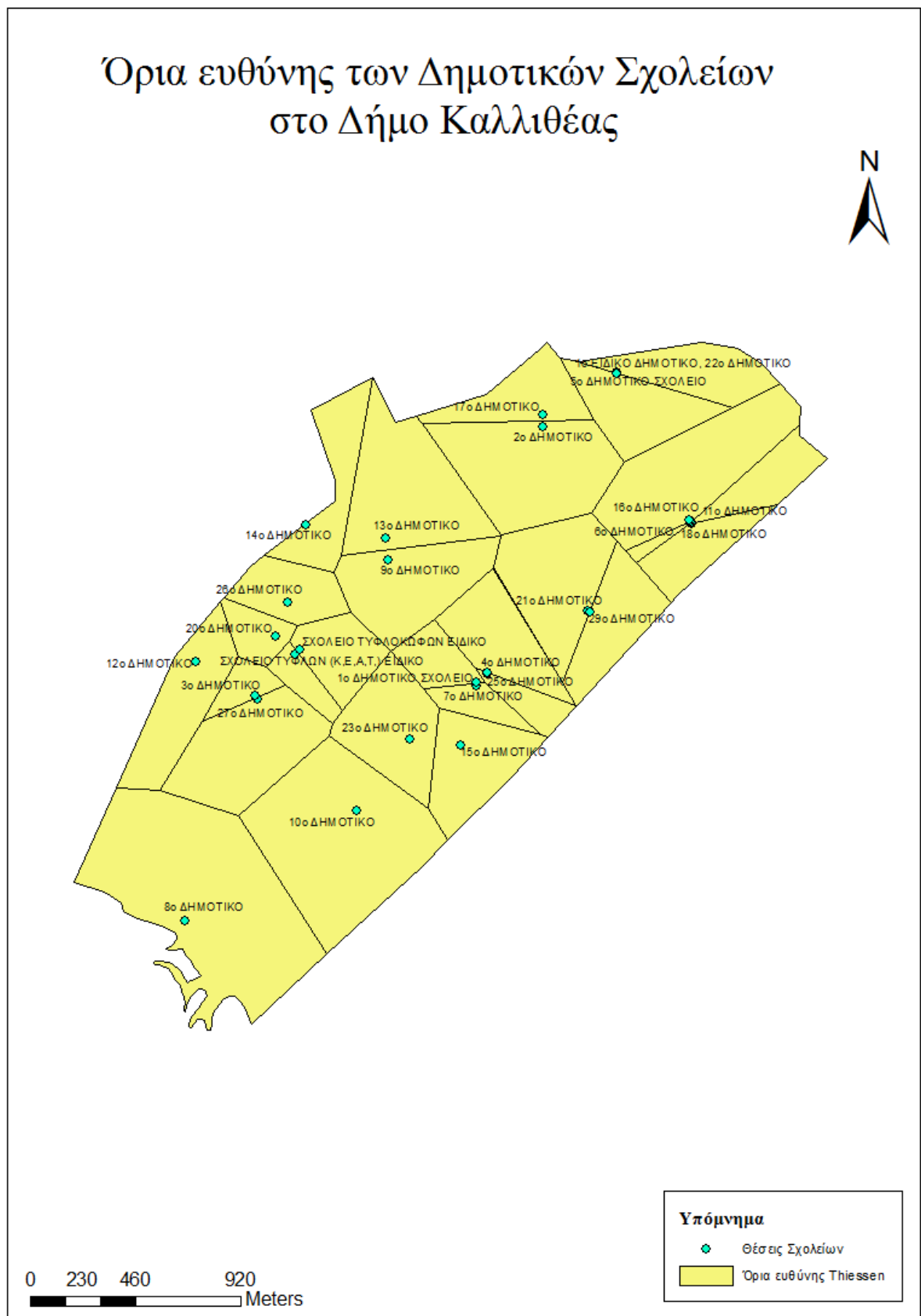
Πιο αναλυτικά παρακάτω θα δείξουμε τα βήματα τα οποία έγιναν μέσω του λογισμικού των ΓΣΠ για την κατασκευή των ορίων ευθύνης μέσω των πολυγώνων Thiessen. Ανοίγοντας την εφαρμογή Arcmap εισάγουμε τα αρχεία (shapefiles) με τα εξής δεδομένα: την θέση των σχολείων, τα όρια του δήμου Καλλιθέας, το υπόβαθρο του δήμου καλλιθέας (Οικοδομικά τετράγωνα, άξονες).

Στην συνέχεια πρέπει να γίνει σύνδεση του αρχείου excel όπου περιέχει τον μόνιμο πληθυσμό ανά οικοδομικό τετράγωνο(ΟΤ) με το shapefile Kallithea\_OT που περιέχει τα οικοδομικά τετράγωνα έτσι ώστε κάθε οικοδομικό τετράγωνο να συσχετιστεί με τον αντίστοιχο πληθυσμό του αναλόγως την αρίθμηση(esyecode) που έχει κάθε ΟΤ. Κάνοντας δεξιά κλικ στο Kallithea\_OT→Join & Relates→Join επιλέγουμε α)την στήλη που έχουμε δημιουργήσει στο πίνακα περιγραφών (Open attribute table) όπου θα βασιστεί η σύνδεση, β) τον πίνακα που θα συσχετιστεί με αυτό layer και γ) την στήλη στον πίνακα όπου θα βασιστεί η σύνδεση. Με αυτόν τον τρόπο αντιστοιχίστηκε ο πληθυσμός σε κάθε ΟΤ.

Ανοίγοντας την εφαρμογή ArcToolbox πλοηγούμαστε στα Analysis Tools→Proximity→Create Thiessen Polygons όπου στο Input features επιλέγουμε τα σχολεία από τα οποία θα δημιουργηθούν τα πολύγωνα Thiessen και στο Output Feature Class ονομάζουμε το layer που θα δημιουργηθεί και πού θέλουμε να αποθηκευτεί. Παράλληλα από την επιλογή Environments→Processing Extent→Extent→επιλέγουμε same layer as dhmos\_Kallithea προκειμένου τα πολύγωνα Thiessen να δημιουργηθούν μέσα στην περιοχή μελέτης που θέλουμε. Προκειμένου να βρούμε τα κεντροειδή σημεία των οικοδομικών τετραγώνων

ακολουθούμε την εξής διαδικασία: Πλοηγούμαστε(εφαρμογή ArcToolbox) στα Data Management Tools→Features→Feature to point που στο Input features επιλέγουμε το layer με τα οικοδομικά τετράγωνα και στο Output Feature Class ονομάζουμε το layer που θα δημιουργηθεί και πού θέλουμε να αποθηκευτεί.

Χάρτης 4: Όρια ευθύνης δημοτικών σχολείων Δ. Καλλιθέας με την μέθοδο Thiessen Polygons



Πίνακας 3: Πληθυσμός ορίου ευθύνης και εμβαδό ορίου ευθύνης

Όρια Ευθύνης Δημοτικών Σχολείων Καλλιθέας	A: Μαθητικό Δυναμικό	B: Πληθυσμός Ορίου ευθύνης	Γ: % επί του συνολικού μαθητικού δυναμικού Καλλιθέας	Δ: Ποσοστό Πληθυσμού που θα πάει στο σχολείο	E: Εμβαδό ορίου ευθύνης	Z: %επί του συνολικού εμβαδού Καλλιθέας
1ο Δημοτικό σχολείο	162	2454	3,92%	2,40	6592185	1,43%
1ο Ειδικό Δημοτικό σχολείο, 22ο Δημοτικό σχολείο	0	2326	0,00%	2,27	13183050	2,85%
2ο Δημοτικό σχολείο	264	9271	6,38%	9,05	29377710	6,35%
3ο Δημοτικό σχολείο	186	1007	4,50%	0,98	4205411	0,91%
4ο Δημοτικό σχολείο	265	5025	6,41%	4,91	15240710	3,29%
5ο Δημοτικό σχολείο	253	3795	6,12%	3,71	14706870	3,18%
6ο Δημοτικό σχολείο	274	783	6,62%	0,76	1163448	0,25%
7ο Δημοτικό σχολείο	0	1610	0,00%	1,57	4783650	1,03%
8ο Δημοτικό σχολείο	182	4501	4,40%	4,40	60447920	13,07%
9ο Δημοτικό σχολείο	194	6869	4,69%	6,71	20769150	4,49%
10ο Δημοτικό σχολείο	252	5677	6,09%	5,54	45624060	9,86%
11ο Δημοτικό σχολείο	153	879	3,70%	0,86	8960222	1,94%
12ο Δημοτικό σχολείο	242	2722	5,85%	2,66	17191110	3,72%
13ο Δημοτικό σχολείο	161	6625	3,89%	6,47	27496580	5,94%
14ο Δημοτικό	130	2062	3,14%	2,01	13724750	2,97%

σχολείο						
15ο Δημοτικό σχολείο	225	2732	5,44%	2,67	16075340	3,48%
16ο Δημοτικό σχολείο	0	7635	0,00%	7,46	28682410	6,20%
17ο Δημοτικό σχολείο	262	2633	6,33%	2,57	12098620	2,62%
18ο Δημοτικό σχολείο	0	2575	0,00%	2,51	9500113	2,05%
20ο Δημοτικό σχολείο	101	1093	2,44%	1,07	5521054	1,19%
21ο Δημοτικό σχολείο	255	7819	6,17%	7,64	21950400	4,75%
23ο Δημοτικό σχολείο	201	6472	4,86%	6,32	18030610	3,90%
25ο Δημοτικό σχολείο	0	1546	0,00%	1,51	4597354	0,99%
26ο Δημοτικό σχολείο	212	2835	5,13%	2,77	10542045	2,28%
27ο Δημοτικό σχολείο	107	3979	2,59%	3,89	23422500	5,06%
29ο Δημοτικό σχολείο	0	2772	0,00%	2,71	14081100	3,04%
Ειδικό Δημοτικό σχολείο τυφλοκωφών	18	2973	0,44%	2,90	10352540	2,24%
Ειδικό Δημοτικό σχολείο τυφλών (Κ,Ε,Α,Τ,)	37	1721	0,89%	1,68	4243193	0,92%
Σύνολο	4136	102391	1	100	462564105	100,00%

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ο πληθυσμός για κάθε ένα όριο ευθύνης δημοτικού σχολείου καθώς επίσης το ποσοστό του πληθυσμού το οποίο δύναται να πάει στο δημοτικό σχολείο που βρίσκεται μέσα στο όριο ευθύνης του πολυγώνου Thiessen. Παράλληλα βλέπουμε το εμβαδό κάθε ορίου ευθύνης και πόσο τοις εκατό αντιστοιχεί στον συνολικό εμβαδό της Καλλιθέας.

Ο πληθυσμός ενός ορίου ευθύνης συσχετίζεται άμεσα με το εμβαδό καθώς όσο μεγαλύτερος είναι ο πληθυσμός τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το εμβαδό. Υπάρχει μία εξαίρεση στο όριο ευθύνης του 8<sup>ου</sup> δημοτικού σχολείου καθώς το εμβαδό είναι μεγαλύτερο κατά πολύ από τον πληθυσμό διότι η συγκεκριμένη περιοχή ευθύνης δεν έχει μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού.

Επίσης παρατηρούμε το μαθητικό δυναμικό κάθε δημοτικού σχολείου και πόσους μαθητές έχει κάθε σχολείο –κατά συνέπεια η σχολική περιοχή ευθύνης- στο σύνολο του μαθητικού δυναμικού των δημοτικών σχολείων της Καλλιθέας.

### **3.2 Τεχνική Χωροθέτησης-Κατανομής(Location-Allocation)**

Η μέθοδος Location-Allocation είναι μία αναλυτική λειτουργία του Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΣΠ) και αποτελεί μέρος της ανάλυσης δικτύου των ΓΣΠ. Ένα δίκτυο είναι ένα σύνολο από διασυνδεδεμένες γραμμικές χωρικές οντότητες οι οποίες δομούν ένα ενιαίο πλαίσιο. Τα δίκτυα χρησιμοποιούνται για την περιγραφή μετακινήσεων πόρων από μία θέση σε μια άλλη.

Εκτός από την Location-Allocation η ανάλυση δικτύου παρέχει τις παρακάτω δυνατότητες ανάλυσης δικτύων όπως είναι:

- ✓ οι προβλέψεις σε περιπτώσεις αυξημένης δραστηριότητας στο δίκτυο(routing),
- ✓ η εύρεση βέλτιστων διαδρομών(fleet routing, travel directions) και

- ✓ οι εφαρμογές κατανομής πόρων (closest facility, service area).

Χρησιμοποιώντας την ανάλυση δικτύου μπορούμε να δημιουργήσουμε μια δυναμική αναπαράσταση πραγματικών συνθηκών δικτύου όπου θα περιλαμβάνονται: δρόμοι μονής κυκλοφορίας, περιορισμοί όπως μέγιστο ύψος οχημάτων και τα όρια ταχύτητας που θα καθορίζονται με βάση την κυκλοφοριακή κίνηση.

Μέσω της ανάλυσης δικτύου μπορούμε να δημιουργήσουμε δίκτυα που μας παρέχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Η εύρεση συντομότερων διαδρομών.
- Η δημιουργία πιο οικονομικών και αποδοτικών διαδρομών για ένα στόλο οχημάτων
- Η αναζήτηση εγγύτερου γείτονα.
- Η αναζήτηση βέλτιστης τοποθεσίας για ένα σημείο μέσω της μεθόδου Location-Allocation.
- Η δημιουργία περιοχών εξυπηρέτησης με βάση το κριτήριο της απόστασης ή του χρόνου.
- Η δημιουργία και η αξιολόγηση ενός δικτύου όσον αφορά το κόστος και την αποδοτικότητα του.

Στην περίπτωση μας η μέθοδος location-allocation χρησιμοποιείται έτσι ώστε να βρούμε ποιο σχολείο είναι το κοντινότερο στον μαθητή έτσι ώστε να μειωθεί η απόσταση(με βάση το οδικό δίκτυο) που διανύει ο μαθητής από το σπίτι στο σχολείο. Η μέθοδος location-allocation μας βοηθάει να μειώσουμε το κόστος(στην περίπτωση μας τον χρόνο) και να αυξήσουμε την προσβασιμότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τα σχολεία(προσφορά) που παρέχουν υπηρεσίες και τα κεντροειδή σημεία των οικοδομικών τετραγώνων τα οποία περιέχουν τους μαθητές(ζήτηση) οι οποίοι θέλουν να κάνουν χρήση αυτών των υπηρεσιών ο σκοπός της location-allocation είναι να κατανείμει τα σχολεία με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε οι μαθητές να διανύουν την μικρότερη δυνατή απόσταση.

Έτσι πιο συγκεκριμένα δημιουργήσαμε ένα νέο δίκτυο(New Network Dataset) με βάση οδικό δίκτυο του δήμου Καλλιθέας. Στη συνέχεια μέσω του εργαλείου Network Analyst του ArcMap εφαρμόσαμε την μέθοδο location-allocation όπου χρησιμοποιήθηκαν οι θέσεις των σχολείων(Facilities) και τα κεντροειδή σημεία των οικοδομικών τετραγώνων(Demand Points). Το αποτέλεσμα της μεθόδου φαίνεται στον παρακάτω χάρτη 5. Επίσης με την ίδια διαδικασία μέσω του εργαλείου Network Analyst του ArcMap δημιουργήθηκαν οι χάρτες όπου απεικονίζονται οι περιοχές εξυπηρέτησης των σχολείων προς τους μαθητές (service area)(χάρτης 6) και οι διαδρομές των μαθητών προς το κοντινότερο σχολείο σε αυτούς (closest facility) (χάρτης 7).

Πιο αναλυτικά παρουσιάζονται τα βήματα τα οποία έγιναν μέσω του λογισμικού των ΓΣΠ για την κατασκευή των ορίων ευθύνης μέσω της εφαρμογής location-allocation. Ανοίγοντας την εφαρμογή Arcmap →catalog window→ Right-click the Kallithea\_Ajones shapefile →new network dataset. Με αυτόν τον τρόπο χτίζουμε το δίκτυο μας βάση των οδικών αξόνων. Στην συνέχεια έχοντας ενεργοποιήσει την Network Analyst Extension από tools menu→ click Extensions→ click Network Analyst→close the dialog εμφανίζουμε την εργαλειοθήκη Network Analyst ακολουθώντας την εξής διαδρομή: click View→ point to Toolbars→click Network Analyst. εμφανίζουμε το Network Analyst Window πατώντας το κουμπί Network Analyst Window στην εργαλειοθήκη Network Analyst.

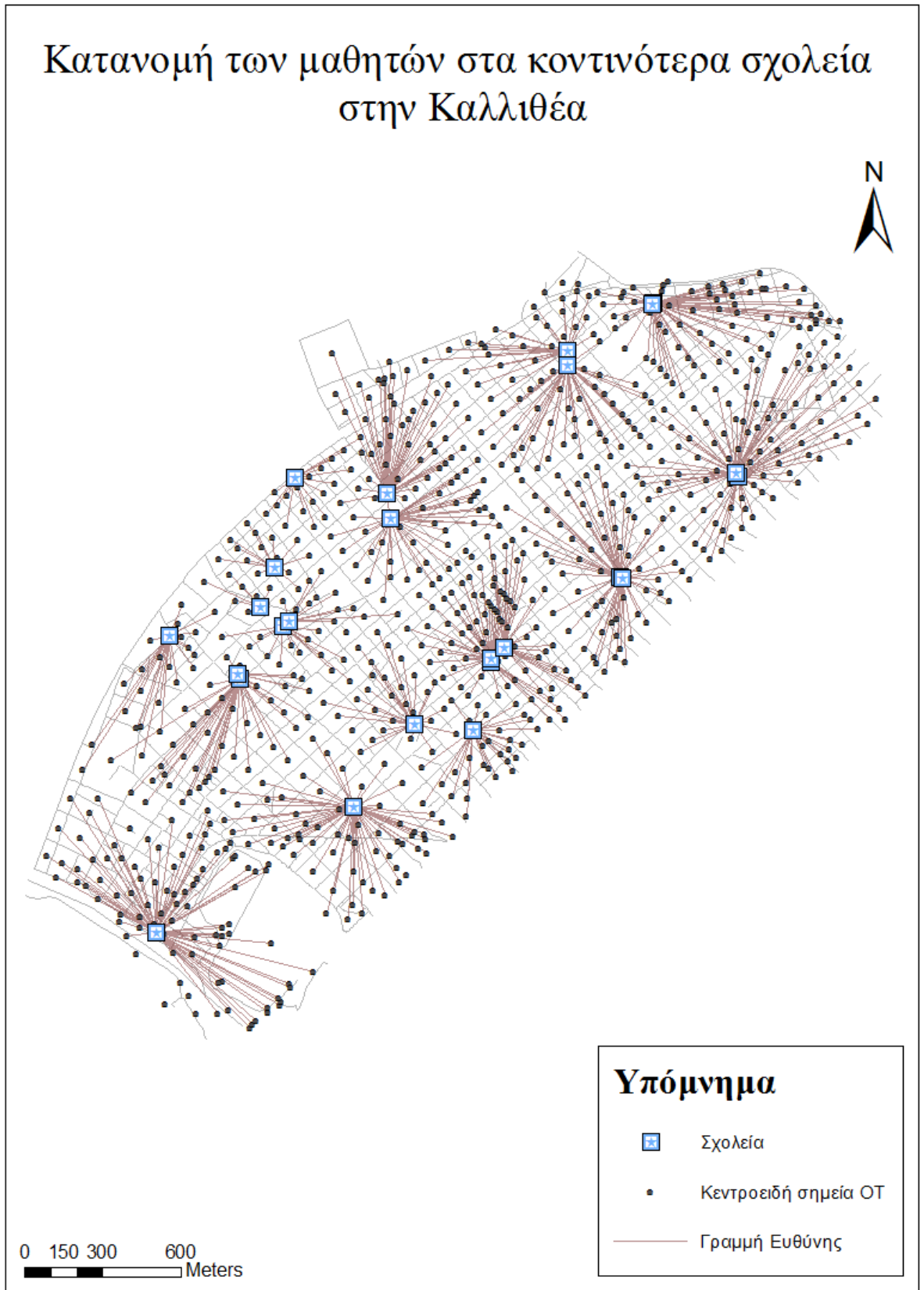
Στο Network Analyst toolbar, κάνουμε κλικ στο Network Analyst drop-down menu και επιλέγουμε New Location-Allocation. Το Network Analyst Window περιλαμβάνει μια άδεια λίστα με Facilities, Demands Points και lines. Επιπλέον ο πίνακας περιγραφών περιέχει ένα νέο layer New Location-Allocation (group). Στη συνέχεια κάνοντας δεξί κλικ στο



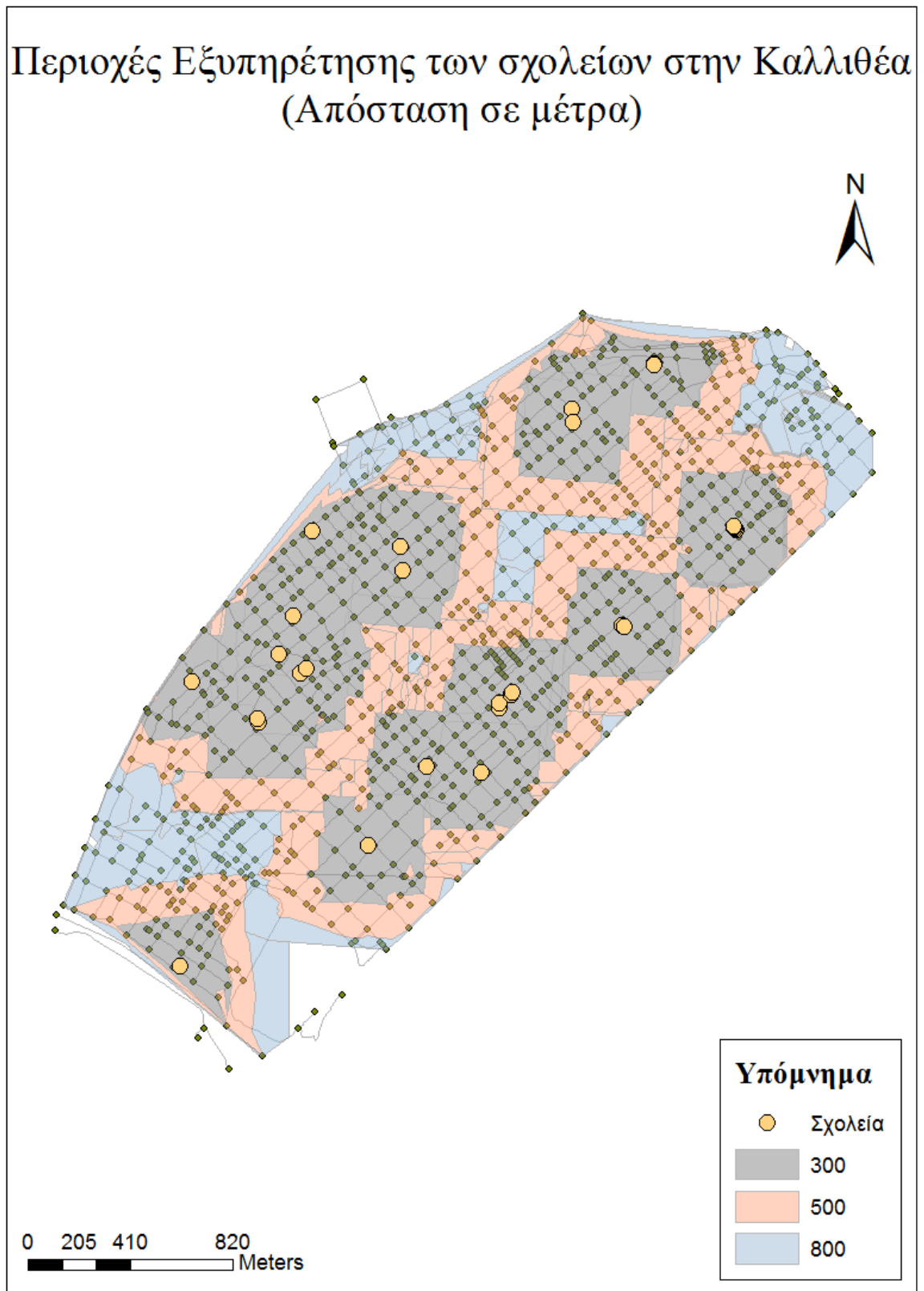
Facilities στο Network Analyst Window κάνουμε κλικ στο load locations όπου επιλέγουμε τα σχολεία και στο demand points επιλέγουμε τα κεντροειδή σημεία των οικοδομικών τετραγώνων. Στο τέλος πατώντας το Solve button στην εργαλειοθήκη Network Analyst δημιουργείται η κατανομή των μαθητών στα κοντινότερα σχολεία.

Με τον ίδιο τρόπο δημιουργούνται οι χάρτες όπου απεικονίζονται οι περιοχές εξυπηρέτησης (service area) των σχολείων προς τους μαθητές (όπου στο Facilities βάζουμε τα σχολεία) και οι διαδρομές των μαθητών προς το κοντινότερο σχολείο σε αυτούς (closest facility)(όπου στο Facilities βάζουμε τα σχολεία, στο Incidents βάζουμε τα κεντροειδή σημεία).

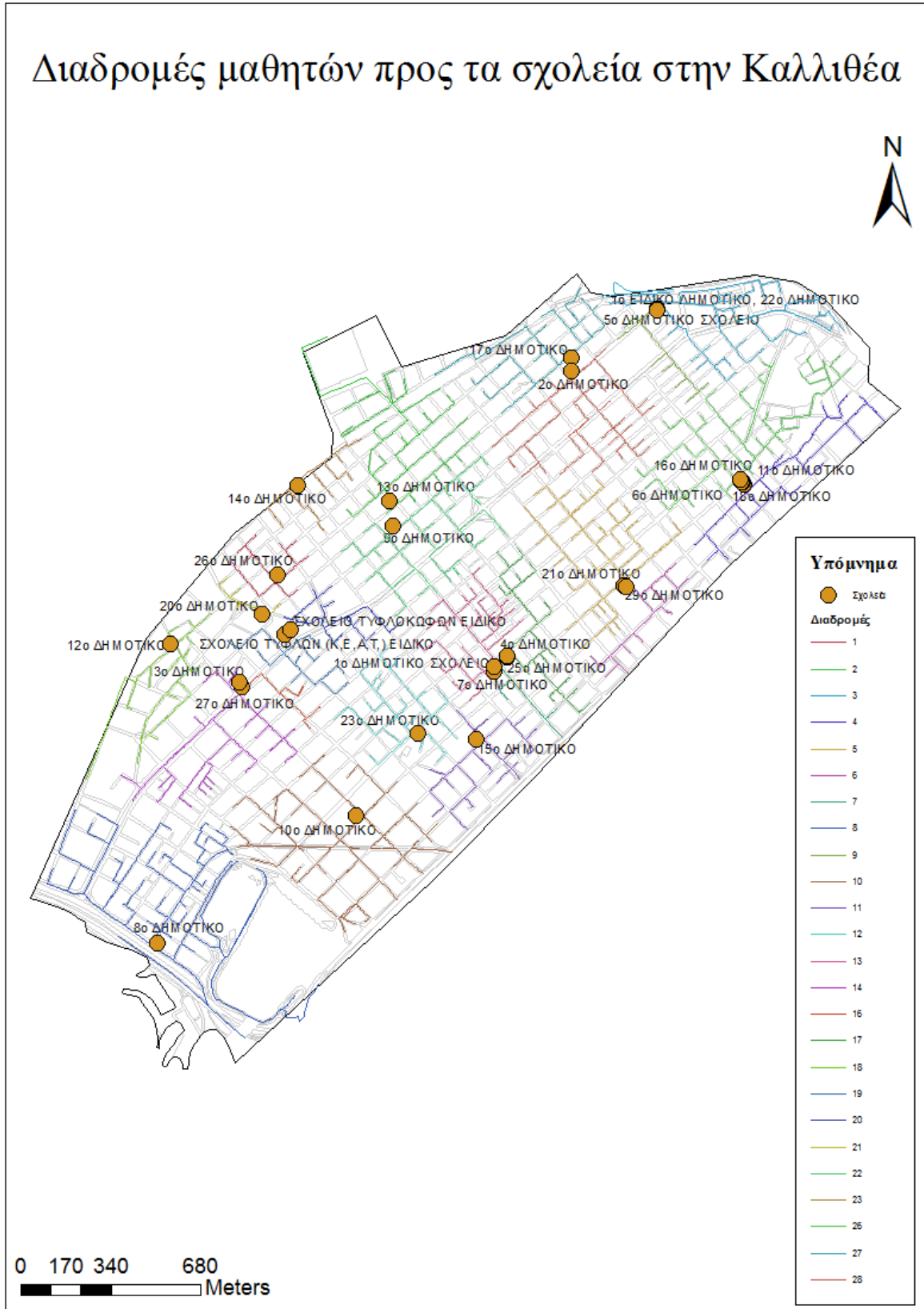
Χάρτης 5: Κατανομή μαθητών στα κοντινότερα σχολεία στο Δ. Καλλιθέας



Χάρτης 6: Περιοχές εξυπηρέτησης των σχολείων προς τους μαθητές στο Δ.  
Καλλιθέας



Χάρτης 7: Διαδρομές των μαθητών προς το κοντινότερο σχολείο στο Δ.  
Καλλιθέας



## Κεφάλαιο 4 Σύγκριση Μεθόδων

Ένα ζήτημα που δεν επιλύει η μέθοδος δημιουργίας πολυγώνων Thiessen είναι ότι οι σχολικές περιοχές ευθύνης δεν σχετίζονται με το μέγεθος των σχολείων όπως αυτά καθορίζονται από τον αριθμό των μαθητών. Έτσι παρατηρούμε το γεγονός μεγαλύτερα σχολεία να έχουν μεγαλύτερα όρια ευθύνης από γειτονικά σχολεία και αυτό δεν είναι ικανοποιητικό έτσι ώστε να βασιστούμε μόνο στην χωρική κατανομή των σχολείων στην περιοχή.

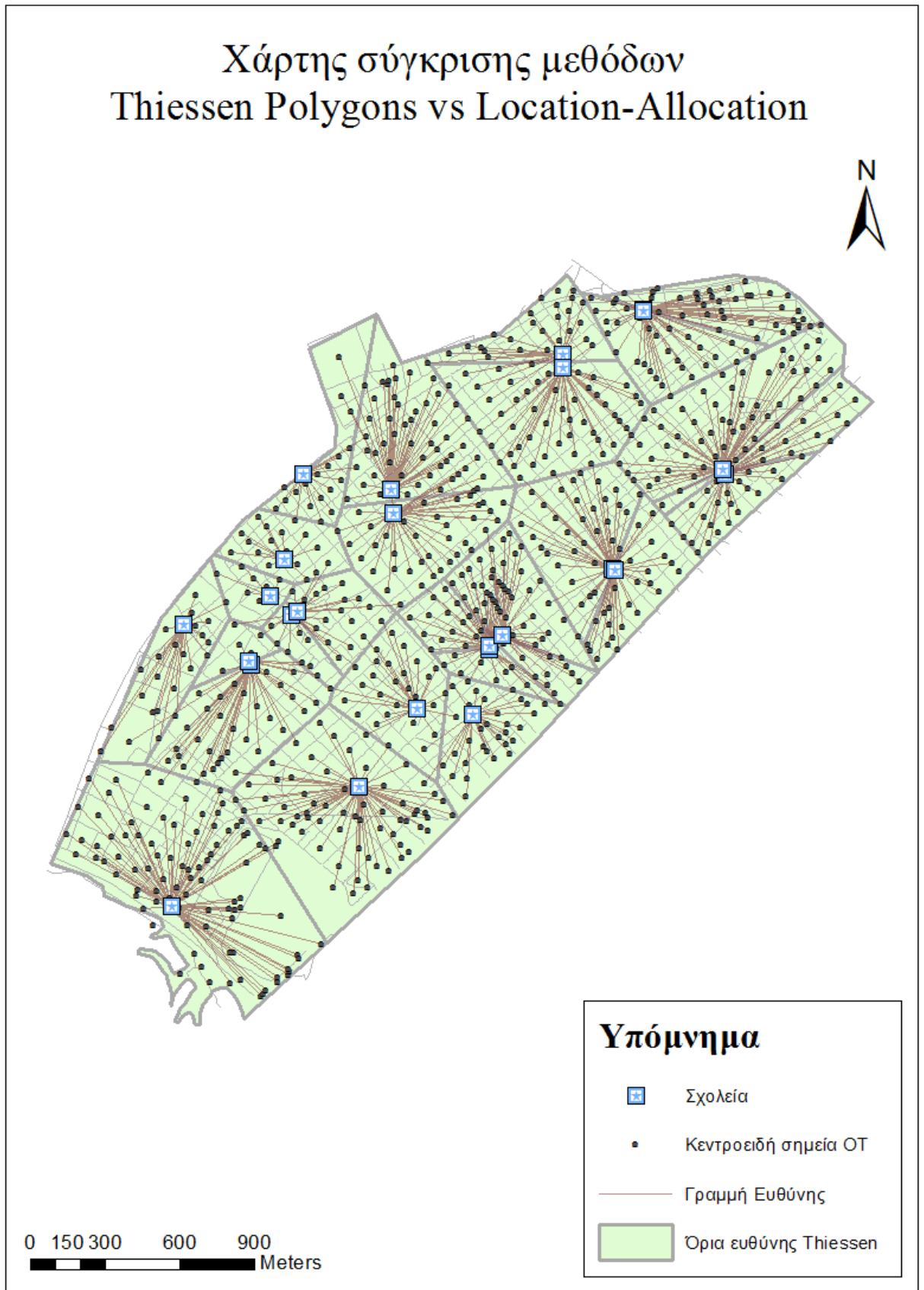
Αντίθετα η μέθοδος χωροθέτησης-κατανομής(location-allocation) λαμβάνει υπόψη την απόσταση(με βάση το οδικό δίκτυο) που πρέπει να διανύσουν τα παιδιά από το σπίτι προς το σχολείο και ποιο είναι το μαθητικό δυναμικό του σχολείου(χωρητικότητα).

Συγκρίνοντας τις δύο μεθόδους η μέθοδος χωροθέτησης-κατανομής(location-allocation) είναι καλύτερη από την γεωμετρική προσέγγιση των πολυγώνων Thiessen. Δεν αντιμετωπίζει το θέμα της κατανομής των σχολείων με γεωμετρικό τρόπο αλλά θεωρεί πως αποτελεί αντικείμενο της προσφοράς και της ζήτησης. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν μας φανερώνουν πως η δημιουργία ορίων ευθύνης είναι πιο σύνθετο και περίπλοκο ζήτημα απ' ότι φαίνεται και δεν θα πρέπει να αποτελεί απλώς ένα πρόβλημα διαμοιρασμού του χώρου γύρω από τα σχολεία.

Επίσης όπως φαίνεται στον παρακάτω χάρτη είναι ιδιαίτερα σημαντικό το γεγονός ότι στην περίπτωση του δήμου Καλλιθέας και οι δύο τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν εμφάνισαν σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα. Και στις δύο περιπτώσεις τα όρια ευθύνης γύρω από τα δημοτικά σχολεία που δημιουργήθηκαν εμφανίζουν μεγάλες ομοιότητες ως προς την περιοχή ευθύνης που καλύπτει κάθε δημοτικό σχολείο. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού που παρατηρείται στο δήμο και ιδιαίτερα στις κεντρικές

περιοχές καθώς επίσης και στη μικρή έκταση του δήμου Καλλιθέας.

Χάρτης 8: Σύγκριση Μεθόδων Thiessen Polygons με Location-Allocation



## Σύνοψη

Στην παρούσα εργασία ορίσαμε τι είναι τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών και πως μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε στον σχολικό προγραμματισμό. Δόθηκε ο ορισμός του ορίου ευθύνης και τι αντιπροσωπεύει. Αναφερθήκαμε στην ισχύον διαδικασία οριοθέτησης των σχολικών περιοχών ευθύνης βάση του νομοθετικού πλαισίου που την διέπει. Έγινε μια ανασκόπηση των τεχνικών οριοθέτησης των σχολικών ορίων ευθύνης. Στην συνέχεια υπολογίσαμε τα όρια ευθύνης των δημοτικών σχολείων του Δ. Καλλιθέας μέσω της εφαρμογής δύο τεχνικών (Thiessen Polygons και location-allocation) που μας παρέχουν τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.

Συνοψίζοντας μπορούμε να τονίσουμε πως η συμβολή των ΓΣΠ είναι πολύ σημαντική στους αρμοδίους χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής όσον αφορά την παρουσίαση και διαχείριση δεδομένων. Η δημιουργία χαρτών από δεδομένα οποιασδήποτε μορφής μας παρέχει την πληροφορία όχι μόνο τα προβλήματα που μπορεί να υπάρχουν αλλά επίσης γιατί αυτά τα προβλήματα υπάρχουν. Οι πάρα πολλές πηγές δεδομένων σήμερα μας δίνουν την μοναδική ευκαιρία να εξετάσουμε την σύνθεση των πόλεων μας και να αναπτύξουμε-βελτιώσουμε το σχεδιασμό του εκπαιδευτικού συστήματος. Παρόλο που είναι αποδεδειγμένο η σπουδαιότητα των ΓΣΠ μέσω της σχεδίασης χαρτών, αυτό το εργαλείο δεν είναι πανάκεια προκειμένου να απαντηθούν όλες οι πολιτικές λήψης αποφάσεων.



## Βιβλιογραφία

- Armstrong, M.P., Lolonis, P. and HONEY, R. (1993). 'A Spatial Decision Support System for school redistricting', *URISA Journal*, 5, 1, 40-52
- Clarke, G. and Langley, R. (1996). 'A review of the potential of GIS and spatial modelling for planning in the new education market', *Environment and Planning C*, 14, 301-323
- Cripps, E. and Pate, S. (1991). 'Using GIS to target Cumbria's resources', *Planning Outlook*, 34, 1, 43-9.
- Elis-Williams, D.G. (1987). 'The effect of spatial population distribution on the cost of delivering local services', *Journal of the Royal Statistical Society (A)*, 150, 2, 152-66.
- Garner, C.L., Gittings, B. M & Tolgu, K.E.A. (1990), *Monitoring the Social and Spatial Impact of Educational Reform: a Geographical Information System Approach*, Working Paper No. 9, Regional Research Laboratory for Scotland.
- Higgs G., Webster C.J. & White S.D., (1997), *The use of geographical information systems in assessing spatial and socioeconomic impacts of parental choice*, *Research Papers in Education*, 12:1, 27-48
- Harris, R. Johnston, S. Burgess, D. Wilson, (2007), *Modelling school catchments for segregation studies*, *The Centre For Market And Public Organisation*, Bristol Institute of Public Affairs, University of Bristol, England
- Heywood I., Cornelius S, Carver S. (2006), *An Introduction to Geographical Information Systems*, 3rd edn., London: Pearson.
- Jenkins J. and Walker, J.R. (1985). 'School roll forecasting'. In: ENGLAND, J.R. (Ed) *Information Systems for Policy Planning in Local Government*. Harlow: Longman
- Langley, R-J., (1997) *The use and development of geographical information systems (GIS) and spatial modelling for educational planning*, PhD thesis, University of Leeds.

- Longley P., Goodchild M.F., Maguire D.J. and Rhind D.W. (2010), *Συστήματα & Επιστήμη Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS)*” (2/e). Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2010
- Noreisch, K., (2007), School catchment area evasion: the case of Berlin, Germany, *Journal of Education Policy*, 22:1, 69-90
- Pacione, M. (1989). 'Access to urban services — the case of secondary schools in Glasgow', *Scottish Geographical Magazine*, 105, 1, 12-18
- Parsons, E., Chalkley, B., & Jones, A., (2000), *School Catchments and Pupil Movements: A case study in parental choice*, *Educational Studies*, 26:1, 33-48
- Pearce, J. (2000), *Techniques for defining school catchment areas for comparison with census data. Computers, Environment and Urban Systems*, 24, 283–303.
- Sammons, P., Thomas, S., Mortimore, P., Owen, C. and Pennell, H. (1994), *Assessing School Effectiveness. International School Effectiveness and Improvement Centre, Institute of Education, University of London.*
- Singleton, A.D., Longley, P.A., Allen, R., O'Brien, O. (2011), *Estimating secondary school catchment areas and the spatial equity of access, Computers, Environment and Urban Systems*, 35 (3), pp. 241-249.
- Thomas, R.W. (1987), *'Developments in mathematical programming models and their impact on the spatial allocation of educational resources'*, *Progress in Human Geography*, 11, 207
- Vann, P. (1995), 'Using GIS to inform decisions about schools,' BURISA (British Urban and Regional Information Systems Association), *Newsletter*, 118, 2-5.
- Π.Δ.201/13-7-1998: Οργάνωση και λειτουργία των δημοτικών σχολείων.