ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΠΜΣ "ΓΕΩΧΩΡΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ"
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

«Μοντέλα χωροθετήσεων – κατανομών για την εκπαίδευση στους ΟΤΑ: Το παράδειγμα του Δήμου Αιγάλεω»

Χριστίνα Γεωργάκη, ΑΜ: 1612

Επιβλέπων Καθηγητής: Ανδρέας Τσάτσαρης

Αθήνα, 2020

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Π.Μ.Σ.) «ΓΕΩΧΩΡΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ»

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Μοντέλα χωροθετήσεων – κατανομών για την εκπαίδευση στους ΟΤΑ: Το παράδειγμα του Δήμου Αιγάλεω»

Χριστίνα Γεωργάκη, Α.Μ.: 1612

Επιτροπή Επίβλεψης και Υποστήριξης

Ανδρέας Τσάτσαρης, Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α

Ιωάννης Κάτσιος, Αν. Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α

Ιωάννης Κιουσόπουλος, Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α

Στον Άκη και τον Χρήστο

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες ..... **v**

Συντομογραφίες ..... **vi**

Ευρετήριο Διαγραμμάτων ..... **vii**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ **1**

ABSTRACT **2**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ **4**
1.1. Θεωρητικό υπόβαθρο 4
1.2. Αντικείμενο και σκοπός της εργασίας 6
1.3. Δομή Εργασίας 6

2. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ **8**
2.1. Γενικά περί χωροθέτησης 8
2.2. Θεωρίες και μοντέλα χωροθέτησης 8

3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ **11**
3.1. Ορισμός ΣΓΠ και ιστορική αναδρομή 11
3.2. Το ΣΓΠ ως εργαλείο σχεδιασμού 13
3.2.1. Λογισμικό ΣΓΠ *13*
3.2.2. Μοντέλα απεικόνισης *15*
3.2.3. Μοντέλα χωροθέτησεων-κατανομών *18*
3.2.4. Πηγές, τρόποι και στάδια συλλογής δεδομένων *20*

4. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΟΜΩΝ **22**
4.1. Χωροθέτηση σχολικών μονάδων ως εργαλείο αναδιοργάνωσης της εκπαίδευσης 22
4.2. Παράγοντες χωροθέτησης σχολικών μονάδων 23
4.3. Κριτήρια καταλληλόλητας και επιλογής χώρου 25
4.3.1. Πολεοδομικά σταθερότυπα *25*
4.3.2. Κριτήρια καταλληλόλητας *27*
4.4. Παραδείγματα χωροθέτησης σχολικών μονάδων με μεθόδους ΣΓΠ από τη διεθνή βιβλιογραφία 31

5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ **34**
5.1. Καθορισμός του προβλήματος 34
5.2. Κριτήρια - Περιορισμοί 34

5.3. Δεδομένα 35
5.4. Επεξεργασία – οπτικοποίηση δεδομένων 36
5.5. Λήψη αποφάσεων 36

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΙΓΑΛΕΩ 37
6.1. Ταυτότητα της υπό μελέτη περιοχής 37
6.2. Κοινωνικό και οικονομικό προφίλ του Δήμου Αιγάλεω 40
6.3. Υφιστάμενη κατάσταση 47
6.4. Μαθητικό Δυναμικό 54
6.5. Βάση δεδομένων 56

7. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ 59
7.1. Υπολογισμός ταχύτητας μεταφοράς 59
7.2. Υπολογισμός χρόνου και υλοποίηση 60
7.3. Δημιουργία και επίλυση του Network Dataset 61

8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 64

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 69

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 73

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Γεωχωρικές Τεχνολογίες», στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή κ. Τσάτσαρη Ανδρέα, για την καθοδήγηση, την προθυμία του, τη βοήθειά του και την άμεση απάντησή του σε οποιαδήποτε από τις ερωτήσεις μου και τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε για την εκπόνηση της εργασίας, όσο και για τις απαραίτητες γνώσεις που μου παρείχε στα μαθήματά του.

Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω την τεχνική υπηρεσία του δήμου Αιγάλεω τόσο για την βοήθειά τους όσο και για τα δεδομένα που μου παρείχε για την εργασία και την Marathon Data που μου παρείχε την άδεια για το Network Analyst.

Ένα τεράστιο ευχαριστώ πηγαίνει στους γονείς μου που μου παρείχαν την ηθική υποστήριξη και την πίστη στις δυνατότητές μου.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους μου για τη συνεχή εμπιστοσύνη που δείχνουν στις δυνατότητές μου. Χωρίς αυτούς και τους δικούς μου ανθρώπους να με υπομένουν και να με συμβουλεύουν διαρκώς, τίποτα δεν θα είχε πραγματοποιηθεί.

Σας ευχαριστώ όλους.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΕΙ	Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
ΑΣΠΑΙΤΕ	Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής Τεχνολογικής Εκπαίδευσης
ΑΤΕΙ	Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
ΓΕΛ	Γενικό Λύκειο
ΣΓΠ	Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών
ΕΑΠ	Ελληνικό Ανοιχτό Πανεπιστήμιο
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛ.ΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΕΠΑΛ	Επαγγελματικό Λύκειο
ΕΠΑΣ	Επαγγελματική Σχολή
ΙΕΣ	Ινστιτούτο Επαγγελματικής Κατάρτισης

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1. Πρωτογενή και δευτερογενή δεδομένα.....20
Πίνακας 2: Κατευθύνσεις χωροθέτησης μονάδων Α/βάθμιας και Β/βάθμιας εκπαίδευσης.....26
Πίνακας 3. Ηλικιακή κατανομή πληθυσμού ως προς το φύλο 40
Πίνακας 4. Ηλικιακή κατανομή πληθυσμού ως προς το φύλο έως 18 ετών .42
Πίνακας 5. Αριθμός παιδιών / γυναίκα 44
Πίνακας 6. Οικογενειακή κατάσταση 45
Πίνακας 7. Επίπεδο εκπαίδευσης.....46
Πίνακας 8. Νηπιαγωγεία Δήμου Αιγάλεω.....47
Πίνακας 9. Δημοτικά σχολεία Δήμου Αιγάλεω 49
Πίνακας 10. Γυμνάσια και Λύκεια σχολεία Δήμου Αιγάλεω.....51
Πίνακας 11. Μαθητικό δυναμικό γυμνασίων – λυκείων Δήμου Αιγάλεω 55

Πίνακας 12. Παράδειγμα κατηγοριοποίησης των μαθητών ανά ηλικία και σχολείο....57
Πίνακας 13. Υπολογισμός χρόνου ηλικιακών ομάδων (ArcMap)....61

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Μεθοδολογία ΣΓΠ (προσαρμογή από Κουτσόπουλος, 2009) ..14
Διάγραμμα 2 Μοντέλα γεωγραφικών Δεδομένων....17
Διάγραμμα 3. Παρουσίαση γεωγραφικών χαρακτηριστικών....17
Διάγραμμα 4. Στάδια συλλογής γεωγραφικών δεδομένων....21
Διάγραμμα 5. Χάρτης ορίων Δήμου Αιγάλεω (ArcMap)....38
Διάγραμμα 6. Η πόλη του Αιγάλεω και οι όμοροι ΟΤΑ....39
Διάγραμμα 7. Ηλικιακή κατανομή πληθυσμού ως προς το φύλο....41
Διάγραμμα 8. Ηλικιακή κατανομή (έως 18 ετών) ως προς φύλο....43
Διάγραμμα 9. Ηλικιακή κατανομή πληθυσμού έως 18 ετών (σύνολο)....43
Διάγραμμα 10. Μητρότητα....44
Διάγραμμα 11. Ηλικιακή κατανομή πληθυσμού έως 18 ετών (σύνολο)....45
Διάγραμμα 12. Επίπεδο εκπαίδευσης....46
Διάγραμμα 13. Χωροθέτηση νηπιαγωγείων Δήμου Αιγάλεω (ίδια προσαρμογή)....48
Διάγραμμα 14. Χωροθέτηση υφιστάμενων δημοτικών σχολείων Δήμου Αιγάλεω (ίδια προσαρμογή)....50
Διάγραμμα 15. Χωροθέτηση υφιστάμενων γυμνασίων και λυκείων Δήμου Αιγάλεω (ίδια προσαρμογή)....52
Διάγραμμα 16. Χάρτης σχολείων Δήμου Αιγάλεω....53
Διάγραμμα 17. Χάρτης συγκοινωνιών Δήμου Αιγάλεω....58
Διάγραμμα 18. Χάρτης σημείων ενδιαφέροντος Δήμου Αιγάλεω....58

Διάγραμμα 19. Απεικόνιση δημιουργίας νέας Network Dataset για το παράδειγμα του δήμου Αιγάλεω....62
Διάγραμμα 20. Νέες ζώνες εξυπηρέτησης....63
Διάγραμμα 21. Network Analyst....64
Διάγραμμα 22. Χάρτης Ανάλυσης Δικτύου....64
Διάγραμμα 23. Προτεινόμενη περιοχή 1....66
Διάγραμμα 24. Προτεινόμενη περιοχή 2....67
Διάγραμμα 25. Προτεινόμενη περιοχή 3....68
Διάγραμμα 26. Χάρτης σχολείων που έχουν υποστεί ζημιές από το σεισμό.71

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα της πληροφορικής είναι αλματώδης. Η πληροφορική έχει διεισδύσει στους τομείς της επιστήμης. Ειδικότερα στον χωρικό σχεδιασμό τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ, Geographical Information Systems - G.I.S.) αποτελούν βασικό υποστηρικτικό εργαλείο. Πρόκειται για λογισμικά που αξιοποιούν τις δυνατότητες των υπολογιστών για αποθήκευση, ανάλυση, διαχείριση και παρουσίαση δεδομένων που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τη γεωγραφική πληροφορία (Ευελπίδου & Αντωνίου, 2015). Βασικό τους πλεονέκτημα σε αντίθεση με άλλα συστήματα τύπου cad είναι η σύνδεση – συσχέτιση γεωγραφικών ή χωρικών (spatial) δεδομένων με περιγραφικά δεδομένα – ιδιότητες (attributes).

Η πολυπλοκότητα και η αλληλεπίδραση των θεμάτων πληροφορίας που θέτουν οι σύγχρονες ανάγκες σχεδιασμού και ιδιαίτερα του πολεοδομικού σχεδιασμού, απαιτούν την χρησιμοποίηση ΣΓΠ σε συνδυασμό με την δημιουργία μιας Γεωγραφικής Βάσης Δεδομένων που να παρέχει την δυνατότητα επεξεργασίας, απεικόνισης, διερεύνησης και ανάλυσης στοιχείων με σκοπό την ανάλυση θεμάτων που σχετίζονται με τον σχεδιασμό του χώρου (Αραβαντινός, 2007).

Με τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) μπορούν να εκμεταλλευτούν χωρικές πληροφορίες στο έπακρο. Η ανάλυση της θέσης στις υπηρεσίες σχεδιασμού είναι πολύτιμη τόσο στον δημόσιο, όσο και στον ιδιωτικό τομέα, δεδομένου ότι παρέχει ένα πλαίσιο για τη διερεύνηση προβλημάτων προσβασιμότητας σε υπηρεσίες, δημιουργώντας εναλλακτικές λύσεις για να προτείνουμε κατάλληλες τοποθεσίες και να βελτιώσουμε το υπάρχον σύστημα.

Η παρούσα εργασία έχει στόχο την μελέτη του ζητήματος χωροθέτησης σχολικής μονάδας στο Δήμο Αιγάλεω σε μία τεκμηριωμένη απάντηση, μέσω μιας συγκεκριμένης μεθοδολογίας για το κατά πόσον οι ήδη υπάρχουσες μονάδες επαρκούν ή όχι. Με το εξειδικευμένο λογισμικό GIS, θα εντοπιστούν οι περιοχές που είναι ελλιπείς από σχολικές μονάδες και θα προτείνει συγκεκριμένες θέσεις στα όρια του Δήμου Αιγάλεω ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες των μαθητών.

University of West Attica, Greece

School of Engineering

Department of Surveying & Geoinformatics Engineering

Master of Science in Geospatial Technologies

"Location-allocation models for education: The example of the Municipality of Aigaleo"

Master Thesis

Christina Georgaki

Athens 2020

ABSTRACT

In recent years, the development of technology in the field of Information Technology has been by leaps and bounds. Informatic has penetrated the fields of science. Geographical Information Systems (GIS) are a key supporting tool. There are software that utilize the capabilities of computers for storage, analysis, management and presentation of data directly or indirectly related to geographical information (Evelpidou & Antoniou, 2015). Their main advantage in contrast to other cad-types systems is the connection-correlation of geographical or spatial data with descriptive data-properties (attributes).

The complexity and interaction of Information issues posed by modern design needs and especially urban planning, require the use of GIS in conjunction with the creation of a geographical database that provides the ability to process, visualize, investigate and analyze data in order to analyze issues related to the design of the site (Aravantinos, 2007)

With Geographic Information System (GIS) they can exploit spatial information to the fullest. Location analysis in planning services is valuable in both the public and private sectors, as it provides a framework for investigating service accessibility problems, creating alternatives to recommend suitable sites and improve the existing system.

This paper aims to study the issue of school placement in the municipality of Aigaleo in a documented answer, through a specific methodology for whether the existing units and facilities are sufficient or not. With the specialized GIS software, will identify the areas that are in lack of school units and will propose specific places in the boundaries of the municipality of Aigaleo to meet the needs of students.

Λέξεις-Κλειδιά: Θεωρία Χωροθετήσεων Κατανομών , Χωροθέτηση, Χωρική Στατιστική, Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ)

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Θεωρητικό υπόβαθρο

Η παιδεία είναι η σκόπιμη και συνειδητή προσπάθεια για ατομική πλήρωση και κοινωνική ένταξη των ανθρώπων, οποιασδήποτε ηλικίας. Η παιδεία συντελείται στα πλαίσια της κοινωνίας από το κάθε άτομο ξεχωριστά αλλά και μέσω της λειτουργίας των θεσμών, την καθημερινότητα, την πολιτιστική παράδοση, τον πολιτικό βίο και την ίδια την κοινωνία (Πανταζής, 2012). Αποτελεί το μέσο δημιουργίας ενός καλύτερου κόσμου.

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με το άρθρο 16 του Συντάγματος *«η τέχνη και η επιστήμη, η έρευνα και η διδασκαλία είναι ελεύθερες και η προαγωγή τους αποτελεί υποχρέωση του Κράτους»*. Η εκπαίδευση αποτελεί κοινωνικό αγαθό στο οποίο έχουν δικαίωμα πρόσβασης όλοι οι πολίτες. Χωρίζεται σε τρία επίπεδα, την πρωτοβάθμια, τη δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια εκπαίδευση ενώ υπάρχει και το μεταδευτεροβάθμιο επίπεδο όπου παρέχεται επαγγελματική εκπαίδευση. Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση εντάσσονται τα Νηπιαγωγεία (υποχρεωτική δίχρονη προσχολική αγωγή και εκπαίδευση, ηλικίες 4-6 ετών) και τα Δημοτικά σχολεία (ηλικίες 6-12 ετών). Στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση ανήκουν τα Γυμνάσια (ηλικίες 12-15 ετών) και τα Γενικά και Επαγγελματικά Λύκεια (ηλικίες 15-18 ετών) της χώρας και στην Τριτοβάθμια τα Πανεπιστημιακά Ιδρύματα (ηλικίες άνω των 18 ετών).

Είναι όμως απαραίτητο να πληρούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις και συνθήκες ώστε να επιτευχθεί ο σκοπός. Βασική προϋπόθεση είναι η χωροταξική κατανομή των σχολείων που πρέπει να γίνεται με τρόπο που να εξασφαλίζει την ισότητα πρόσβασης των μαθητών στην εκπαίδευση. Η χωροθέτηση μιας σχολικής μονάδας αποτελεί σημαντικό σημείο λειτουργίας και αποδοτικότητας του εκπαιδευτικού συστήματος. Γι' αυτό και μία λανθασμένη χωροθέτηση μπορεί να οδηγήσει σε άνιση κατανομή του μαθητικού δυναμικού μίας πόλης στα σχολεία.

Έως τις αρχές του προηγούμενου αιώνα, ο χώρος εγκατάστασης μιας σχολικής μονάδας ήταν άνευ σημασίας για τους επιστήμονες και δεν αποτελούσε αντικείμενο μελέτης. Στη συνέχεια υπήρξε μία περίοδος, όπου η θέση εγκατάστασης ήταν η σημαντικότερη παράμετρος επιτυχίας και υπό αυτό το πρίσμα αναπτύχθηκαν

θεωρίες χωροθέτησης που στόχευαν στην κάλυψη ειδικών κριτηρίων, της ζήτησης και της βέλτιστης δυνατής εξυπηρέτησης των χρηστών. Τα μοντέλα χωροθέτησης δίνουν λύσεις στην λανθασμένη χωροθέτηση εγκαταστάσεων.

Σήμερα, οι κοινωνικές, πολιτικές και πολιτισμικές αλλαγές και η οικονομική κρίση που ταλανίζει τη χώρα μας τα τελευταία χρόνια, οδήγησαν σε αδυναμία εφαρμογής ποιοτικής οργάνωσης και λειτουργίας του σχολείου παρά την έκδηλη ανάγκη ποιοτικής αναβάθμισης της παρεχόμενης εκπαίδευσης και την εφαρμογή μεθόδων χωροθέτησης που θα συμβάλλουν στη παροχή ποιοτικών εκπαιδευτικών υπηρεσιών. Η οικονομική κρίση συμβάλλει στην κατάρρευση της κοινωνικής πολιτικής που οδηγεί στη μείωση των δαπανών για την παιδεία (Μπαμπανάσης και συν., 2012).

Η ίδρυση νέων σχολικών μονάδων δεν εντάσσεται σε ένα νέο θεσμικό πλαίσιο αλλά πρόκειται για εφαρμογή προηγούμενων νόμων και υπουργικών αποφάσεων (Ν. 1566/1985 ΦΕΚ 167/Α/1985) Η διοικητική μεταρρύθμιση του Καλλικράτη (Ν. 3852/2010 ΦΕΚ 87/Α/2010) επανακαθόρισε τα όρια των αυτοδιοικητικών μονάδων και έδωσε στους δήμους την ευθύνη λειτουργίας των σχολείων, και την κάλυψη των λειτουργικών δαπανών τους (μικρές συντηρήσεις, θέρμανση, καθαριότητα, αναλώσιμα, κ.λπ.).

Ως προς τη χρήση των ΣΓΠ (π.χ. GPS), στην Ελλάδα παρατηρείται τάση αύξησης της χρήσης τους. Αρχικά τα ΣΓΠ τα χρησιμοποιούσαν κυρίως μεγάλοι οργανισμοί (πανεπιστημιακά και ερευνητικά κέντρα, υπηρεσίες υπουργείων, οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης, ιδιωτικές επιχειρήσεις) και δευτερευόντως ανεξάρτητοι χρήστες. Ο λόγος ήταν κυρίως το κόστος του λογισμικού, η δυσκολία απόκτησης δεδομένων και η έλλειψη εκπαίδευσης (van Wyngaardem and Waters, 2007). Αργότερα η χρήση έγινε ευρεία και εισήλθε σε μια νέα εποχή όπου τα προϊόντα μπορούσαν να παραχθούν και να διανεμηθούν σε όλους (Budhathoki, 2008).

1.2. Αντικείμενο και σκοπός της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την επεξεργασία, τη δημιουργία, την ανάλυση, τη χαρτογράφηση και την οπτικοποίηση γεωγραφικών και στατιστικών δεδομένων που αφορούν στο ζήτημα της χωροθέτησης μίας σχολικής μονάδας σε έναν δήμο και συγκεκριμένα στο Δήμο Αιγάλεω.

Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και τη συγκεκριμένη μεθοδολογική προσέγγιση, επιχειρείται να δοθεί εμπεριστατωμένη λύση και να οριστεί η βέλτιστη τοποθεσία εγκατάστασης μίας σχολικής μονάδας στο Δήμο Αιγάλεω. Σκοπός είναι να καλύπτονται οι ανάγκες του μαθητικού δυναμικού, πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, στην περιοχή μελέτης.

Ο γεωγραφικός χώρος μελέτης αφορά στο νομαρχιακό διαμέρισμα της Αττικής και ειδικότερα στο Δήμο Αιγάλεω. Η χωρική ανάλυση γίνεται με την χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ, Geographic Information Systems/ GIS). Απώτερος στόχος είναι η ανάδειξη της χωρικής ανάλυσης και των χαρτών ως σημαντικά εργαλεία στην λήψη αποφάσεων και στον χωρικό σχεδιασμό.

1.3. Δομή Εργασίας

Η παρούσα μελέτη χωρίζεται σε δύο μέρη, θεωρητικό και εφαρμοσμένο, και διαρθρώνεται σε 9 κεφάλαια.

- Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την εισαγωγή στην οποία ο αναγνώστης ενημερώνεται για τον σκοπό και το αντικείμενο της μελέτης.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η έννοια της χωροθέτησης, οι αρχές, τα μοντέλα και η επιλογή σημείων χωροθέτησης.
- Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) ως εργαλεία χωροθέτησης. Αρχικά δίνεται ο ορισμός και γίνεται ιστορική αναδρομή, παρουσιάζεται το λογισμικό, τα μοντέλα χωροθέτησης και απεικόνισης καθώς και οι πηγές και τρόποι συλλογής δεδομένων ενώ αναλύονται τα χαρακτηριστικά και τα πεδία εφαρμογής τους.

- Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται οι χωροθετήσεις των εκπαιδευτικών δομών. Ειδικότερα, παρουσιάζονται τα κριτήρια χωροθέτησης των σχολικών μονάδων και τα κριτήρια καταλληλόλητας και επιλογής χώρου ενώ παρουσιάζονται κα παραδείγματα χωροθέτησης σχολικών μονάδων της διεθνούς βιβλιογραφίας.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της εργασίας, ο καθορισμός του προβλήματος, τα δεδομένα και η επεξεργασία τους.
- Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή των ΣΓΠ στο Δήμο Αιγάλεω με ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και των κριτηρίων επιλογής δημιουργίας νέων σχολικών μονάδων.
- Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή Ανάλυσης Δικτύων (network analysis) ως τμήμα του λογισμικού ArcGIS και οι υπολογισμοί που παρήχθησαν από αυτό.
- Στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης.
- Στο ένατο διατυπώνονται τα συμπεράσματα της έρευνας και
- Τέλος ακολουθεί η βιβλιογραφία.

2. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ

2.1. Γενικά περί χωροθέτησης

Η χωροθέτηση είναι μία διαδικασία κατά την οποία ο ερευνητής, λαμβάνοντας υπόψιν κάποιους παράγοντες και προκειμένου να ικανοποιηθούν συγκεκριμένες ανάγκες (π.χ. ελαχιστοποίηση κόστους μεταφοράς, ευκολία πρόσβασης κ.λπ.), θέτει ορισμένους περιορισμούς. Στόχος είναι η εύρεση της βέλτιστης θέσης εγκατάστασης μίας μονάδας ή ενός δικτύου μονάδων ώστε να καλύπτονται, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, οι ανάγκες που έχουν προσδιοριστεί και πρέπει να ικανοποιηθούν. Για την ικανοποίηση του σκοπού γίνεται χρήση μαθηματικών προτύπων ή αλγορίθμων.

Η χωροθέτηση συνδέεται με μακροχρόνιο σχεδιασμό, είναι δαπανηρή και χρονοβόρα αλλά σημαντική για τη λήψη αποφάσεων στρατηγικής σημασίας. Η επιλογή της τοποθεσίας καθορίζει την επιτυχημένη παροχή των υπηρεσιών για τις οποίες σχεδιάστηκε η εγκατάσταση (Μητρόπουλος, 2007). Ειδικά στις περιπτώσεις που η εγκατάσταση αφορά υπηρεσίες κοινωνικού οφέλους, στόχος είναι η βέλτιστη κάλυψη των κοινωνικών αναγκών για το σύνολο των πολιτών.

Τα προβλήματα χωροθέτησης είναι κυρίως προβλήματα κατανομής πόρων και αφορούν μια ή περισσότερες λειτουργικές μονάδες (π.χ. σχολικές μονάδες) που εξυπηρετούν χωρικά κάποιες ομάδες ζήτησης (αναφέρονται ως "πελάτες") (Bapna et al., 2002).

2.2. Θεωρίες και μοντέλα χωροθέτησης

Οι θεωρίες χωροθέτησης που αναπτύχτηκαν κατά το πρώτο μισό του προηγούμενου αιώνα παρουσιάζουν μειονεκτήματα και αδυναμίες στη χρήση τους στον πραγματικό κόσμο και στις σύγχρονες συνθήκες καθώς για διευκόλυνση της ανάλυσης δημιουργούν έναν διαφορετικό κόσμο από τον πραγματικό. Εισάγουν περιορισμούς και υποθέσεις για έναν κόσμο στατικό και προβλέψιμο, αγνοώντας την πολυπλοκότητα των κοινωνικών σχέσεων και τις συγκρούσεις που συμβαίνουν στην

κοινωνία. Έτσι, τα εξαγόμενα συμπεράσματα των αναλύσεων συχνά αντιβαίνουν την πραγματικότητα.

Ο Heinrich von Thünen (1826), θεμελιωτής της Γερμανικής σχολής των θεωριών χωροθέτησης, ήταν ο πρώτος που επιχείρησε να καταγράψει, να αναλύσει και να ερμηνεύσει το πρόβλημα της εγκατάστασης οικονομικών δραστηριοτήτων και συγκεκριμένα το μηχανισμό κατανομής και τις τιμές των προϊόντων της αγροτικής παραγωγής και χρήσης γης γύρω από το αστικό κέντρο υποστηρίζοντας ότι έχουν τη μορφή ομόκεντρων κύκλων (Krumme, 2002; Παπαθανασίου, 2005). Περιγράφει δηλαδή την σχέση γεωγραφικής θέσης και χρήσης γης.

Ο Alferd Weber (1909) στη συνέχεια έθεσε τις βάσεις ανάπτυξης των μεθόδων χωροθέτησης, ανάγοντας το πρόβλημα σε βιομηχανικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, υποστήριξε ότι οι επιχειρήσεις αναζητούν χώρους ελαχιστοποίησης του κόστους εύρεσης και συλλογής πρώτων υλών, επεξεργασίας και διανομής του τελικού προϊόντος (Κουτσόπουλος, 1990; Παπαθανασίου, 2005). Το κόστος αυτό εκφράζεται σε χρόνο, χρήμα ή απόσταση (Κουτσόπουλος, 2009). Σύμφωνα δε με την «οικονομία συσσώρευσης των επιχειρήσεων» εάν δύο επιχειρήσεις, εγκατεστημένες στο πλέον κατάλληλο σημείο, αποφασίσουν να εγκατασταθούν σε νέα ενδιάμεση θέση, τότε θα παρουσιάζουν κέρδη, λόγω της γειτνίασής τους, αλλά και ζημιές από τα αυξημένα κόστη μεταφοράς (Αγγελίδης, 2000). Είναι λοιπόν εμφανές ότι αρχικά για τον Weber το ζητούμενο ήταν η χωροθέτηση και εγκατάσταση μίας επιχείρησης όμως, πλέον τα προβλήματα αναφέρονται στην χωροθέτηση πολλών επιχειρήσεων δηλαδή πολλών κέντρων. Έτσι, όσο αυξάνεται ο αριθμός των εγκαταστάσεων προς χωροθέτηση τόσο πιο πολύπλοκο γίνεται το πρόβλημα.

Βέβαια, το μοντέλο του Weber δεν είναι πλέον ικανό να επιλύσει προβλήματα κυρίως λόγω της έλλειψης περιορισμών (π.χ. χρήση γης, τύπος υπηρεσίας κ.λπ.) σχετικά με τις πιθανές θέσεις χωροθέτησης που περιορίζουν τον αριθμό των επιτρεπόμενων θέσεων αλλά και λόγω της πολυπλοκότητας των προβλημάτων. Για παράδειγμα ένα σχολείο θα πρέπει να τοποθετηθεί σε θέση που η απόσταση να μην ξεπερνά ένα ορισμένο όριο γιατί διαφορετικά δεν θα εξυπηρετεί τους χρήστες. Επιπλέον, ενώ πολλές φορές απαιτείται περιορισμός των σημείων χωροθέτησης,

αναδεικνύονται κινητά κέντρα παροχής υπηρεσιών (π.χ. κινητά ιατρεία, βιβλιοθήκες κ.λπ.) και όχι σταθερά στο χώρο. Τέλος, ο Weber δεν ενδιαφερόταν για την εξασφάλιση ισότητας των χρηστών κατά την επίλυση των προβλημάτων και εξυπηρέτησης του συνόλου των χρηστών και όχι μέρους ή πλειοψηφίας τους (Παπαθανασίου, 2005).

Ο Hotelling (1929) στη συνέχεια ασχολήθηκε με το ζήτημα του επιχειρηματικού ανταγωνισμού, δύο βιομηχανιών εγκατεστημένων στον κεντρικό δρόμο μίας πόλης (Βλάσση, 2010). Δεδομένου ότι η κατανομή της αγοραστικής δύναμης θεωρείται ομοιόμορφη κατά μήκος του τμήματος αυτού, οι πελάτες προτιμούν την κοντινότερη βιομηχανία (Παπαθανασίου, 2005). Έτσι, όσο πιο ανταγωνιστική γίνεται μια επιχείρηση τόσο μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς διεκδικεί. Για τον Hotelling το κόστος παραγωγής και ο τρόπος κατανομής της ζήτησης ήταν εξωγενείς παράγοντες που οι ανταγωνιστικές επιχειρήσεις λαμβάνουν υπόψιν κατά τον προσδιορισμό της χωροταξικής τους στρατηγικής.

Ο Walter Christaller (1929) και ο August Lösch (1940) συνεχίζοντας τη Γερμανική παράδοση των θεωριών χωροθέτησης, ασχολήθηκαν με τη βιομηχανική χωροθέτηση και ανέπτυξαν την θεωρία των κεντρικών τόπων ή της κεντρικής θέσης σύμφωνα με την οποία βασικό κριτήριο επιλογής της βέλτιστης θέσης χωροθέτησης είναι η εμβέλεια της αγοράς. Υποστήριξαν δηλαδή ότι το κέντρο της αγοράς πρέπει να εγκατασταθεί στο σημείο που οι πελάτες έχουν τις καλύτερες συνθήκες πρόσβασης. Οι θεωρίες και τα μοντέλα τους έχουν εφαρμογή κυρίως σε μεγάλες αγροτικές περιοχές και όχι σε αστικές που συνδέονταν με μεγάλους συγκοινωνιακούς άξονες (Κουτσόπουλος, 2009). Παρά τις όποιες απλοποιήσεις στις υποθέσεις και τις παραδοχές τους, η θεωρία των κεντρικών τόπων ή της κεντρικής θέσης αναγνωρίζεται ως η θεωρητική βάση ανάλυσης των χωρικών συστημάτων παροχής υπηρεσιών.

3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ

3.1. Ορισμός ΣΓΠ και ιστορική αναδρομή

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ, Geographic Information Systems– G.I.S.) αποτελούν ένα λογισμικό χαρτογράφησης, ένα εργαλείο αξιοποίησης των δυνατοτήτων του υπολογιστή που συλλέγει, αναλύει, αποθηκεύει, ελέγχει, διαχειρίζεται, μετασχηματίζει και οπτικοποιεί γεωγραφικές πληροφορίες, συνήθως σε έναν χάρτη, για συγκεκριμένο σκοπό (Chorley Report, 1987; Parker, 1988; GISGeography, 2014) και εν τέλει παρουσιάζει δεδομένα που άμεσα ή έμμεσα συνδέονται με τη γεωγραφική πληροφορία (Κουτσόπουλος και Ανδρουλάκης, 2012; Ευελπίδου και Αντωνίου, 2015) και το γεωγραφικό χώρο (π.χ. αστικός / περιφερειακός προγραμματισμός και σχεδιασμός, χρήσεις γης, αστική ανάπτυξη, πολιτική προστασία, εκτίμηση επιπτώσεων κ.λπ.) (Κουτσόπουλος, 2009). Τα ΣΓΠ χρησιμοποιούνται όπου υπάρχει ανάγκη διαχείρισης χωρικών δεδομένων ή ανάλυσης της χωρικής τους διάστασης. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έκανε εφικτή τη χρήση λειτουργιών που σε άλλη περίπτωση δεν θα ήταν εφαρμόσιμες.

Ο παραπάνω ορισμός είναι ιδιαίτερα ευρύς. Στην επιστημονική κοινότητα διακρίνονται 4 προσεγγίσεις ορισμού των ΣΓΠ: η διαδικαστική (υπό το πρίσμα ότι το πληροφοριακό σύστημα συνίσταται από διάφορα υποσυστήματα που βοηθούν στη μετατροπή των γεωγραφικών δεδομένων σε χρήσιμες πληροφορίες), των εφαρμογών (ταξινομεί τα ΣΓΠ ανάλογα με τον τύπο των πληροφοριών που επεξεργάζονται δημιουργώντας σύγχυση με άλλα λογισμικά αυτοματοποιημένης χαρτογραφίας), η ολοκληρωμένη (όλες οι λειτουργίες πρέπει να είναι παρούσες και να αλληλοεπιδρούν, διευκολύνοντας τη ροή των γεωγραφικών δεδομένων και εξάγοντας κατάλληλες πληροφορίες) και των βάσεων δεδομένων (έμφαση στην ευκολία αλληλοεπίδρασης της βάσης δεδομένων με διάφορα εργαλεία του συστήματος).

Ειδικότερα, σύμφωνα με τον Dueker (1979) τα ΣΓΠ είναι μια ειδική περίπτωση πληροφοριακών συστημάτων τα οποία χειρίζονται μια βάση δεδομένων (παρατηρήσεις χωρικά κατανεμημένων δυνατοτήτων, δραστηριότητες ή γεγονότα) ορισμένα ως σημεία, γραμμές ή περιοχές και προσπαθεί να τα ανακτήσει. Για τον

Burroughs (1986) τα ΣΓΠ είναι ένα σύνολο εργαλείων συλλογής, αποθήκευσης, ανάκτησης, μετασχηματισμού και απεικόνισης χωρικών δεδομένων του πραγματικού κόσμου με συγκεκριμένο σκοπό. Ο DoE (1987) θεωρεί τα ΣΓΠ ως σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, ελέγχου, χειρισμού, ανάλυσης και παρουσίασης δεδομένων που αναφέρονται χωρικά στη γη. Για τους Smith et al. (1987) τα ΣΓΠ είναι μία βάση δεδομένων, στην πλειοψηφία χωρικών όπου εφαρμόζονται ποικίλες διαδικασίες προκειμένου να δοθούν απαντήσεις σε ερωτήματα που αφορούν χωρικές οντότητες της βάσης δεδομένων. Ο Parker (1988) υποστηρίζει ότι τα ΣΓΠ είναι μία τεχνολογία πληροφοριών που αποθηκεύει, αναλύει και εμφανίζει χωρικά και μη χωρικά δεδομένα. Για τον Cowen (1988) ένα ΣΓΠ είναι ένα Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων, που συμβάλλει και υποβοηθά τη λήψη αποφάσεων εντάσσοντας τα χωρικά δεδομένα σε ένα περιβάλλον διαχείρισης και επίλυσης προβλημάτων. Ο Aronoff (1989) όρισε ως ΣΓΠ οποιοδήποτε σύνολο διαδικασιών που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και τον χειρισμό γεωγραφικών δεδομένων που γίνεται χειροκίνητα ή με υπολογιστή. Ο Carter (1989) θεωρούσε ότι πρόκειται για θεσμική οντότητα, που αντικατοπτρίζει μια οργανωτική δομή η οποία ενσωματώνει την τεχνολογία με μια βάση δεδομένων, την εμπειρία και τη συνεχή οικονομική υποστήριξη. Όπως όμως κι αν ορίζονται τα ΣΓΠ κοινό χαρακτηριστικό είναι ότι ασχολούνται με γεωγραφικές πληροφορίες (Maguire, 1991).

Τα ΣΓΠ πρωτοεμφανίστηκαν στις αρχές του 1960 όταν η ανάπτυξη των υπολογιστών οδήγησε σε εφαρμογές χαρτογράφησης γενικού σκοπού. Το 1962, στην Ottawa (Καναδάς) αναπτύχθηκε από το Ομοσπονδιακό Τμήμα Δασονομίας και Αγροτικής Ανάπτυξης και τον Δρ. Roger Tomlinson το Καναδικό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (CGIS) το πρώτο πραγματικό λειτουργικό ΣΓΠ. Χρησιμοποιήθηκε για την αποθήκευση, ανάλυση και χειρισμών των στοιχείων που συλλέχθηκαν από το Ερευνητικό Κέντρο Εδάφους του Καναδά (CLI).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο πρώτη φορά λόγος για ΣΓΠ έγινε στο Ευρωπαϊκό Συνέδριο στο Άμστερνταμ (1990). Η εξέλιξη της ιδέας δημιουργίας και εφαρμογής ΣΓΠ προέβλεπε τη δημιουργία δικτύου (MEGRIN) με θέματα σχετικά με πληροφορίες γης. Τον Ιανουάριο του 1991 στο Davos (Ελβετία) το Ευρωπαϊκό Ίδρυμα Επιστημών

(European Science Foundation) χρηματοδότησε (στα πλαίσια επιστημονικού προγράμματος) μια μικρή ομάδα εργασίας για τη διερεύνηση της ανάγκης υλοποίησης προγράμματος αναζήτησης γεωγραφικών πληροφοριών σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Το 1992 συστάθηκε μικρότερη ομάδα υπεύθυνη για να ετοιμάσει λεπτομερέστερα, προτάσεις για το σχέδιο ΣΓΠ με βασικό μέλημα τη δημιουργία βάσεων δεδομένων με γεωγραφικές πληροφορίες. Τον Ιανουάριο του 1993 ξεκίνησε το πρόγραμμα GISDATA από την Μόνιμη Επιτροπή των Κοινωνικών Επιστημών του Ευρωπαϊκού Ιδρύματος Επιστημών (Standing Committee of Social Sciences of the European Science Foundation). Τον Οκτώβριο του 1993 ιδρύθηκε ο Ευρωπαϊκός οργανισμός EUROGI (European Umbrella Organisation for Geographic Information).

3.2. Το ΣΓΠ ως εργαλείο σχεδιασμού

3.2.1. Λογισμικό ΣΓΠ

Χρησιμοποιώντας λογισμικά ΣΓΠ, εμπορικά ή ελεύθερα (ArcGIS, QGIS κ.λπ.), δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής, κωδικοποίησης, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης των δεδομένων και εξαγωγής αποτελεσμάτων. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα μελέτης φαινομένων του γεωγραφικού χώρου, αναζήτησης λύσεων και λήψης αποφάσεων επέμβασης. Έτσι, έχει σημασία η σύνθεση και ερμηνεία ξεχωριστών, φανερά ασύνδετων δεδομένων (Κάβουρας και συν., 2015).

Τα ΣΓΠ έχουν τη δυνατότητα ανάληψης δεδομένων σε γραφική ή πινακοποιημένη μορφή (μεγέθυνση, δημιουργία παραθύρων κ.λπ.), στατιστικής επεξεργασίας, γενίκευσης (αφαίρεση σημείων γραμμής, πολύγωνων κ.λπ.), επεξεργασίας συντεταγμένων (αλλαγή κλίμακας, προβολής κ.λπ.), επικάλυψης και αποσύνθεσης δυο ή περισσότερων χαρτών ώστε να προκύψει ένας νέος χάρτης και τέλος, ψηφιακής ανάλυσης εδάφους που παρέχει χρήσιμους υπολογισμούς και αναλύσεις. Έτσι, οι δυνατότητες των ΣΓΠ είναι μεγάλες ως προς την επίλυση ζητημάτων ανάλυσης και σχεδιασμού σε επίπεδο γεωγραφικού χώρου και δίνουν λύσεις σε πολύπλοκα προβλήματα με αξιόπιστα αποτελέσματα.

Το λογισμικό ενός ΣΓΠ περιλαμβάνει 6 βασικά υποσυστήματα για (Ζωτάλης, 2008).

- Εισαγωγή δεδομένων και έλεγχος ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες μετατροπής των αρχικών στοιχείων (π.χ. δορυφορικές εικόνες, χάρτες, αεροφωτογραφίες κ.α.) στην κατάλληλη ψηφιακή μορφή.
- Διαχείριση της γεωγραφικής βάσης για τη δόμηση και οργάνωση των δεδομένων (χωρικών και μη).
- Εξαγωγή πληροφοριών και αποτελεσμάτων.
- Μετασχηματισμό δεδομένων ώστε να γίνει ανάλυση των στοιχείων.
- Αναζήτηση που βοηθά στην εξεύρεση λύσης μέσα από σειρά ερωτήσεων
- Εργαλεία χωρικής ανάλυσης για κάλυψη των αναγκών εμπειρικών εφαρμογών

Διάγραμμα 1: Μεθοδολογία ΣΓΠ (προσαρμογή από Κουτσόπουλος, 2009)

Η βασική μεθοδολογία που ακολουθείται στα ΣΓΠ περιλαμβάνει τα εξής στάδια (διάγραμμα 1) (Καραπαναγιώτη, 2008; Κουτσόπουλος, 2009):

1. Καθορισμός του προβλήματος και του σκοπού της έρευνας
2. Καθορισμός του απαιτούμενου αποτελέσματος

3. Προσδιορισμός των κριτηρίων / δεδομένων
4. Διάγραμμα ροής-σχέδιο χρήσης του ΣΓΠ
5. Συγκέντρωση και εισαγωγή δεδομένων
6. Εισαγωγή των δεδομένων στο ΣΓΠ
7. Επεξεργασία δεδομένων - έλεγχος αποτελεσμάτων
8. Λήψη απόφασης

3.2.2. Μοντέλα απεικόνισης

Η απεικόνιση των ΣΓΠ βασίζεται στην αντίληψη ότι ο χώρος καλύπτεται από διακριτές οντότητες και τα γεωγραφικά τους χαρακτηριστικά μεταβάλλονται συνεχώς. Διακρίνονται το Διανυσματικό (vector) και το Ψηφιδωτό ή πλεγματικό (raster ή grid) μοντέλο ενώ κατά την απεικόνιση είναι δυνατός ο συνδυασμός τους και η μετατροπή του ενός στο άλλο (διάγραμμα 2) (Στεφανάκης, 2010).

Στα Διανυσματικά μοντέλα (vector) οι πληροφορίες εστιάζονται στη χαρτογραφία, την καταγραφή και απεικόνιση αστικών, πολιτιστικών και κοινωνικών υποδομών, αστικών πολεοδομικών συγκροτημάτων, διαχείρισης οδικού και μεταφορικού δικτύου, δικτύων κοινής ωφέλειας, (δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης κ.λπ.), εύρεση της βέλτιστης διαδρομής, και τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό (απεικόνιση χρήσεων γης κ.λπ.).

Η αρχή λειτουργίας τους είναι η γραμμή και τα γεωγραφικά δεδομένα εμφανίζονται ως σημεία, γραμμές και πολύγωνα (επιφάνειες) πάνω σε ένα ή περισσότερα επίπεδα. Για την απεικόνιση των επιφανειών υιοθετείται, ανάλογα με τις ανάγκες, κάποιο από τα μοντέλα: Spaghetti, κωδικών αλυσιδών, τοπολογικό, GBF/Dime (Geographic Base File/Dual Independent Map) ή Polyvrt (POLYgon conVERTer).

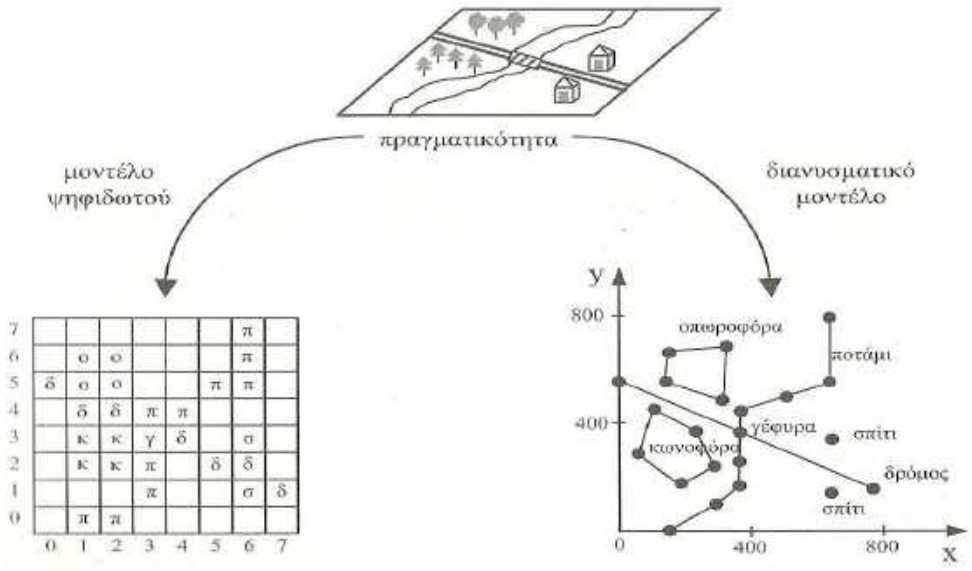
Τα πλεονεκτήματα των διανυσματικών μοντέλων είναι οι μειωμένες απαιτήσεις αποθηκευτικού χώρου που έχουν, η ευκολία ανάπτυξης τοπολογίας και άρα επάρκειας και ακρίβειας σε χωρικές πράξεις και υπολογισμούς, η υψηλή ανάλυση, η ακριβής χαρτογραφική απόδοση και τέλος η βέλτιστη οπτικοποίηση των δεδομένων.

Από την άλλη, μειονεκτούν στη σύνθετη δομή δεδομένων, την ανεπαρκή απεικόνιση συνεχών δεδομένων, στη μη συμβατότητα με τηλεπισκοπικά δεδομένα, στο υψηλό κόστος των προγραμμάτων επεξεργασίας και εξοπλισμού και τέλος στη δυσκολία επεξεργασίας επικαλυπτόμενων διανυσματικών χαρτών.

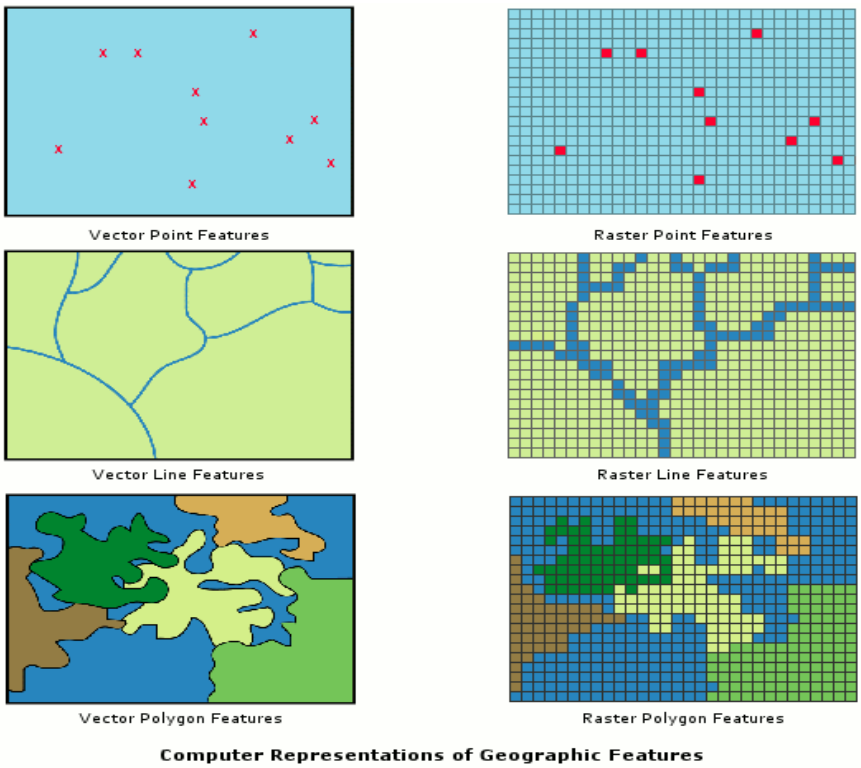
Τα Ψηφιδωτά μοντέλα (Raster, Grid) βασίζονται στη διαίρεση του επιπέδου σε μεγάλο αριθμό χωρικών ενοτήτων ώστε τα γεωγραφικά δεδομένα να παρουσιάζονται με κυψελίδες. Κάθε χωρική ενότητα έχει το σύνολο των ιδιοτήτων του αντικειμένου που καθορίζει ενώ υπάρχει δυνατότητα απεριόριστης επέκτασης στο χώρο αλλά και συνεχούς υποδιαίρεσης σε μικρότερες ενότητες. Έχουν κανονική και μη κανονική μορφή. Το πλέον χρησιμοποιούμενο μοντέλο είναι το τετράγωνο. Οι παρεχόμενες πληροφορίες χρησιμοποιούνται για στατιστικές αναλύσεις, γεωτεχνικές, γεωλογικές και γενικότερες μελέτες προσδιορισμού επιπτώσεων.

Τα πλεονεκτήματα των ψηφιδωτών μοντέλων είναι η απλή δομή των δεδομένων και η εύκολη διαχείρισή τους, η συμβατότητα με δεδομένα τηλεπισκόπισης ή σάρωσης, η υπεροχή τους στη χωρική ανάλυση και μοντελοποίηση, η καλύτερη αναπαράσταση του συνεχούς χώρου, η ευκολία στη διαδικασία επικάλυψης και τέλος, η ψηφιδωτή μορφή απόδοσης των δεδομένων που συμβάλλει στην άμεση και εύκολη δημιουργία βάσεων δεδομένων.

Από την άλλη, μειονεκτούν στις μεγάλες απαιτήσεις αποθηκευτικού χώρου, στην ποιότητα οπτικοποίησης που εξαρτάται από το μέγεθος της ψηφίδας, στις δυσκολίες μετατροπής και απεικόνισης σε / από άλλο προβολικό σύστημα, στη δυσκολία ανάπτυξης τοπολογίας, σε λιγότερο ευπαρουσίαστοι χάρτες και τέλος, στους χρονοβόρους προβολικούς μετασχηματισμούς (διάγραμμα 3).



Διάγραμμα 2 Μοντέλα γεωγραφικών Δεδομένων
Πηγή: Στεφανάκης, 2010



Διάγραμμα 3. Παρουσίαση γεωγραφικών χαρακτηριστικών
Πηγή: Hertfordshire County Council

3.2.3. Μοντέλα χωροθέτησεων-κατανομών

Για την επίλυση των προβλημάτων χωροθέτησης-κατανομής (location-allocation) υιοθετούνται μοντέλα προσδιορισμού των βέλτιστων λύσεων που θα εξυπηρετήσουν και θα ικανοποιήσουν τη ζήτηση του πληθυσμού. Οι βέλτιστες χωροθετήσεις αποτελούνται από το σύνολο των σημείων ζήτησης, τον πίνακα αποστάσεων ή κόστους μετακίνησης, το σύνολο των υποψήφιων κόμβων, την αντικειμενική συνάρτηση και τη συνθήκη κατανομής. Αρχικά επιλέγονται τα κέντρα και στη συνέχεια γίνεται η κατανομή των κόμβων σε αυτά, σύμφωνα με το εκάστοτε κριτήριο (Koutsopoulos et al., 1985).

Η βασική έννοια του location-allocation βασίζεται σε προϋπάρχουσες μελέτες και την εξέλιξή τους. Γενικά, τα προβλήματα χωροθέτησης-κατανομής βασίζονται στο ότι με δεδομένο ένα χωρικό σύστημα ζήτησης, χωροθετούνται κέντρα παροχής υπηρεσιών (προσφορά) και περιφερειοποιείται ο χώρος (ζήτηση) ως προς τα κέντρα αυτά, κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Άρα υπάρχει ένα σύστημα ζήτησης και στο χώρο αυτό θέλουμε να χωροθετηθούν θέσεις (location) ώστε να κατατμηθεί (allocation) ο χώρος ως προς τη ζήτηση. Επιδιώκεται δηλαδή η βέλτιστη λύση κατανομής θέσεων ως προς το χώρο και επιτυγχάνεται βελτιστοποίηση και μεγιστοποίηση του οφέλους ή ελαχιστοποίηση της ζημίας από τη χρήση των συγκεκριμένων κέντρων εξυπηρέτησης (Φώτης, 1997).

Το μοντέλο χωροθετήσεων-κατανομών διακρίνεται σε 3 επιμέρους μοντέλα (Zhou και Liu, 2003):

- Το μοντέλο P-διάμεσος (P-median) επιλύει το χωροθετικό πρόβλημα συγκεκριμένων κέντρων παροχής υπηρεσιών με τον βέλτιστο τρόπο, ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα των κορυφών από τα πλησιέστερα κέντρα (Goldman, 1971; Hakimi, 1964, 1965; Kariv και Hakimi, 1979; Minieka, 1977 σε Λουκάκης 2010). Οι περιορισμοί που θέτονται είναι το κόστος, η χωρητικότητα κ.λπ. Προτάθηκε από τον Hakimi (1966) για τη χωροθέτηση τηλεπικοινωνιακών κέντρων. Χωροθετεί p κέντρα παροχής υπηρεσιών (στην περίπτωση της παρούσας εργασίας αφορά σχολεία) σε ένα δίκτυο n κόμβων, κατανέμοντας τους υπόλοιπους n-p κόμβους με τρόπο που να ελαχιστοποιείται η μέση ή η συνολική διανυόμενη απόσταση

από τα n-p σημεία ζήτησης προς τα αντίστοιχα κέντρα παροχής υπηρεσιών. Η μαθηματική του διατύπωση είναι:

$$\min z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_i d_{ij} x_{ij}$$

Όπου: z είναι η αντικειμενική συνάρτηση, wi η απόσταση από την πλησιέστερη υπηρεσία dij.

- Το μοντέλο P-Διάκεντρων (P-centers) που μέσω βελτιστοποίησης της αντικειμενικής συνάρτησης, επιδιώκεται η τοποθέτηση ενός δεδομένου αριθμού κέντρων παροχής υπηρεσιών (P) με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η απόσταση ή ο χρόνος ενός σημείου από το κοντινότερο κέντρο παροχής υπηρεσιών (Λουκάκης, 2010).
- Το μοντέλο Κάλυψης (Covering model) που επιλύει το χωροθετικό πρόβλημα ενός αριθμού κέντρων παροχής υπηρεσιών (P) μεγιστοποιώντας την κάλυψη των πελατών, μέσα σε συγκεκριμένη απόσταση ή χρόνο μεταφοράς S (Ghosh κ.α., 1995 στο Λουκάκης 2010).

Τα μοντέλα χωροθέτησης-κατανομής αποτελούνται από την αντικειμενική συνάρτηση που προσδιορίζει την λειτουργική σχέση προς βελτιστοποίηση και κάποιους περιορισμούς που αναφέρονται στη διαδικασία κατανομής των κόμβων ζήτησης και στα λειτουργικά χαρακτηριστικά των προτεινόμενων λύσεων.

Στόχος του μοντέλου χωροθέτησης-κατανομής είναι το γεγονός πως η προσέγγιση της βέλτιστης θέσης ως προς τον χώρο αποτελεί το κύριο μέλημα. Οι επιλογές για την εφαρμογή του είναι:

- η ελαχιστοποίηση της μέσης απόστασης (p-median) από το κέντρο εξυπηρέτησης (minimize impedance),
- η μέγιστη κάλυψη των σημείων εξυπηρέτησης(maximize coverage),
- η ελαχιστοποίηση των σημείων εξυπηρέτησης με την μέγιστη κάλυψη (minimize facilities),
- η μεγιστοποίηση του επιπέδου εξυπηρέτησης με δεδομένο τον αριθμό των σημείων εξυπηρέτησης(maximize attendance),

- ο υπολογισμό των κατάλληλων σημείων εξυπηρέτησης με βάση ένα δεδομένο ποσοστό πελατών (target market share).

Κάθε επιλογή χρειάζεται δεδομένα (σημεία, στάθμιση σημείων κ.λπ.) ώστε να προκύψουν αποτελέσματα αληθή, ενημερωμένα και τεκμηριωμένα.

3.2.4. Πηγές, τρόποι και στάδια συλλογής δεδομένων

Προκειμένου να λειτουργήσει ένα ΣΓΠ εισάγονται στο σύστημα τα πρωτογενή ή δευτερογενή δεδομένα (πίνακας 1). Οι κυριότεροι τρόποι συλλογής τους είναι η άμεση αποτύπωση του χώρου με τοπογραφική μελέτη (υψηλό κόστος, μικρή ταχύτητα καταγραφής), οι αεροφωτογραφίες (υψηλό κόστος, μεγάλη απόσβεση, μεγάλος όγκος δεδομένων), οι δορυφορικές λήψεις (μεγάλη ακρίβεια φωτογραφιών, οικονομική μέθοδος, αναλώσιμα δεδομένα) και η ψηφιοποίηση των αναλογικών χαρτών.

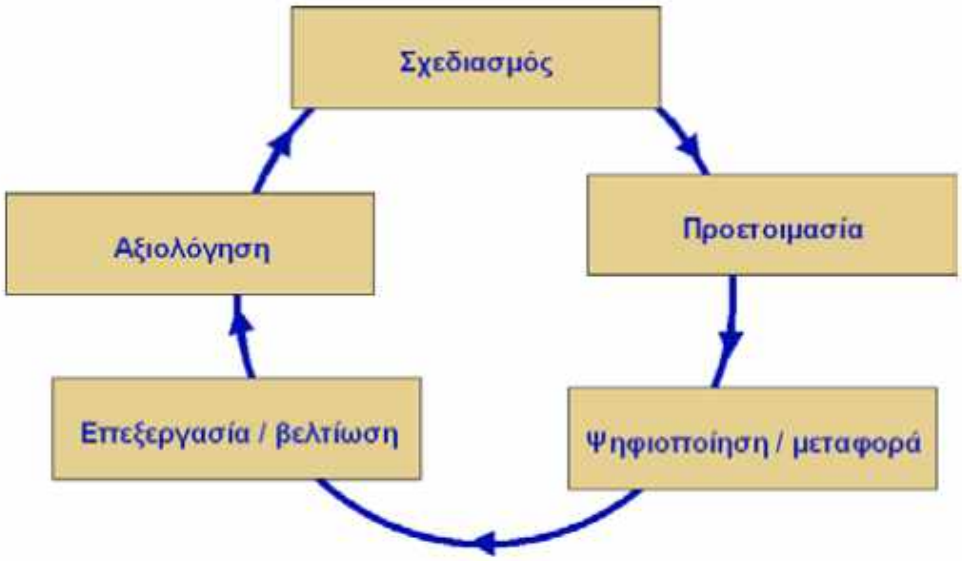
Πίνακας 1. Πρωτογενή και δευτερογενή δεδομένα

	ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	**ΨΗΦΙΔΩΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**
ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ	• Τοπογραφικές μετρήσεις • Μετρήσεις με GPS • Δειγματοληψίες / απογραφές	• Δορυφορικές εικόνες • Αεροφωτογραφίες
ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ	• Ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτών • Μετατροπή ψηφιακών cad αρχείων • Φωτογραμμετρία • Μετατροπή ψηφιδωτών σε διανυσματικά δεδομένα	• Σάρωση χαρτών και εικόνων • Ορθοφωτοχάρτες • Μετατροπή διανυσματικών δεδομένων σε ψηφιδωτά

Για τη συλλογή δεδομένων ακολουθείται η εξής μέθοδος (Τσολάκης, 2013):

- Σχεδιασμός – ανάπτυξη σχεδίου συλλογής δεδομένων σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ΣΓΠ σε εξειδικευμένο προσωπικό, υλικά, λειτουργικά συστήματα κ.λπ.
- Προετοιμασία. Επιλογή λογισμικού και προετοιμασία δεδομένων προς εισαγωγή.
- Ψηφιοποίηση – μεταφορά. Αφορά στην συγκέντρωση και εισαγωγή πρωτογενών δεδομένων.
- Επεξεργασία – βελτίωση. Αφορά στον εντοπισμό και τη διόρθωση λαθών καθώς και στην βελτίωση της ποιότητας των δεδομένων.

- Αξιολόγηση. Η ποιότητα των δεδομένων καθορίζει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Έτσι, γίνεται ποιοτική και ποσοτική αξιολόγηση των δεδομένων και αν κριθούν ανεπαρκή επαναλαμβάνεται η διαδικασία.



Διάγραμμα 4. Στάδια συλλογής γεωγραφικών δεδομένων
Πηγή: Τσολάκης, 2013

4. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΟΜΩΝ

4.1. Χωροθέτηση σχολικών μονάδων ως εργαλείο αναδιοργάνωσης της εκπαίδευσης

Το πρόβλημα της χωροθέτησης σχολικών μονάδων αποτελεί πρόβλημα χωρικού σχεδιασμού όπου η έννοια του «γεωγραφικού χώρου» συνδέεται άμεσα με την φύση του προβλήματος. Η θέση του σχολείου, η απόσταση από κατοικημένες περιοχές και το ανάγλυφο της περιοχής αποτελούν χωρικές διαστάσεις του προβλήματος. Μεθοδολογικά, προσδιορίζονται οι τοποθεσίες εγκατάστασης των σχολικών μονάδων με βάση χωρικά κατανεμημένες προϋποθέσεις και στη συνέχεια επιλέγονται κάποια συγκεκριμένα μετρήσιμα κριτήρια και βελτιστοποιούνται. Τα πρότυπα χωροθέτησης χρησιμοποιούνται στη λήψη αποφάσεων σε τομείς που σχετίζονται με τον εντοπισμό όλων των υποψήφιων θέσεων χωροθέτησης, τη βέλτιστη χωροθέτηση εγκαταστάσεων στην περιοχή, τον υπολογισμό της αποδοτικότητας προηγούμενων αποφάσεων χωροθέτησης και τη βελτίωση υπαρχόντων σχεδίων χωροθέτησης (Μητρόπουλος, 2007; Παπαφραγκάκη, 2011).

Βέβαια η χωροθέτηση σχολικών μονάδων συνιστά πρόβλημα χωροθέτησης εγκαταστάσεων δημοσίου τομέα όπου οι εγκαταστάσεις είναι ίδιου τύπου, σταθερές και κάθε «πελάτης» (μαθητής) εξυπηρετείται από μία και μόνη εγκατάσταση. Για να επιτευχθεί ο στόχος θα πρέπει να παρέχεται η μέγιστη εξυπηρέτηση των δημοτών.

Μέσω των ΣΓΠ είναι δυνατή η παρακολούθηση των ελλείψεων των σχολικών κτιρίων, η χωροθέτηση δημιουργίας τους και ο τρόπος συντήρησής τους. Έτσι, παρέχονται πληροφορίες για τις δυνατές επιλογές ίδρυσης σχολικής μονάδας που πληρούν όλες τις προϋποθέσεις ίδρυσής τους (βέλτιστες περιβαλλοντικές συνθήκες, σε σημείο με χαμηλή κυκλοφοριακή κίνηση, ευκολία πρόσβασης μαθητών και εκπαιδευτικών, αριθμό εξυπηρετούμενων μαθητών κ.λπ.). Οι εγκαταστάσεις πρέπει να χωροθετούνται με τρόπο που να ικανοποιούν την ζήτηση, τον ανεφοδιασμό, την κάλυψη περιοχών ή να συσχετίζονται με την ύπαρξη άλλων εγκαταστάσεων. Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι οικονομικά, δημογραφικά, οδικά και περιβαλλοντικά.

Έτσι, ένα σχολείο πρέπει να χωροθετηθεί σε θέση, που η απόσταση του από τους χρήστες να μην ξεπερνά μια ορισμένη τιμή. Η μεγιστοποίηση ή ελαχιστοποίηση της απόστασης από και προς τις σχολικές μονάδες αφορά τη διάκριση των εγκαταστάσεων σε επιθυμητές και μη επιθυμητές. Έντονη είναι η αλληλεπίδραση των μαθητών με τις εγκαταστάσεις και τον περιβάλλοντα χώρο. Στόχος είναι οι εγκαταστάσεις να είναι επιθυμητές και οι ενδιαφερόμενοι να προσπαθούν να προσεγγίσουν το σχολείο ελαχιστοποιώντας κατά το δυνατόν την μέση απόσταση (Μητρόπουλος, 2007).

4.2. Παράγοντες χωροθέτησης σχολικών μονάδων

Η επιλογή της καταλληλότερης θέσης εγκατάστασης μιας εκπαιδευτικής μονάδας είναι καθοριστικής σημασίας για την αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα της παροχής εκπαιδευτικών υπηρεσιών και εξυπηρέτησης όλων των εμπλεκομένων πλευρών (μαθητών, εκπαιδευτικό προσωπικό κ.λπ.) όσο το δυνατόν περισσότερο. Η επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης ενός σχολείου προσδιορίζει και την επιτυχημένη ή μη, παροχή των υπηρεσιών για τις οποίες σχεδιάστηκε. Οι λανθασμένες επιλογές είναι λανθασμένες χωροθετήσεις και αντικατοπτρίζουν την άνιση κατανομή των μαθητών στα σχολεία και την ανομοιογένεια στα επίπεδα εξυπηρέτησης. Έτσι, ως αποτέλεσμα παρατηρούνται μεγάλες μετακινήσεις, από και προς τα σχολεία με ανάλογες συνέπειες (Φώτης, 2000). Κύριος στόχος της χωροθέτησης δημοσίων υπηρεσιών και συγκεκριμένα σχολικών μονάδων είναι η βέλτιστη δυνατή κάλυψη των κοινωνικών αναγκών, για το σύνολο των πολιτών.

Επιπλέον, η ανέγερση και δημιουργία σχολείου είναι μια μακροχρόνια επένδυση με πολύ υψηλό κόστος. Έτσι, για να είναι επιτυχημένη θα πρέπει να ληφθούν οι σωστές αποφάσεις που θα ικανοποιούν τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την αποδοτικότητα της εγκατάστασης. Ειδικότερα, ένα σχολικό κτίριο πρέπει να χωροθετηθεί για να ικανοποιεί τη ζήτηση που υπάρχει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και την κάλυψη των περιοχών για τις οποίες προσδιορίζεται η δημιουργία τους. Επομένως, η θέση εγκατάστασης ενός σχολείου δεν πρέπει να εξετάζει μόνο κάποια

λειτουργικά χαρακτηριστικά της, αλλά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι παράμετροι και οι ανάγκες των ατόμων για τα οποία προορίζεται και με τα οποία αλληλοεπιδρά.

Γενικά, για τη χωροθέτηση των σχολικών μονάδων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ελαχιστοποίηση της απόστασης που ο μαθητής διανύει από και προς το σχολείο και ο καθορισμός του ανώτατου αριθμού μαθητών που μπορεί να φιλοξενήσει ένα σχολείο. Μπορεί αυτοί οι περιορισμοί κάποιες φορές να έρχονται σε σύγκρουση. Όμως, η κατανομή του πληθυσμού, με τη συγκεκριμενοποίηση των ηλικιακών ομάδων ενδιαφέροντος (ηλικιακές ομάδες που πηγαίνουν τώρα σχολείο αυτές που θα πάνε στο μέλλον) οδηγεί σε υπολογισμό σχετικά με τις παρούσες και μελλοντικές ανάγκες χωροθέτησης σχολείων (Νεοφύτου, 2010).

Αναλυτικότερα, οι βασικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση του προβλήματος χωροθέτησης μιας σχολικής μονάδας σε μια περιοχή είναι οι εξής (Νεοφύτου, 2010):

- Ο πληθυσμός: Ο συνολικός πληθυσμός, οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά πληθυσμών και τα ποσοστά αύξησης αυτού χρησιμοποιούνται ως μέτρα πιθανής ζήτησης νέων σχολικών μονάδων.
- Η ηλικία του πληθυσμού: Είναι εμφανής η σημασία της ηλικίας του πληθυσμού ως παράγοντα δημιουργίας σχολικών μονάδων. Όσο περισσότερα άτομα μέχρι 18 ετών ζουν στην περιοχή, σε σχέση με το σύνολο του πληθυσμού, τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη για δημιουργία νέων σχολικών εγκαταστάσεων.
- Η παρουσία άλλων σχολείων: Πρέπει να εξετάζεται αν στην περιοχή υπάρχουν άλλα σχολεία και να μελετηθεί αν αυτά καλύπτουν τις υπάρχουσες ανάγκες.
- Οι μέγιστες διανυόμενες αποστάσεις από τους μαθητές, εξαιρουμένων των μαθητών Α.Μ.Ε.Α., με αφετηρία μέτρησης το γεωμετρικό κέντρο του προτεινομένου χώρου για την ανέγερση του σχολείου.
- Η φυσική θέση του νέου σχολείου: Το σχολείο θα πρέπει να συνδέεται με οδικό δίκτυο ήπιας κυκλοφορίας, για την αποφυγή ατυχημάτων και μεγαλύτερη ασφάλεια στις μετακινήσεις από και προς αυτό. Επίσης θα πρέπει να βρίσκεται κοντά σε χώρους αναψυχής και αθλητικά κέντρα για διευκόλυνση της πρόσβασης των

μαθητών. Επιπλέον, η κλίση του εδάφους δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το 10% και τέλος για λόγους ασφαλείας σε περίπτωση πλημμύρας, να απέχει από ποτάμια ή ρέματα που μπορεί να βρίσκονται στην περιοχή (Νεοφύτου, 2010).

- Το εμβαδόν του οικοπέδου ανέγερσης του σχολικού κτηρίου ανά βαθμίδα εκπαίδευσης και αριθμό μαθητών.

4.3. Κριτήρια καταλληλόλητας και επιλογής χώρου

4.3.1. Πολεοδομικά σταθερότυπα

Τα **πολεοδομικά σταθερότυπα** (standards) και τα ανώτατα όρια πυκνοτήτων που εφαρμόζονται κατά την εκπόνηση γενικών πολεοδομικών σχεδίων καθορίζονται με την απόφαση 10788/2004 (ΦΕΚ 285/Δ/5-3-2004). Συγκεκριμένα, για τα κτίρια Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, το άρθρο 5 αναφέρει τα εξής (πίνακας 2):

1. Νηπιαγωγείο. Το Νηπιαγωγείο χωροθετείται απαραίτητα μέσα στα όρια της πολεοδομικής ενότητας με μέγιστη ακτίνα εξυπηρέτησης 400μ. και πεζή προσέλευση. Η ελάχιστη βιώσιμη μονάδα Νηπιαγωγείου αποτελείται από 20-30 παιδιά (το ποσοστό του πληθυσμού που αποτελεί χρήστες του Νηπιαγωγείου εκτιμάται σε 2%). Η επιφάνεια των γηπέδων ανά χρήστη είναι κατά κανόνα 15-24 τ.μ./ χρήστη.
2. Δημοτικό. Το Δημοτικό Σχολείο χωροθετείται μέσα στα όρια της πολεοδομικής ενότητας με βασικό κριτήριο την μέγιστη ακτίνα εξυπηρέτησης 800μ. Σε προγραμματιζόμενες μονάδες, στα αστικά κέντρα και σε οικισμούς όπου το μαθητικό δυναμικό το επιτρέπει, θεωρείται ως βιώσιμη μονάδα το 6/θέσιο Δημοτικό με δυναμικό 180 μαθητές (30 μαθητές ανά τάξη). Το δυναμικό των 180 μαθητών αντιστοιχεί σε πληθυσμό 1.800 κατοίκων (στατιστικά δεδομένα δείχνουν ότι οι ηλικίες 6-11 ετών αντιστοιχούν περίπου στο 10% του πληθυσμού). Η επιλογή χωροθέτησης 6/θέσιου ή 12/θέσιου Δημοτικού σε ήδη κατοικημένες περιοχές και τηρουμένου ως βασικού κριτηρίου της ακτίνας εξυπηρέτησης, εξαρτάται από

την πυκνότητα δόμησης και την προσφερόμενη θέση - επιφάνεια. Η επιφάνεια του γηπέδου ανά χρήστη κατά κανόνα κυμαίνεται σε 7-11 τ.μ. / χρήστη.

Πίνακας 2: Κατευθύνσεις χωροθέτησης μονάδων Α/βάθμιας και Β/βάθμιας εκπαίδευσης

ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ					ΠΡΟΤΥΠΑ				
	ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ		ΠΟΛΗ			% χρηστών στον πληθυσμό	Μαθητές/τάξη ή τμήμα (max)	Max ακτίνα εξυπηρέτησης	ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ Βαθμίδες Ηλικίες	Γειτονιά	Ομάδα Γειτονιών - Συνοικία	Έδρα Δήμου	Πρωτεύουσα Νομού	Κέντρο Περιφέρειας				Βιώσιμο Μέγεθος (χρήστες)	Επιφάνεια Γηπέδου / χρήστη Ελάχιστη
ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ 4-5 ετών	•					2	20-30	400	20-30	15-21
ΔΗΜΟΤΙΚΟ 6-11 ετών	•					10	30	800	30-90	7-11
ΓΥΜΝΑΣΙΟ 12-15 ετών	•	•				5	35	1500	105	8-12
ΛΥΚΕΙΟ 15-18 ετών	•	•	•			4	35	1500	105	7-11
ΓΥΜΝΑΣΙΟ-ΛΥΚΕΙΟ 12-18 ετών	•	•	•			9	35	1500	210	8-12
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ - ΕΚΠΑΙΔΥΤΙΚΑ - ΑΘΛΗΤΙΚΑ - ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΑ 4-18 ετών		•	•						1500 2000	20-30
ΕΙΔΙΚΑ ΣΧΟΛΕΙΑ			•	•	•					
ΑΝΩΤΕΡΗ - ΚΑΤΕΕ				•	•					
ΑΝΩΤΑΤΗ					•					

Πηγή: ΦΕΚ 285/Δ/2004

3. Γυμνάσιο ή Λύκειο. Ελάχιστη βιώσιμη μονάδα Γυμνασίου αποτελεί μαθητικό δυναμικό 105 παιδιών (τρία τμήματα των 35 μαθητών) που σύμφωνα με πληθυσμιακά στατιστικά στοιχεία, αντιστοιχεί σε πληθυσμό 2.100 κατοίκων (οι ηλικίες Γυμνασίου αντιστοιχούν περίπου στο 5% του πληθυσμού). Ελάχιστη βιώσιμη μονάδα Λυκείου αποτελεί μαθητικό δυναμικό 105 μαθητών (3 τμήματα των 35 μαθητών) που αντιστοιχεί σε πληθυσμό 2.700 κατοίκων (το ποσοστό φοιτούντων στο Λύκειο αντιστοιχεί περίπου στο 4% του πληθυσμού). Είναι εκπαιδευτικά και λειτουργικά δυνατή συγκρότηση εκπαιδευτικών μονάδων Γυμνασίου και Λυκείου με συνολική ανάπτυξη μαθητικού δυναμικού από 210 μαθητές (6 τμήματα). Η απαραίτητη επιφάνεια κυμαίνεται σε 7-11 τ.μ. / χρήστη.

4. Ειδικά Σχολεία. Σταθερότυπα για τα ειδικά σχολεία καθορίζονται σύμφωνα με τα προγράμματα του οικείου φορέα (ΥΠ.Ε.Π.Θ.).

4.3.2. Κριτήρια καταλληλόλητας

Σύμφωνα με τα ΦΕΚ 1150/2006, ΦΕΚ 635/2007 και ΦΕΚ 4519/2019 τα κριτήρια καταλληλόλητας επιλογής χώρων για την ανέγερση διδακτηρίων Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, καθώς και χώρων μετά κτιρίων κατάλληλων για στέγαση σχολικών μονάδων είναι τα εξής.

1. Χωροταξική κατανομή: Η επιλογή των σχολικών χώρων πρέπει να επιδιώκεται στο πλαίσιο της διαδικασίας κατάρτισης-έγκρισης του Πολεοδομικού Σχεδίου. Σε περίπτωση τροποποίησης του ισχύοντος πολεοδομικού σχεδίου ή στην περίπτωση μη ύπαρξης εγκεκριμένου σχεδίου, και εφόσον υφίστανται λόγοι επείγοντος, η διερεύνηση των αναγκών για τον καθορισμό νέων σχολικών χώρων γίνεται σε επίπεδο πολεοδομικής ενότητας. Σε κάθε περίπτωση πέρα από τον καθορισμό ενός σχολικού χώρου θα πρέπει να επιδιώκεται και η θεσμοθέτηση χρήσεων στη γειτνιάζουσα περιοχή.

   Κατά την χωροθέτηση νέου σχολείου, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι θέσεις, η περιοχή επιρροής και το μαθητικό δυναμικό των ήδη υπαρχόντων Δημοσίων Σχολείων, ώστε οι μέγιστες διανυόμενες αποστάσεις από τους μαθητές, εξαιρουμένων των μαθητών Α.Μ.Ε.Α., με αφετηρία μέτρησης το γεωμετρικό κέντρο του προτεινομένου οικοπέδου, να είναι οι εξής:

   - Για νήπια: απόσταση 400-500 μέτρα.
   - Για μαθητές Δημοτικού: απόσταση 400-800 μέτρα
   - Για μαθητές Γυμνασίου: απόσταση 1000-1200
   - Για μαθητές Λυκείου: απόσταση 1000-1500

   Σε οικιστικές περιοχές, που δεν υπάρχουν οικόπεδα στην προαναφερόμενη απόσταση, μπορεί να γίνουν αποδεκτοί χώροι που βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση, όχι όμως μεγαλύτερη του διπλάσιου της κατώτερης αποδεκτής απόστασης κατά περίπτωση.

2. Προσπέλαση – Προσβασιμότητα: Κατά την επιλογή του οικοπέδου λαμβάνονται υπόψη όλα όσα προβλέπονται από την ισχύουσα νομοθεσία σχετικά με την προσβασιμότητα, προσπελασιμότητα και ασφάλεια των μαθητών κατά την μετακίνησή τους από και προς το σχολείο. Θεμιτό είναι να βρίσκεται σε κοντινή απόσταση (το πολύ 200 μέτρα) σε χώρους αναψυχής και αθλητικά κέντρα, για λόγους ασφαλείας να απέχει τουλάχιστον διακόσια (200) μέτρα από ποτάμια ή ρέματα που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή ενώ σε περιπτώσεις που η εγκατάσταση προβλέπεται σε περιοχές άγονες ή αγροτικές και όχι σε δομημένες ή δασικές, η κλίση του εδάφους να μην ξεπερνάει το 10%. Επιπλέον, πρέπει να αποφεύγεται, όσο το δυνατόν περισσότερο, η γειτνίαση με οδικές αρτηρίες μεγάλου κυκλοφοριακού φόρτου, σιδηροδρομικές γραμμές, σταθμούς λεωφορείων, επαγγελματικούς χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων, ζώνες άμεσης επιρροής διαδρόμων αερολιμένων και αεροδιαδρόμων κ.λπ. και γενικότερα με κάθε χώρο που η λειτουργία του μπορεί να βλάψει την ασφάλεια και την υγεία των μετακινουμένων μαθητών.

3. Οχλούσες χρήσεις του περιβάλλοντος χώρου: Ο χώρος πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση τουλάχιστον ίση με την οριζόμενη από τις ισχύουσες διατάξεις (ΦΕΚ 1150/2006 οριζόταν στα 500 μέτρα με δυνατότητα μείωσης στα 200 μέτρα σε πυκνοδομημένες αστικές περιοχές) και σύμφωνα με τους περιορισμούς που κάθε φορά επιβάλλονται από τους αρμόδιους φορείς κατά την αδειοδότηση της οχλούσας δραστηριότητας. Γενικά πρέπει να αποφεύγονται χώροι ή λειτουργίες, που αποτελούν εστίες ηχορύπανσης, ατμοσφαιρικής ρύπανσης, επικίνδυνης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, πυρκαγιάς, εκρήξεων και άλλων μολύνσεων, ώστε να αποτρέπονται οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι που απορρέουν από τη γειτνίαση. Επίσης εξετάζεται η προηγούμενη χρήση του οικοπέδου και τηρείται εύλογη απόσταση από εν δυνάμει επικίνδυνες κατασκευές, όπως καμινάδες κ.λπ. Ειδικότερα:

3.1. <u>Σταθμοί κεραιών στην ξηρά – Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Υποσταθμοί υψηλής τάσης και Κ.Υ.Τ.:</u> Πρέπει να εξασφαλίζεται η τήρηση των προβλεπομένων ορίων ασφαλούς έκθεσης μαθητών και εκπαιδευτικών σε

ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ή ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, στους σχολικούς χώρους. Αυτά ορίζονται από τις διατάξεις εγκατάστασης κεραιών και συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας). Εάν διαπιστωθεί, βάσει μετρήσεων από αρμόδιους ή εξουσιοδοτημένους φορείς, υπέρβαση των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού, ενημερώνονται έγκαιρα οι αρμόδιες αρχές, ώστε να εξασφαλιστεί η τήρηση των προβλεπομένων ορίων πριν την έναρξη λειτουργίας του σχολείου και καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του.

3.2. Πρατήρια υγρών και αερίων καυσίμων: Τήρηση των προβλεπόμενων διατάξεων και κανονιστικών πράξεων.

3.3. Βιομηχανικές δραστηριότητες, αποθήκες επικίνδυνων εμπορευμάτων: Τήρηση των προβλεπόμενων διατάξεων και κανονιστικών πράξεων

3.4. Καταστήματα εστίασης και διασκέδασης: Τήρηση των προβλεπόμενων διατάξεων και κανονιστικών πράξεων. Πέραν των όσων προβλέπονται στον Κώδικα Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας, ισχύουν οι κάτωθι περιορισμοί αποστάσεων:

3.4.1 Όλα τα Πρακτορεία οφείλουν να απέχουν τουλάχιστον 100 μέτρα απόσταση, μετρούμενη ως η κοντινότερη διαδρομή πεζή από την κύρια είσοδο πρωτοβάθμιων και δευτεροβάθμιων σχολείων. Στους περιορισμούς της παραγράφου αυτής δεν υπάγονται τα Πρακτορεία, τα οποία λειτουργούσαν πριν την εφαρμογή της παρούσας, πλην της περίπτωσης μετεγκατάστασης.

3.4.2 Τα Πρακτορεία τύπου Α, Γ και ΣΤ οφείλουν να απέχουν μεταξύ τους απόσταση 100 τουλάχιστον μέτρων, μετρούμενη ως η κοντινότερη διαδρομή πεζή από τις κύριες εισόδους τους.

3.4.3 Τα Πρακτορεία τύπου Β οφείλουν να απέχουν μεταξύ τους τις αποστάσεις που ορίζονται για τα Καταστήματα τύπου Β από τον Κανονισμό Διεξαγωγής και Ελέγχου Παιγνίων μέσω Παιγνιομηχανημάτων.

3.4.4 Τα Πρακτορεία τύπου Δ' οφείλουν να απέχουν μεταξύ τους απόσταση 500 τουλάχιστον μέτρων, μετρούμενη ως η κοντινότερη διαδρομή πεζή από τις κύριες εισόδους τους.

3.5. Σωφρονιστικά ιδρύματα, Νοσηλευτικά Ιδρύματα, Νεκροταφεία: Τήρηση των προβλεπόμενων διατάξεων και κανονιστικών πράξεων

3.6. Πτηνοκτηνοτροφικές μονάδες: Τήρηση των προβλεπόμενων διατάξεων και κανονιστικών πράξεων

4. Εμβαδόν και τεχνικά χαρακτηριστικά χώρων: Το εμβαδόν των απαιτούμενων χώρων για ανέγερση σχολικών κτιρίων ανά βαθμίδα εκπαίδευσης και αριθμό μαθητών:

- περίπου 1.200μ^2 για Νηπιαγωγείο 2 τάξεων, 30 νηπίων.
- περίπου 1.400μ^2 για Νηπιαγωγείο 3τάξεων, 60 νηπίων.
- περίπου 1.850μ^2 για 3/θέσιο Δημοτικό Σχολείο, 90 μαθητών.
- περίπου 2.600μ^2 για 6/θέσιο Δημοτικό Σχολείο, 180 μαθητών.
- περίπου 3.200μ^2 για 9/θέσιο Δημοτικό Σχολείο, 270 μαθητών.
- περίπου 3.800μ^2 για 12/θέσιο Δημοτικό Σχολείο, 360 μαθητών.
- περίπου 3.400μ^2 για 6/θέσιο Γυμνάσιο ή Λύκειο, 210 μαθητών.
- περίπου 4.200μ^2 για 9/θέσιο Γυμνάσιο ή Λύκειο, 315 μαθητών.
- περίπου 4.800μ^2 για 12/θέσιο Γυμνάσιο ή Λύκειο, 420 μαθητών.
- περίπου 5.000 έως 7000μ^2 για ΕΠΑΛ. ανάλογα με τις ειδικότητες και τα εργαστήρια.

Τα οικόπεδα είναι επιθυμητό να έχουν κανονικό σχήμα, να είναι επίπεδα χωρίς έντονες κλίσεις και ελεύθερα κτισμάτων ή άλλων εγκαταστάσεων. Βέβαια, σε πυκνοδομημένες περιοχές, που δεν υπάρχουν χώροι με την προαναφερόμενη επιφάνεια, γίνονται αποδεκτοί χώροι με μικρότερη επιφάνεια, εφόσον τα λοιπά χαρακτηριστικά εξασφαλίζουν την δυνατότητα ανέγερσης του απαιτούμενου διδακτηρίου.

5. Εμβαδόν και τεχνικά χαρακτηριστικά χώρων μετά κτιρίων καταλλήλων για στέγαση Σχολικών Μονάδων: Ως προς την ενοικίαση κτηρίων, πέρα από τα προηγούμενα κριτήρια θα πρέπει να εξετάζεται επίσης:

- Το εγκεκριμένο Κτιριολογικό Πρόγραμμα της αντίστοιχης σχολικής βαθμίδας.
- Η στατική επάρκεια του κτιρίου.

- Η νομιμότητα της κατασκευής ή η αιτιολογημένη εξαίρεση από οικείες πολεοδομικές διατάξεις.
- Η τήρηση των διατάξεων του Γ.Ο.Κ. (1985) και του Κτιριοδομικού Κανονισμού για την Πυροπροστασία (Π.Δ. 71/1988, ΦΕΚ32/Α/17.2.1988), για τους χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων (ΦΕΚ 164/Δ/11.4.1991) καθώς και η νομοθεσία που αφορά στις κατασκευές και εγκαταστάσεις για άτομα ειδικής κατηγορίας Α.Μ.Ε.Α.
- Τα δομικά υλικά κατασκευής τους να μην περιέχουν επιβλαβή για την υγεία στοιχεία όπως π.χ. αμίαντο.

4.4. Παραδείγματα χωροθέτησης σχολικών μονάδων με μεθόδους ΣΓΠ από τη διεθνή βιβλιογραφία

Ο Svatos (2001) διερεύνηση τις προϋποθέσεις χωροθέτησης στο Delaware των Ηνωμένων Πολιτειών. Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τρέχουσες σχολικές τοποθεσίες, αγροτεμάχια, χρήση γης, αποχετευτικό, ψηφιακές φωτογραφίες, υποκατάστατες τοποθεσίες και περιβαλλοντικοί περιορισμοί (πλημμύρες, προστασία υδάτινων πόρων, απότομες πλαγιές κ.λπ.). Εν συνεχεία περιόρισε τις περιοχές χρησιμοποιώντας ανάλυση δικτύου για να προσδιορίσει εάν το GIS θα μπορούσε να εφαρμοστεί για να βοηθήσει στην επιλογή κατάλληλων θέσεων για σχολεία. Έτσι, διέσπασε τα κριτήρια κάνοντας καθένα από αυτά ξεχωριστό τύπο κριτηρίων ελέγχου. Ταξινόμησε τις περιοχές βάσει των κριτηρίων διαλογής αλλά υποστήριξε ότι τα περιορισμένα εργαλεία ανάλυσης που είχε στη διάθεσή του δεν του επέτρεψαν να προσδιορίσει εάν η ανάλυση ήταν μια βιώσιμη επιλογή για την επιλογή σχολικών τοποθεσιών.

Ο Liddle (2012) διερεύνησε τα κριτήρια δημιουργίας σχολείου στο Durham (Βόρεια Carolina) επιλέγοντας τη βέλτιστη θέση. Η πολυκριτηριακή προσέγγιση από τον Liddle (2012) έθεσε ως παράγοντες το περιβάλλον (κλίση, κάλυψη εδάφους, περιοχές προστατευμένες), την ασφάλεια (φωτιές, πλημμύρες), την προσβασιμότητα (βιβλιοθήκες, οδικές αρτηρίες, άτομα μικρότερα των 15 ετών) και τη ζήτηση.

Ο Jayaweera (2014) μελετά τις προϋποθέσεις ανέγερσης νέου σχολείου στη Sri Lanka. Ανέπτυξε ένα πολυκριτηριακό μοντέλο που συνέβαλε στη λήψη της βέλτιστης τελικής απόφασης. Στόχος ήταν να αυξήσει την ικανότητα των σχολείων της χώρας επιλέγοντας κατάλληλη περιοχή για δημιουργία νέου σχολείου σε περιοχή υψηλής ζήτησης. Τα κριτήρια που τέθηκαν ήταν η εγγραφή μαθητών στα σχολεία, η προσβασιμότητα (ταχεία, ασφαλής), η απόσταση του σχολείου από το σπίτι των μαθητών, γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, γεωγραφικές και περιβαλλοντικές συνθήκες. Το μοντέλο GIS που αναπτύχθηκε από τον Jayaweera (2014) ήταν οικονομικό, λιγότερο χρονοβόρο και πιο παραγωγικό από τις παραδοσιακές προσεγγίσεις για πιθανή επιλογή τοποθεσίας ανέγερσης σχολείων στη Sri Lanka.

Ο Stewart (2016) μελέτησε τις βέλτιστες θέσεις για τη δημιουργία νέων σχολείων διαφορετικών επιπέδων στην πόλη Greenville, Νότια Carolina. Στόχος ήταν η βελτιστοποίηση του κόστους και της προσβασιμότητας. Από την έρευνα φάνηκε ότι οι βέλτιστες θέσεις ήταν κοντά σε πυκνοκατοικημένες περιοχές στο κέντρο της πόλης. Για να γίνει ευκολότερος ο εντοπισμός της βέλτιστης περιοχής, οι τοποθεσίες ταξινομήθηκαν και βαθμολογήθηκαν επτά κριτήρια που τέθηκαν τα οποία είναι: η χρήση γης, ο χωρισμός σε ζώνες (π.χ. εμπορική, βιομηχανική κ.λπ.), η κλίση του εδάφους, το επίπεδο κίνησης αυτοκινήτων στους δρόμους, η προσβασιμότητα με τα πόδια και με ποδήλατο, η πυκνότητα του πληθυσμού και η ασφάλεια των μαθητών (State of North Carolina Center for Geographic Information and Analysis 1994; Office of School Facilities 2013). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα κανένα από τα σημεία δεν εντοπίστηκε κοντά στο κέντρο της πόλης του Greenville ή κοντά σε εμπορικές περιοχές. Οι καλύτερες τοποθεσίες βρίσκονταν σε σημεία όπου πληρούνται τουλάχιστον πέντε από τα κριτήρια.

Ο Ali (2018) διερεύνησε τις προϋποθέσεις δημιουργίας νέου σχολείου στην πόλη Al-Mahaweel (Ιράκ) θέτοντας διαφορετικά κριτήρια κατά τη χωρική ανάλυση όπως απόσταση από υπάρχοντα σχολεία και μεγάλες οδούς, κλίση εδάφους, χρήση γης, μέγεθος πληθυσμού και ηλικίες μικρότερες των 14 ετών. Χρησιμοποιήθηκε η πολυκριτιριακή ανάλυση GIS για την ανάλυση, χαρτογράφηση και οπτικοποίηση

των χωρικών δεδομένων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα 18% της περιοχής ήταν κατάλληλη για ανέγερση σχολείου, 73% μέτρια κατάλληλη και 9% ακατάλληλη.

5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

5.1. Καθορισμός του προβλήματος

Το **βασικό ερευνητικό ερώτημα** το οποίο προκύπτει από την παρούσα έρευνα είναι το κατά πόσον τα μοντέλα χωροθετήσεων-κατανομών σχολικών μονάδων στο Δήμο Αιγάλεω, είναι σε θέση να προσεγγίσουν αλλά και να βελτιώσουν τις υφιστάμενες μελέτες για το λόγο αυτό, που έχουν γίνει διαχρονικά με κλασσικές μεθόδους.

Στο Δήμο Αιγάλεω υπάρχει ένα δίκτυο σχολικών μονάδων πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, που περιλαμβάνει νηπιαγωγεία, δημοτικά, γυμνάσια, λύκεια (Γενικά και ΕΠΑΛ). Είναι σημαντικό λοιπόν να εξεταστεί το κατά πόσον το υφιστάμενο σχολικό δίκτυο ικανοποιεί τις ανάγκες του πληθυσμού, το κατά πόσον είναι ικανό να εξυπηρετεί το σύνολο του μαθητικού δυναμικού της περιοχής, το κατά πόσον ο αριθμός των σχολικών μονάδων ανά κατηγορία σχολείου είναι επαρκής, και τέλος το κατά πόσον το κάθε σχολείο είναι χωροθετημένο ώστε να ικανοποιεί τις απαραίτητες προϋποθέσεις (τα κριτήρια δηλαδή καταλληλόλητας που αναφέρθηκαν στα υποκεφάλαια 4.2 και 4.3).

Το **μεθοδολογικό πλαίσιο** συνοψίζεται στην κατανόηση και τη διατύπωση του ερευνητικού ερωτήματος, στην ανάπτυξη του αντίστοιχου μοντέλου (εννοιολογική και ποσοτική), στην ανάλυση του μοντέλου, στην αξιολόγηση και την εκτέλεση των αποτελεσμάτων (Rahman and Smith, 2000; Μητρόπουλος, 2007). Σημαντικό στη διαδικασία επίλυσης μοντέλων χωροθέτησης είναι η επιλογή των κατάλληλων κριτήριων και της συνακόλουθης αντικειμενικής συνάρτησης που θα βελτιστοποιεί τα κριτήρια αυτά και εξαρτάται από τη φύση των μονάδων εξυπηρέτησης, στη συγκεκριμένη περίπτωση των σχολικών μονάδων (Μητρόπουλος, 2007).

5.2. Κριτήρια - Περιορισμοί

Η επιλογή των μεταβλητών - κριτηρίων ανάλυσης γίνεται με βάση την σχετικότητα τους ως προς την θέση που καταλαμβάνουν στον χώρο, τα δημογραφικά

χαρακτηριστικά και το επίπεδο εξυπηρέτησης του κάθε σχολείου. Τα κριτήρια που τελικά επιλέγονται είναι:

- Ο χρόνος μετακίνησης (το πολύ 15 λεπτά) από και προς το σχολείο με υπολογισμό της απόστασης έως τον προτεινόμενο χώρο ανέγερσης του σχολείου. Δεν θα πρέπει ο χρόνος μετακίνησης να ξεπερνά το μέγιστο ανεκτό χρόνο.
- Ο αριθμός των ατόμων κάτω των 18 ετών. Με βάση την τελευταία σχετική απόφαση του υπουργείου Παιδείας ο αριθμός μαθητών δεν πρέπει να ξεπερνά τους 27 μαθητές ανά τμήμα.
- Η παρουσία άλλων σχολείων. Θα εξεταστεί η αλληλοεπικάλυψη των σχολείων της υπό μελέτη περιοχής.
- Η θέση του σχολείου και ο αριθμός μαθητών που μπορεί να απασχολήσει η σχολική μονάδα

5.3. Δεδομένα

Ο προσδιορισμός των αναγκαίων δεδομένων και η συγκέντρωση τους αποτελούν βασικό βήμα για την περαιτέρω ανάλυση. Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας ήταν απαραίτητη η συγκέντρωση πληροφοριών και δεδομένων, χωρικών, στατιστικών και άλλων που έγινε με την συνδρομή των αρμόδιων φορέων αλλά και μέσω του διαδικτύου.

Τα δεδομένα που αφορούν τις σχολικές μονάδες, τον αριθμό μαθητών ανά τάξη και τμήμα και τον αριθμό των τμημάτων προέρχονται από την Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Γ΄ Αθήνας (Αιγάλεω). Τα πληθυσμιακά δεδομένα προέρχονται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.) όπως προέκυψαν από την Εθνική Απογραφή 2011. Χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα για το μόνιμο πληθυσμό, για την υφιστάμενη κατάσταση και τον πληθυσμός που διαμένει στην περιοχή και εξυπηρετείται από τις σχολικές μονάδες.

5.4. Επεξεργασία – οπτικοποίηση δεδομένων

Για την επίλυση του προβλήματος, απαιτείται επεξεργασία των δεδομένων, εισαγωγή σε περιβάλλον ΣΓΠ και οπτικοποίησή τους. Δημιουργήθηκαν θεματικοί χάρτες και πίνακες με πρωτογενή και δευτερογενή δεδομένα που παρουσιάζουν την υφιστάμενη κατάσταση (Κουτσόπουλος και Ανδρουλακάκης, 2005). Η σημειακή οπτικοποίηση των θέσεων των υφιστάμενων σχολικών μονάδων έγινε με την χρήση του διαδικτύου και το Google Maps εισάγοντας τη διεύθυνση του σχολείου. Παράλληλα, δημιουργήθηκε πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών των σχολικών μονάδων. Η ανάλυση των πληροφοριών που παρουσιάζονται στους χάρτες και τους πίνακες, οδηγούν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για το ερώτημα της εργασίας. Για τη δημιουργία των χαρτών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS 10.8.1 της ESRI. Η επεξεργασία των στατιστικών δεδομένων και η δημιουργία πινάκων και διαγραμμάτων έγινε στο Excel της Microsoft Office.

5.5. Λήψη αποφάσεων

Η τελική λήψη απόφασης εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων που θα εισαχθούν στο σύστημα. Εάν τα δεδομένα είναι χαμηλής ποιότητας τότε η απόφαση είναι ελλιπής ενώ υπάρχει πιθανότητα, σε οποιοδήποτε στάδιο ενός ΣΓΠ, αλλοίωσης της ποιότητα των δεδομένων. Βέβαια για τη λήψη απόφασης, όπως προαναφέρθηκε, απαιτείται σαφής καθορισμός του προβλήματος, προσδιορισμός των πληροφοριών, των δεδομένων και των περιγραφικών χαρακτηριστικών τους, εύρεση εναλλακτικών λύσεων και εν τέλει εύρεση της βέλτιστης λύσης. Η διαδικασία λήψης/στήριξης απόφασης ακολουθεί τρεις (γενικές) φάσεις με όχι κατ' ανάγκη γραμμική σχέση μεταξύ τους: πληροφόρηση (επιλογή και καταμερισμός θέσης), σχεδιασμός (επιλογή χρήσης γης) και επιλογή (καταμερισμός χρήσης γης) (Κουκούλας, 2005).

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΙΓΑΛΕΩ

6.1. Ταυτότητα της υπό μελέτη περιοχής

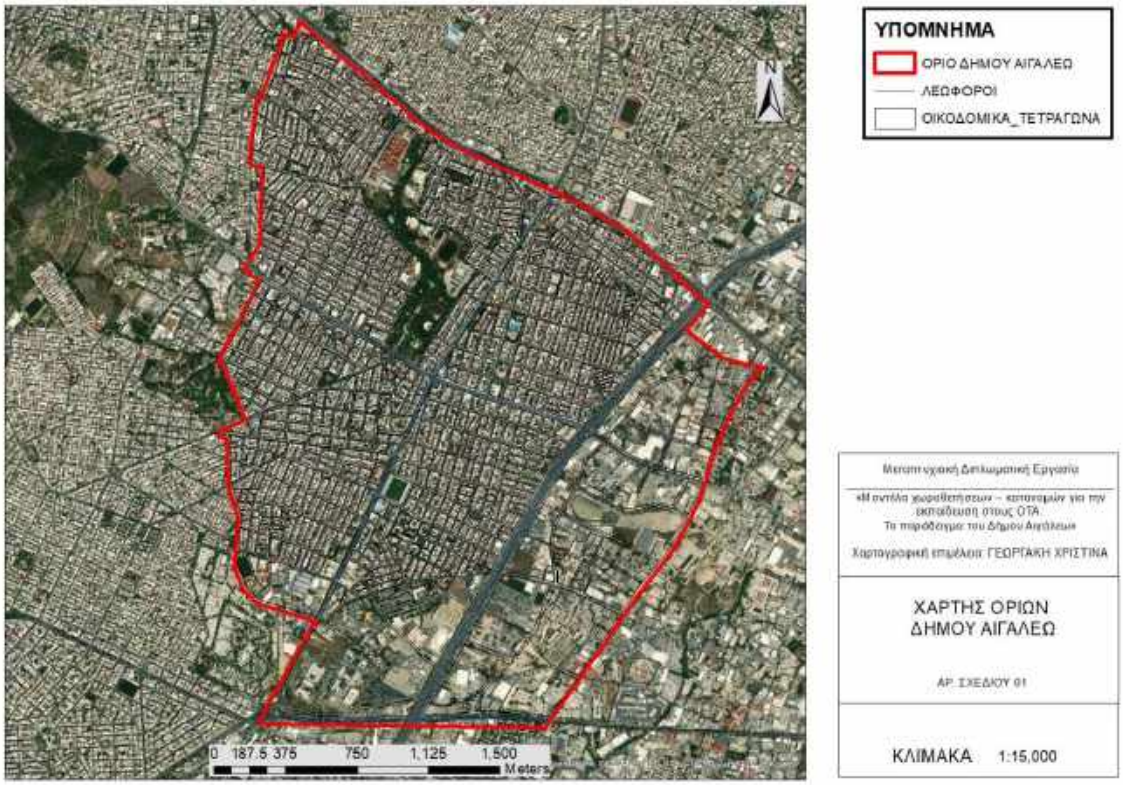
Ο Δήμος Αιγάλεω βρίσκεται στο Δυτικό Τομέα του Αθηναϊκού Πεδίου της Περιφέρειας Αττικής και αναπτύχθηκε εκατέρωθεν της αρχαίας Ιεράς Οδού. Η πόλη πήρε το όνομά της από το όρος Αιγάλεω, απ' όπου ο βασιλιάς των Περσών Ξέρξης παρακολούθησε την καταστροφή του στόλου του από τους Έλληνες, στην ιστορική ναυμαχία της Σαλαμίνας (https://www.aigaleo.gr/history/). Το αρχαιοελληνικό του όνομα προέρχεται από τις λέξεις «αίγες» (=κύματα) και «λάας» (=λίθος, βράχος), δηλαδή «ο βράχος στον οποίο σπάζουν τα κύματα».

Το Αιγάλεω έχει συνολική έκταση 6,5km^2 από τα οποία η νομοθετημένη έκταση καλύπτει τα 5,38km^2. Η έκταση του μη νομοθετημένου τμήματος 1,12km^2 αφορά την περιοχή του Ελαιώνα, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας καταλαμβάνεται από μεγάλες εγκαταστάσεις βιομηχανιών και βιοτεχνιών. Το Αιγάλεω συγκαταλέγεται στους παλαιότερους Δήμους της Χώρας και υπήρξε από πάντα πόλος έλξης οικιστών. Ο πληθυσμός του, σύμφωνα με την απογραφή του 2011, είναι 69.946 κάτοικοι. Αποτελεί συγκοινωνιακό κόμβο, τέμνεται από οδικούς άξονες διεθνούς και εθνικής εμβέλειας (Λεωφόροι Κηφισού, Αθηνών, Θηβών, Πέτρου Ράλλη και η Ιερά Οδός.) και φιλοξενεί 3 σταθμούς Μετρό (https://www.aigaleo.gr/today/).

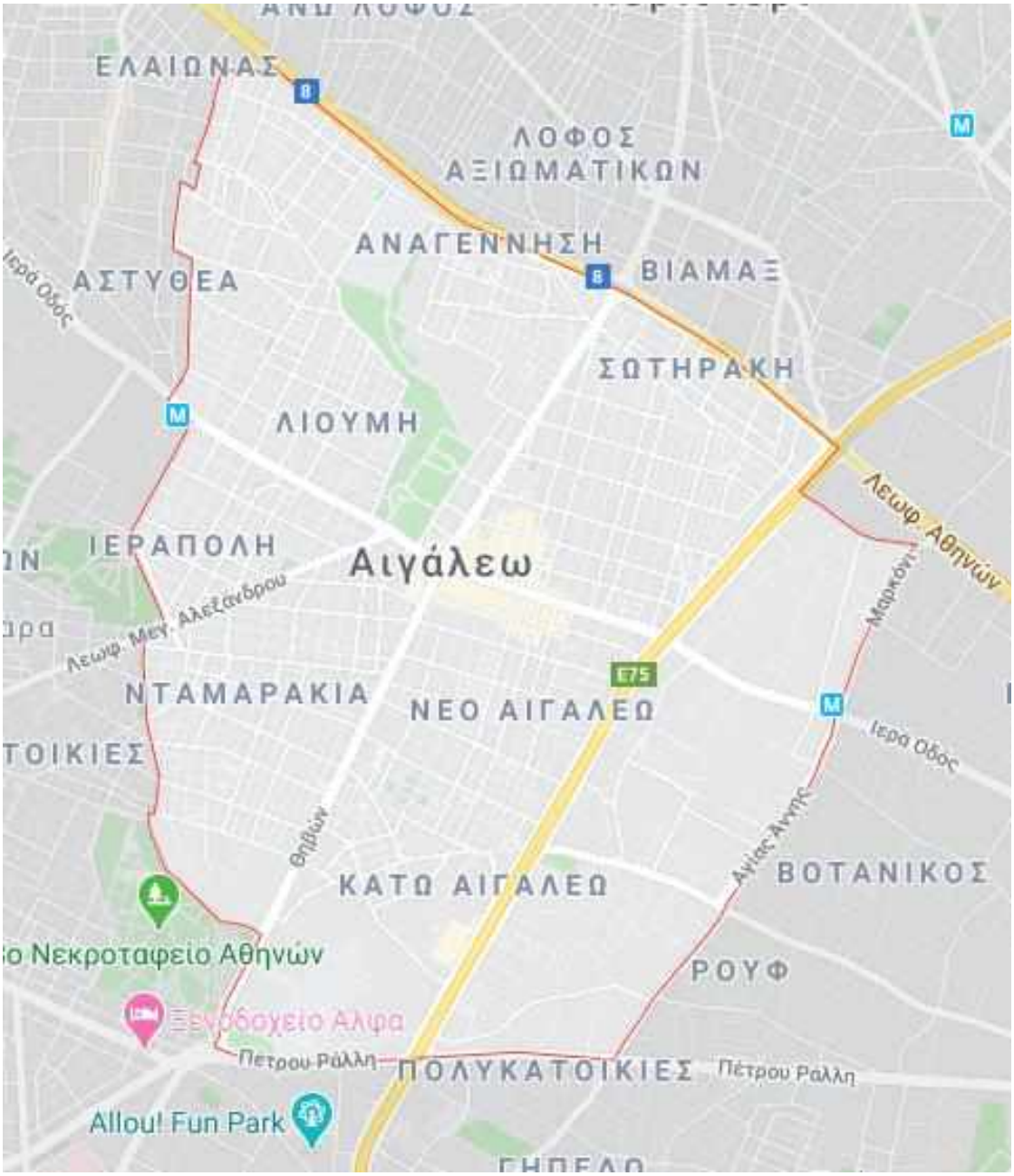
Συνορεύει προς τα ανατολικά με το Δήμο Αθηναίων, βόρεια με τους δήμους Περιστερίου και Χαϊδαρίου, δυτικά με τους δήμους Νίκαιας - Αγίου Ιωάννου Ρέντη και Αγ. Βαρβάρας και νότια με το δήμο Μοσχάτου - Ταύρου.

Ο Δήμος Αιγάλεω, σε συνθήκες κρίσης, αναπτύσσει αξιόλογη δράση στην κοινωνική προστασία και αλληλεγγύη με δομές και προγράμματα, στο αθλητισμό και τον πολιτισμό. Η πόλη φιλοξενεί το Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, ενώ στο κέντρο της δεσπόζει το Άλσος «Μπαρουτάδικο», πάνω από το θαμμένο εργοστάσιο «Ελληνικό Πυριτιδοποιείο και Καλυκοποιείο» του Μποδοσάκη, με χώρους εκπαίδευσης και άθλησης και το δημοτικό θέατρο «Αλέξης Μινωτής» (https://www.aigaleo.gr/today/). Το καλύτερα διατηρημένο ίχνος της αρχαίας Ιεράς Οδού, βρίσκεται στην πλατεία Ελευθερίου Βενιζέλου, κεντρική πλατεία της πόλης και η γέφυρα του αρχαίου Κηφισού αναδείχθηκε στη στάση Μετρό «Ελαιώνας».

Η πόλη κατοικήθηκε μαζικά για πρώτη φορά την περίοδο 1922-1928 από πρόσφυγες της Μικράς Ασίας, και το 1930 από μία μικρή ομάδα χριστιανών Ασσύριων. Το 1934 με διάταγμα οι γύρω οικισμοί αποτέλεσαν την κοινότητα των «Νέων Κυδωνιών» μέχρι το 1941, οπότε και έγινε Δήμος. Το ολοκαύτωμα της 29ης Σεπτεμβρίου 1944, στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου με την εκατόμβη θυμάτων, από τους Γερμανούς έμεινε βαθιά χαραγμένο στη μνήμη της πόλης. Στη δεκαετία του ’50 δέχθηκε μεγάλο κύμα εσωτερικής πολιτικής και οικονομικής μετανάστευσης. Τις δεκαετίες ’60 και ’70 αποτέλεσε τόπο εγκατάστασης του πρώτου κύματος Ποντίων Παλιννοστούντων από τα Ανατολικά Κράτη (1965-1968) και βιομηχανικών εργατών από την επαρχία, λόγω της λειτουργίας στην ευρύτερη περιοχή μεγάλων βιομηχανικών μονάδων (διάγραμμα 5 και 6) (https://www.aigaleo.gr/history/).



Διάγραμμα 5. Χάρτης ορίων Δήμου Αιγάλεω (ArcMap)



Διάγραμμα 6. Η πόλη του Αιγάλεω και οι όμοροι ΟΤΑ
Πηγή: Google Earth και ίδια παρέμβαση

6.2. Κοινωνικό και οικονομικό προφίλ του Δήμου Αιγάλεω

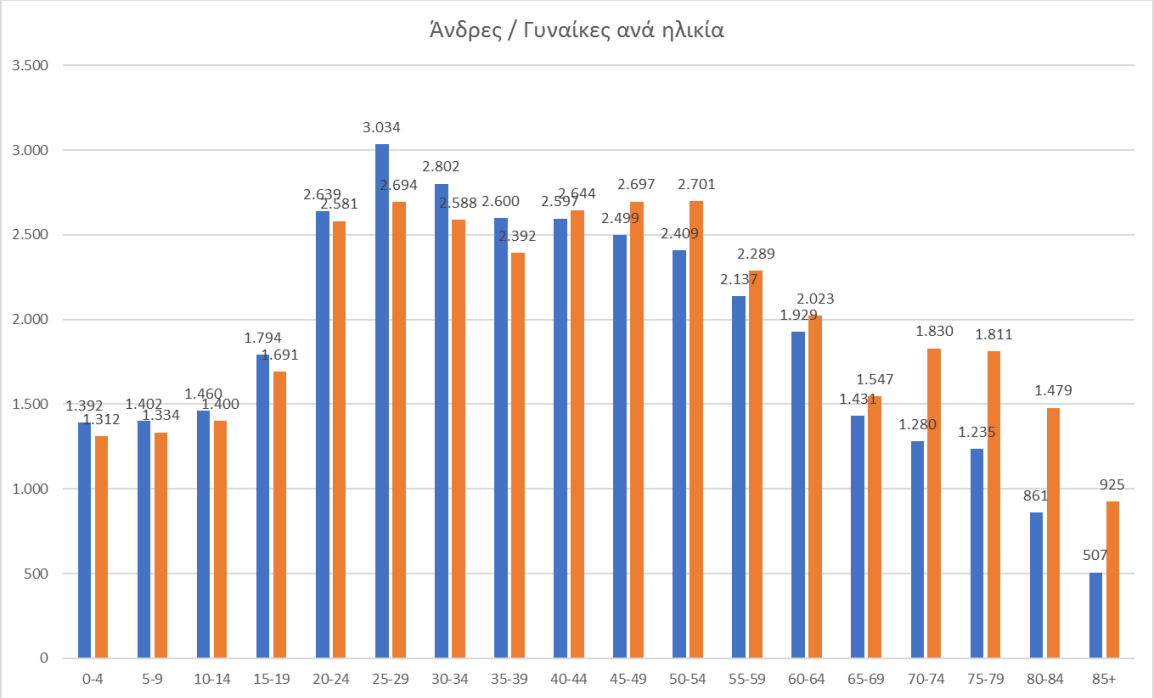
Σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), κατά την τελευταία απογραφή του 2011, ο **μόνιμος πληθυσμός** του Δήμου Αιγάλεω ανέρχεται σε 69.946 άτομα, με μόνιμη διαμονή τα 33.725 άτομα. Τα 1.548 άτομα κατοικούν σε άλλο δήμο της ίδιας περιφέρειας ενώ τα 27.351 κατοικούν σε διαφορετική περιφέρεια ενώ 7.322 άτομα κατοικούν στο εξωτερικό. Η πυκνότητα του μόνιμου πληθυσμού ανά τετρ. χλμ. είναι 10.844,34 άτομα.

Ηλικιακά, το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού ανήκει στις ηλικίες 25-29 ετών στους άνδρες και 50-54 ετών στις γυναίκες (πίνακας 3, διάγραμμα 7). Ως προς το **φύλο**, από το σύνολο των κατοίκων οι 34.008 είναι άντρες και οι 35.983 είναι γυναίκες (πίνακας 3, διάγραμμα 7).

Πίνακας 3. Ηλικιακή κατανομή πληθυσμού ως προς το φύλο

Ηλικίες	Άρρενες	Θήλεις
0-4	1.392	1.312
5-9	1.402	1.334
10-14	1.460	1.400
15-19	1.794	1.691
20-24	2.639	2.581
25-29	**3.034**	2.694
30-34	2.802	2.588
35-39	2.600	2.392
40-44	2.597	2.644
45-49	2.499	2.697
50-54	2.409	**2.701**
55-59	2.137	2.289
60-64	1.929	2.023
65-69	1.431	1.547
70-74	1.280	1.830
75-79	1.235	1.811
80-84	861	1.479
85+	507	925
ΣΥΝΟΛΟ	**34.008**	**35.938**

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011



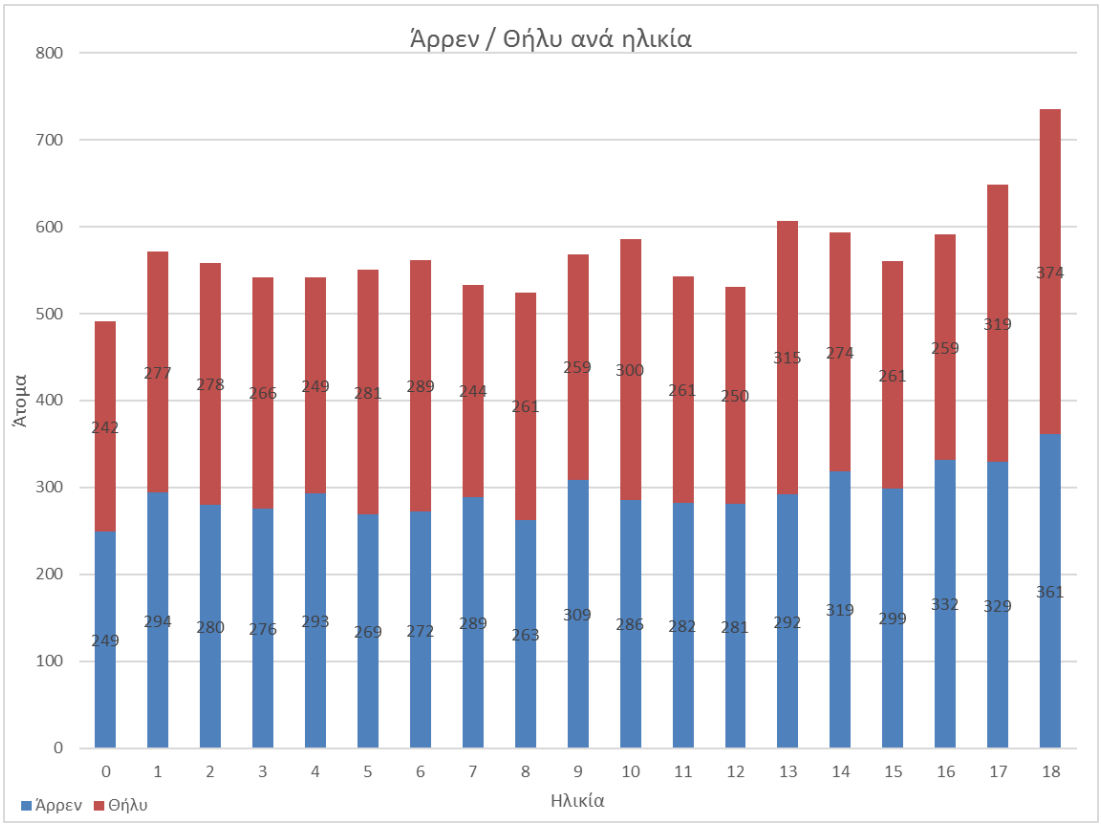
Διάγραμμα 7. Ηλικιακή κατανομή πληθυσμού ως προς το φύλο

Ως προς τις **ηλικίες έως 18 ετών και το οικοδομικό τετράγωνο** που κατοικούν παρατηρούμε ότι συνολικά τα περισσότερα άτομα (735) είναι στην ηλικία των 18 ετών. Στην ηλικία 4-6 (νηπιαγωγείο) στο σύνολο είναι 542-561 άτομα, στην ηλικία 6-12 (δημοτικό) συνολικά είναι 524-586 άτομα, στην ηλικία 12-15 (γυμνάσιο) συνολικά είναι 531-560 άτομα και στην ηλικία 15-18 (λύκειο) συνολικά είναι 560-735 άτομα. Λιγότερα φαίνεται να είναι τα παιδιά ηλικίας 8 ετών (524 παιδιά) και 12 ετών (531). Τα κορίτσια υπερτερούν μόνο στις ηλικίες 5 ετών (281), 6 ετών (289), 10 ετών (300), 13 ετών (315) και 18 ετών (374). Σε όλες τις άλλες ηλικίες υπερτερούν τα αγόρια (πίνακας 4, διάγραμμα 8 και 9) (ΕΛΣΤΑΤ, 2011):

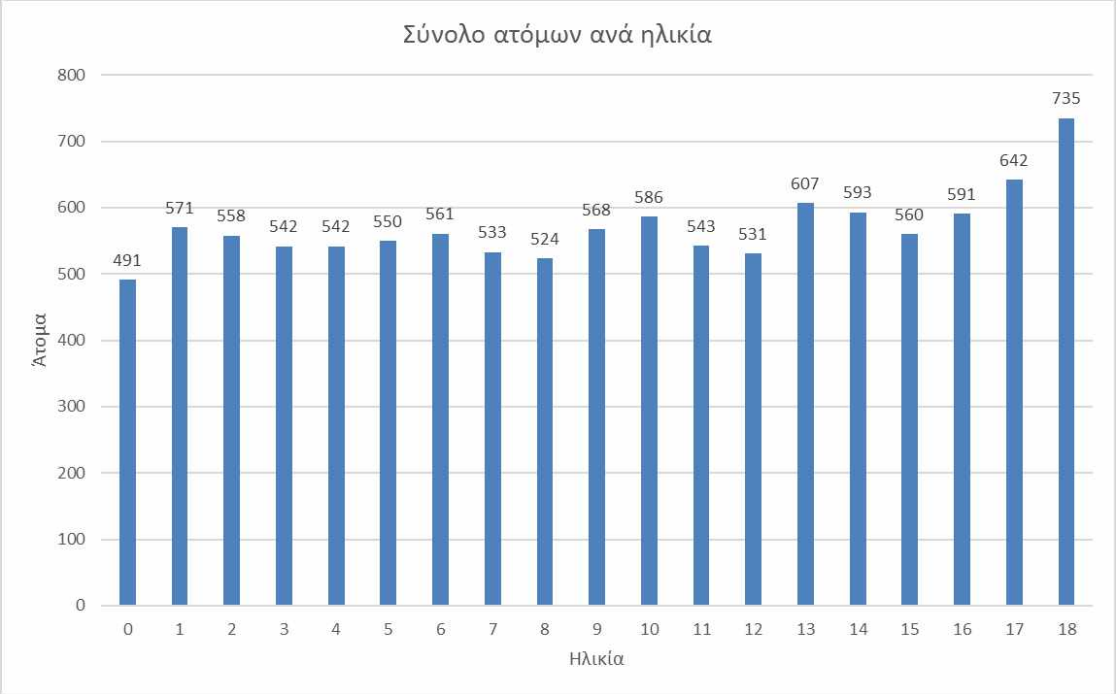
Πίνακας 4. Ηλικιακή κατανομή πληθυσμού ως προς το φύλο έως 18 ετών

Ηλικία	Άρρεν	Θήλυ	Σύνολο
0	**249**	242	491
1	**294**	277	571
2	**280**	278	558
3	**276**	266	542
4	**293**	249	542
5	269	**281**	550
6	272	**289**	561
7	**289**	244	533
8	**263**	261	524
9	**309**	259	568
10	286	**300**	586
11	**282**	261	543
12	**281**	250	531
13	292	**315**	607
14	**319**	274	593
15	**299**	261	560
16	**332**	259	591
17	**329**	319	642
18	361	**374**	735

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011



Διάγραμμα 8. Ηλικιακή κατανομή (έως 18 ετών) ως προς φύλο



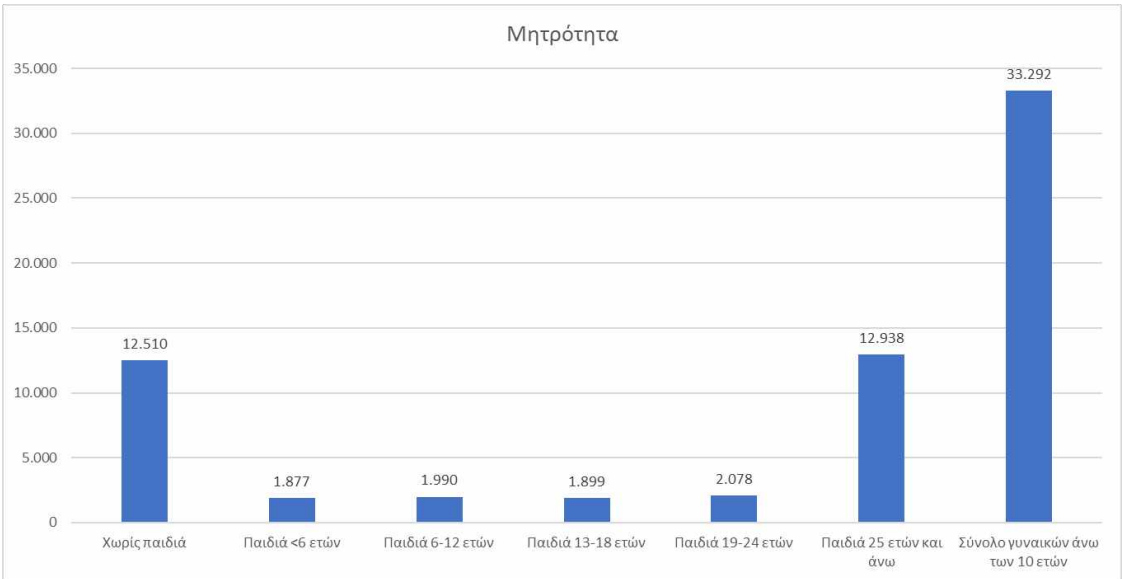
Διάγραμμα 9. Ηλικιακή κατανομή πληθυσμού έως 18 ετών (σύνολο)

Ως προς τη μητρότητα, τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ (2011) δείχνουν ότι 12510 γυναίκες δεν έχουν παιδιά, ενώ 12938 γυναίκες έχουν παιδιά μεγαλύτερα των 25 ετών. Επιπλέον, οι γυναίκες που έχουν παιδιά μικρότερα των 6 ετών (νηπιαγωγείο) είναι 1877, όσες έχουν παιδιά 6-12 ετών (δημοτικό) είναι 1990, αυτές που έχουν παιδιά 13-18 ετών (γυμνάσιο και λύκειο) είναι 1899 (πίνακας 5, διάγραμμα 10) (ΕΛΣΤΑΤ, 2011).

Πίνακας 5. Αριθμός παιδιών / γυναίκα

Μητρότητα	**Γυναίκες**
Χωρίς παιδιά	12.510
Παιδιά <6 ετών	1.877
Παιδιά 6-12 ετών	1.990
Παιδιά 13-18 ετών	1.899
Παιδιά 19-24 ετών	2.078
Παιδιά 25 ετών και άνω	12.938
Σύνολο γυναικών άνω των 10 ετών	33.292

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011



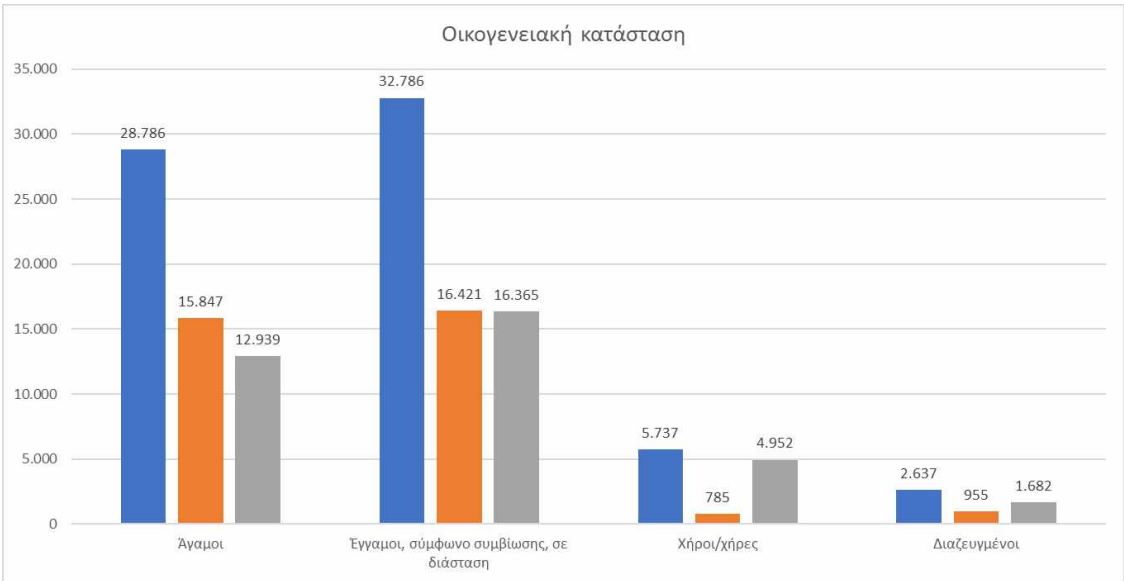
Διάγραμμα 10. Μητρότητα

Ως προς την **οικογενειακή κατάσταση**, από τα δύο φύλα, τα 28.786 είναι άγαμοι και 32.786 άτομα είναι έγγαμοι, με σύμφωνο συμβίωσης και σε διάσταση, οι 5.737 είναι χήροι/χήρες και οι 2.637 είναι διαζευγμένοι. Ειδικότερα, στους 34.008 άντρες, οι 15.847 είναι άγαμοι, 16.421 είναι έγγαμοι, με σύμφωνο συμβίωσης και σε διάσταση, οι 785 είναι χήροι και οι 955 είναι διαζευγμένοι. Αντίστοιχα στις 35.938 γυναίκες, οι 12.939 είναι άγαμες, οι 16.365 είναι έγγαμες, με σύμφωνο συμβίωσης και σε διάσταση, οι 4.952 χήρες και οι 1.682 διαζευγμένες (πίνακας 6, διάγραμμα 11).

Πίνακας 6. Οικογενειακή κατάσταση

Οικογενειακή κατάσταση	ΣΥΝΟΛΟ	Άνδρες	Γυναίκες
Άγαμοι	28.786	15.847	12.939
Έγγαμοι, σύμφωνο συμβίωσης, διάσταση	32.786	16.421	16.365
Χήροι/χήρες	5.737	785	4.952
Διαζευγμένοι	2.637	955	1.682
ΣΥΝΟΛΟ	69.946	34.008	35.938

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011



Διάγραμμα 11. Ηλικιακή κατανομή πληθυσμού έως 18 ετών (σύνολο)

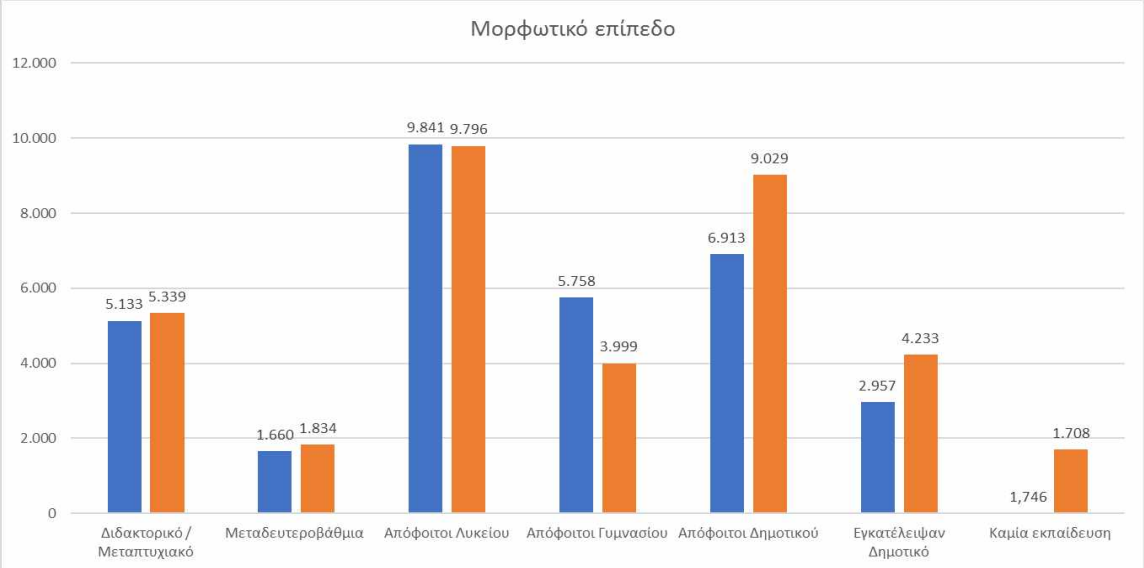
Ως προς **το επίπεδο εκπαίδευσης**, στο σύνολο των 69.946 κατοίκων οι περισσότεροι (19637) είναι απόφοιτοι λυκείου. Υψηλό σχετικά είναι το ποσοστό των

ατόμων που κατέχουν διδακτορικό / μεταπτυχιακό (10472) ενώ ιδιαίτερα χαμηλό είναι το ποσοστό των ατόμων που δεν έχουν καμία εκπαίδευση (3454) (πίνακας 7, διάγραμμα 12)

Πίνακας 7. Επίπεδο εκπαίδευσης

Επίπεδο εκπαίδευσης	ΣΥΝΟΛΟ	Άνδρες	Γυναίκες
Κάτοχοι Διδακτορικοί / Μεταπτυχιακού	10.472	5.133	5.339
Πτυχιούχοι μεταδευτεροβάθμιας (ΙΕΚ / Κολλέγια)	3.494	1.660	1.834
Απόφοιτοι Λυκείου	19.637	9.841	9.796
Απόφοιτοι Γυμνασίου	9.757	5.758	3.999
Απόφοιτοι Δημοτικού	15.942	6.913	9.029
Εγκατέλειψαν το Δημοτικό	7.190	2.957	4.233
Καμία εκπαίδευση	3.454	1,746	1.708
ΣΥΝΟΛΟ	**69.946**	**34.008**	**35.938**

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011



Διάγραμμα 12. Επίπεδο εκπαίδευσης

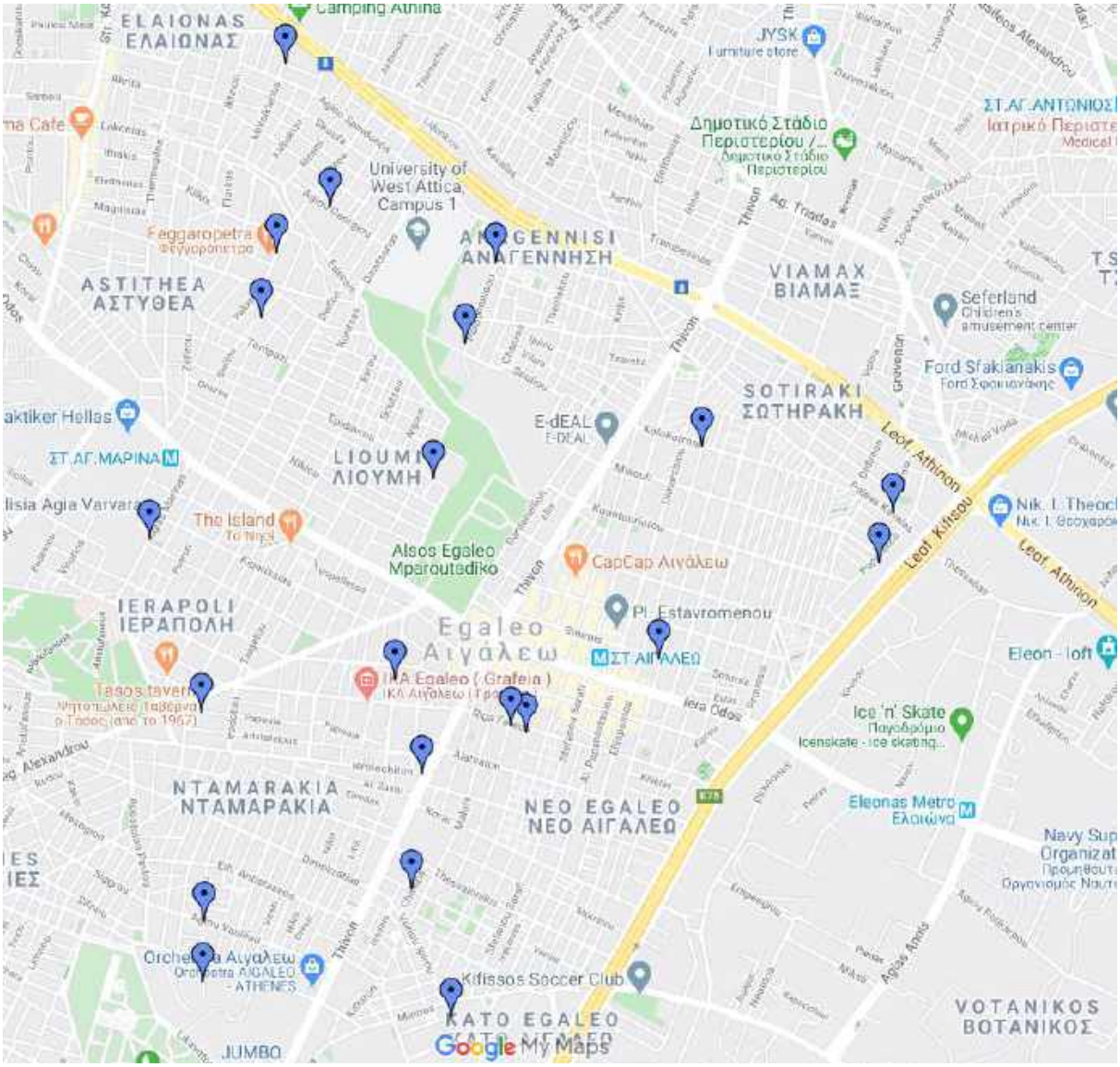
6.3. Υφιστάμενη κατάσταση

Ο Δήμος Αιγάλεω έχει 24 νηπιαγωγεία και 1 ειδικό νηπιαγωγείο. Στον πίνακα 8 φαίνονται οι διευθύνσεις και η περιοχή στην οποία είναι εγκατεστημένο το νηπιαγωγείο. Στο διάγραμμα 13 παρουσιάζεται η θέση των νηπιαγωγείων. Το διάγραμμα 13 προέκυψε εισάγοντας την διεύθυνση του νηπιαγωγείου στο google maps.

Πίνακας 8. Νηπιαγωγεία Δήμου Αιγάλεω

ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ, ΤΚ, ΠΕΡΙΟΧΗ/ΣΥΝΟΙΚΙΑ
1ο	Μαγνησίας 42 & Σμύρνης 58, 12242, Εσταυρωμένος
2ο	Γρηγορίου Κυδωνιών 30, 12241, Πλησίον Δ/νσης
3ο	Σουλίου & Πελοποννήσου 1, 12243, Μπαρουτάδικο
4ο	Βελεστίνου 28, 12244, Κέντρο
5ο	Δάφνης & Π. Καβάλας, 12243, Άγιος Σπυρίδωνας
6ο	Ηρακλείτου 54, 12243, Σύκαρης
7ο	Παπανικολή 14, 12242, Τροχαία
8ο	Πελοποννήσου & Κοζάνης, 12243, Μπαρουτάδικο
9ο	Αγίου Βασιλείου & Ιασίου 23, 12244, Γιούλα
11ο	Ζήνωνος & Προμηθέως 1, 12241, Άγιος Ελευθέριος
12ο	Αγ. Μαρίνης 15 & Παπαρρηγοπούλου. 12244, Άγια Μαρίνα
13ο	Περγάμου & Κολοκοτρώνη, 12242, Εσταυρωμένος
14ο	Θηβών & Ιερολοχιτών 1, 12244, Έναντι Γηπέδου
15ο	Ολυμπίας & Κορίνθου (προσ. Βαρδουσίων 38), 12243, Μπαρουτάδικο
16ο	Παπούλα 76, 12244, Λοιμωδών
17ο	Αγίου Γεωργίου 22α και Ευρυτανίας, 12243, ΤΕΙ
20ο	Ρ.Φεραίου & Καποδιστρίου, 12241, Πρώην Ιδιωτ.Βαϊτσας
22ο	Σερίφου & Ξάνθης, 12243, Αγία Τριάδα
24ο	Χαλεπά & Γκύζη, 12241, Σκλαβενίτης
27ο	Αγ. Μαρίνης 15 & Παπαρρηγοπούλου, 12351, Αγία Μαρίνα
28ο	Ολυμπίας & Κορίνθου (προσωρ. Βαρδουσίων 38), 12243, Μπαρουτάδικο
29ο	Πελοποννήσου & Κοζάνης, 12243, Μπαρουτάδικο
30ο	Κραναού & Μνησικλέους, 12243, Λιούμη
ΕΙΔ.	Ορυζομύλων και Ιασίου (αδιέξοδο), 12244, Jumbo

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011



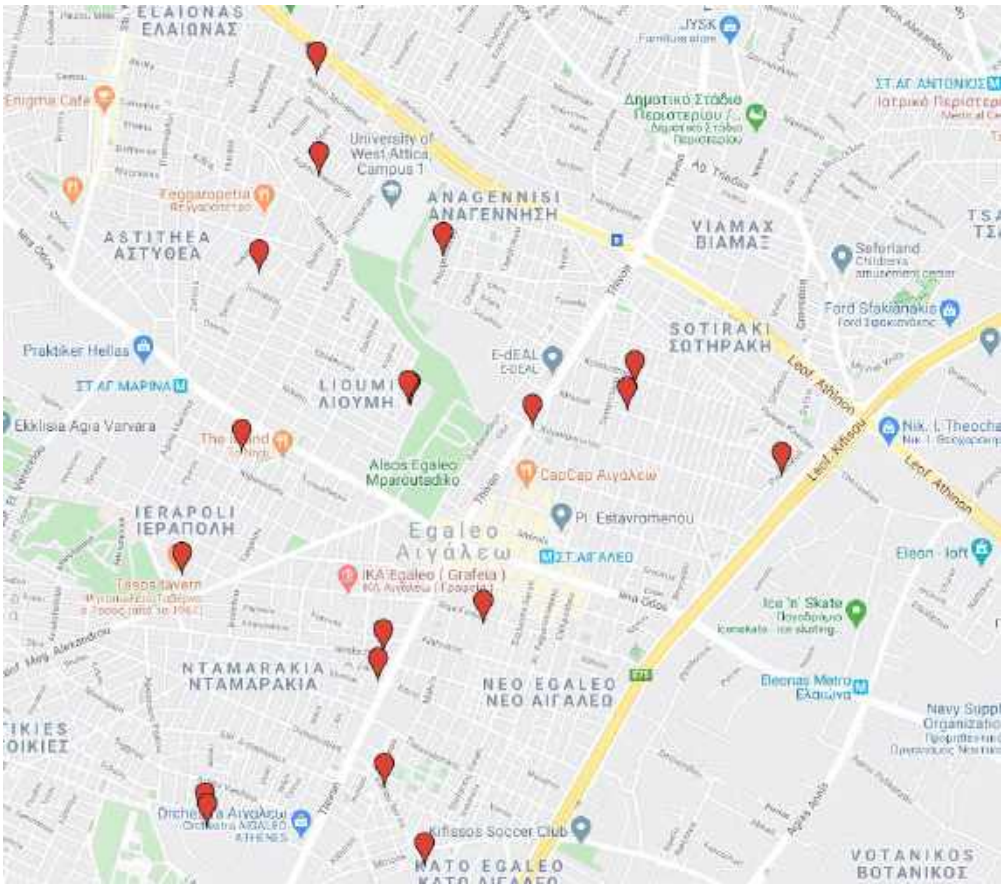
Διάγραμμα 13. Χωροθέτηση νηπιαγωγείων Δήμου Αιγάλεω (ίδια προσαρμογή)

Ο Δήμος Αιγάλεω έχει 17 δημοτικά σχολεία και 3 ειδικά δημοτικά. Στον πίνακα 9 φαίνονται οι διευθύνσεις και η περιοχή στην οποία είναι εγκατεστημένο το δημοτικό σχολείο. Στο διάγραμμα 14 παρουσιάζεται η θέση των δημοτικών σχολείων. Το διάγραμμα 14 προέκυψε εισάγοντας την διεύθυνση του σχολείου στο google maps.

Πίνακας 9. Δημοτικά σχολεία Δήμου Αιγάλεω

ΔΗΜΟΤΙΚΑ	**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ, ΤΚ, ΠΕΡΙΟΧΗ/ΣΥΝΟΙΚΙΑ**
1ο	Περγάμου & Μιαούλη, 12242, Όπισθεν Εσταυρωμένου
2ο	Γρηγορίου Κυδωνιών 30, 12241, Πλατεία Ειρήνης
3ο	Θηβών & Ιερολοχιτών 1, 12244, Έναντι Γηπέδου
4ο	Περγάμου & Κολοκοτρώνη, 12242, Όπισθεν Εσταυρωμένου
5ο	Σερίφου & Ξάνθης, 12243, Λιούμη
6ο	Παπανικολή 14 Α΄, 12242, Άγιος Γεώργιος
7ο	Πελοποννήσου 5, 12243, Όπισθεν ΤΕΙ
8ο	Θηβών & Κουντουριώτου, 12242, Έναντι Ταχυδρομείου
9ο	Σαλαμίνος 10, 12244, Πλατεία Δαβάκη
10ο	Θηβών 341, 12244, Έναντι Γηπέδου
11ο	Ζήνωνος & Προμηθέως, 12241, Άγιος Ελευθέριος
12ο	Ορυζομύλων 15, 12244, Εργοστάσιο Γιούλα
13ο	Αγίου Γεωργίου 21, 12243, Άνωθεν ΤΕΙ
14ο	Σαλαμίνος & Αιγίνης 8, 12244, Ιεράπολις
17ο	Ολυμπίας & Κορίνθου, 12243, Μπαρουτάδικο
19ο	Αγίου Σπυρίδωνος & Μηλιώνη, 12243, ΤΕΙ
20Ο	Βορείου Ηπείρου & Μάκρης, 12241, Σκλαβενίτης
ΕΙΔ	Ολυμπίας & Κορίνθου, 12243, Μπαρουτάδικο
ΕΙΔ	Ορυζομύλων & Ιασίου (αυτισμού), 12244, Εργοστάσιο Γιούλα
ΕΙΔ	Ορυζομύλων & Ιασίου (κινητικών προβλημάτων), 12244, Εργοστάσιο Γιούλα

Πηγή: Ίδια προσαρμογή από Μύτη (2002) και Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Γ΄ Αθήνας



Διάγραμμα 14. Χωροθέτηση υφιστάμενων δημοτικών σχολείων Δήμου Αιγάλεω (ίδια προσαρμογή)

Ο Δήμος Αιγάλεω έχει 7 γυμνάσια, 1 εσπερινό γυμνάσιο, 5 λύκεια, 1 εσπερινό λύκειο, 2 ΕΠΑΛ, 1 εσπερινό ΕΠΑΛ και 1 ειδικό επαγγελματικό γυμνάσιο και λύκειο. Στον πίνακα 10 φαίνονται οι διευθύνσεις και η περιοχή στην οποία είναι εγκατεστημένο το γυμνάσιο ή το λύκειο. Στο διάγραμμα 15 παρουσιάζεται η θέση των γυμνασίων και λυκείων. Το διάγραμμα 15 προέκυψε εισάγοντας την διεύθυνση του σχολείου στο google maps.

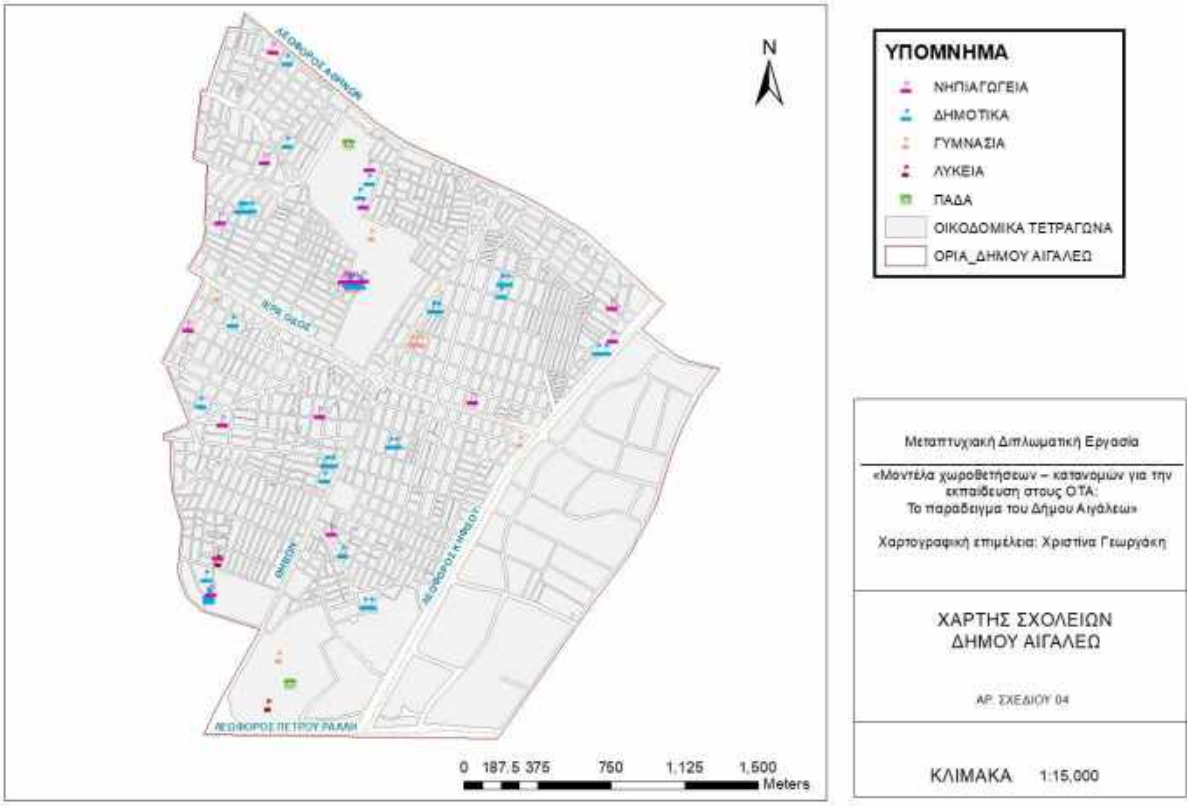
Πίνακας 10. Γυμνάσια και Λύκεια σχολεία Δήμου Αιγάλεω

	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ, ΤΚ, ΠΕΡΙΟΧΗ/ΣΥΝΟΙΚΙΑ
ΓΥΜΝΑΣΙΑ	
1ο	Μοσχονησίων 23, 12242, Μεταστέγαση Παπανικολή και Κουντουριώτου
2ο	Μυκηνών και Κορίνθου, 12243
3ο	Κύπρου 1, 12241
4ο	Σουλίου 35, 12243
5ο	Ορυζομύλων 17, 12244
7ο	Θηβών 250, 12241
9ο	Ιερά Οδός και Ψαρών 4, 12244
ΕΣΠΕΡΙΝΟ	Μοσχονησίων 23, 12242
ΛΥΚΕΙΑ	
1ο	Παπανικολή 14, 12242
3ο	Αγίου Βασιλείου & Λακωνίας 52, 12244
4ο	Ιερά Οδός 306, 12243
5ο	Σουλίου 35, 12243
6ο	Μίνωος & Προόδου 1, 12241
ΕΣΠΕΡΙΝΟ	Μοσχονησίων 23, 12242
1ο ΕΠΑΛ	Πέτρου Ράλλη και Θηβών, 12241
2ο ΕΠΑΛ	Πέτρου Ράλλη και Θηβών, 12241
ΕΣΠ. ΕΠΑΛ	Πέτρου Ράλλη και Θηβών, 12241
ΕΙΔΙΚΟ ΕΠΑΓΓ. ΓΥΜΝ. & ΛΥΚ	Μίνωος & Προόδου 1, 12241

Πηγή: Ίδια προσαρμογή από Μύτη (2002) και Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Γ΄ Αθήνας

Διάγραμμα 15. Χωροθέτηση υφιστάμενων γυμνασίων και λυκείων Δήμου Αιγάλεω (ίδια προσαρμογή)

Το σύνολο των σχολείων του Δήμου Αιγάλεω απεικονίζεται στο διάγραμμα 16.



Διάγραμμα 16. Χάρτης σχολείων Δήμου Αιγάλεω

6.4. Μαθητικό Δυναμικό

Πιο συγκεκριμένα, για το Δήμο Αιγάλεω, το ποσοστό του μαθητικού πληθυσμού δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ανέρχεται σε 6550 άτομα. Από αυτά τα 1675 φοιτούν στο γυμνάσιο και 4872 φοιτούν στο λύκειο. Στην Α΄ τάξη γυμνασίου φοιτούν 581 μαθητές, στη Β τάξη 554 και στη Γ΄ τάξη 543. Αντίστοιχα στο λύκειο 710 μαθητές φοιτούν στην Α΄ τάξη, 921 στη Β΄ τάξη και 843 στην Α΄ τάξη. Επιπλέον 122 μαθητές παρακολουθούν ΕΕΕΕΚ, 960 μαθητές φοιτούν στην Β΄ τάξη του ΕΠΑΛ και 909 στην Γ΄ τάξη του ΕΠΑΛ ενώ 117 μαθητές παρακολουθούν εσπερινό ΕΠΑΛ (πίνακας 11).

Πίνακας 11. Μαθητικό δυναμικό γυμνασίων – λυκείων Δήμου Αιγάλεω

		Α	Β	Γ	Δ	ΣΧΟΛΕΙΑ	Β ΕΠΑΛ	Γ ΕΠΑΛ	Δ ΕΣΠ. ΕΠΑΛ
	1ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	102	88	90					
	2ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	78	71	71					
	3ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	57	53	59					
	4ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	90	101	90					
	5ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	92	78	82					
	7ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	47	43	38					
	9ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	87	86	94					
	ΕΣΠΕΡΙΝΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	28	34	19					
	ΣΥΝΟΛΟ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ	**581**	**554**	**543**					
	1ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	88	85	68			85	68	
	3ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	93	100	141			100	141	
	4ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	105	106	99			106	99	
	5ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	89	84	94			84	94	
	ΕΣΠΕΡΙΝΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	43	26	66	33		66	33	
	6ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΑΙΓΑΛΕΩ	67	89	81			89	81	
	1ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΕΠΑΛ ΑΙΓΑΛΕΩ	80	109	101			109	101	
	2ο ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΕΠΑΛ ΑΙΓΑΛΕΩ	80	87	96			87	103	
	1ο ΕΣΠΕΡΙΝΟ ΕΠΑΛ ΑΙΓΑΛΕΩ	65	235	97	89		234	189	117
	ΕΕΕΕΚ ΑΙΓΑΛΕΩ					144			
	ΕΕΕΕΚ ΤΥΦΛΩΝ & ΠΟΛΥΑΝΑΠΗΡΩΝ					31			
	ΤΕΕ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ Α΄ ΒΑΘΜΙΔΑΣ					115			
	ΣΥΝΟΛΟ ΜΑΘΗΤΩΝ ΛΥΚΕΙΟΥ	**710**	**921**	**843**	**122**	**290**	**960**	**909**	**117**

Πηγή: Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Γ΄ Αθήνας

6.5. Βάση δεδομένων

Ο βασικός στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να παράγει ένα μοντέλο διάταξης εκπαιδευτικών μονάδων, το οποίο θα εξετάζει την υπάρχουσα εξυπηρέτηση των μαθητών καθώς και θα προσδιορίζει κατάλληλες τοποθεσίες για την ανέγερση/ χωροθέτηση σχολικής μονάδας με σκοπό την καλύτερη εξυπηρέτηση και την επαρκή συμμετοχή των πολιτών.

Τα κριτήρια επιλογής της βέλτιστης περιοχής βασίζονται στους ακόλουθους κανόνες:

- Την «ζήτηση» για νέο σχολείο
- Την ελαχιστοποίηση απόστασης των μαθητών και του σχολείου

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη βασίστηκε στη δημιουργία μοντέλων κατανομής. Οι τεχνικές ανάλυσης και λύσης εφαρμόστηκαν μέσω του λογισμικού ΣΓΠ ArcGIS που χρησιμοποίησε τα δεδομένα που προέκυψαν από την ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων.

Τα δεδομένα χωρίζονται σε γεωγραφικά και στατιστικά, σε πρωτογενή και δευτερεύοντα. Τα πρωτογενή δεδομένα προήλθαν από την Ελληνική Στατική υπηρεσία και από την τεχνική υπηρεσία του του δήμου Αιγάλεω. Τα δευτερεύοντα προέκυψαν από την επεξεργασία.

Όλα τα δεδομένα που θα παρουσιαστούν παρακάτω συμπεριλαμβάνονται σε μία περιγραφική γεωγραφική βάση δεδομένων (DATA_NETWORK_ANALYST.gdb), η οποία περιλαμβάνει πολύγωνα, γραμμές και σημεία.

Στα πολύγωνα συμπεριλαμβάνονται τα όρια και τα οικοδομικά τετράγωνα του δήμου Αιγάλεω. Στις γραμμές περιλαμβάνεται το οδικό δίκτυο του δήμου όπου είναι χωρισμένο στους δρόμους και στις λεωφόρους. Ενώ στα σημεία απεικονίζονται τα σχολεία, οι στάσεις των λεωφορείων και του μετρό, τα πρακτορεία ΟΠΑΠ και τα πρατήρια υγρών καυσίμων.

Αρχικά, ως βάση χρησιμοποιήθηκε το ψηφιοποιημένο αρχείο του δήμου (ORIA_DHMOU_AIGALEO.shp). Το αρχείο αυτό είναι γεωαναφερμένο στο Σύστημα Αναφοράς Συντεταγμένων ΕΓΣΑ 87. Έπειτα κρατήθηκαν τα σημεία ενδιαφέροντος

(points) που είναι τα οικοδομικά τετράγωνα, τα σχολεία σε όλες τις βαθμίδες και το οδικό δίκτυο.

Στη συνέχεια, για της ανάγκες της παρούσας εργασίας, μετατράπηκαν τα οικοδομικά τετράγωνα σε πολύγωνα (OIKODOMIKA_TETRAGONA.shp) και το οδικό δίκτυο σε γραμμές (AXONES_DROMON.shp, AXONES_LEOFORON.shp). Αυτό προέκυψε από την χρήση του ArcToolbox → Data management Tools → Features→ Feature to polygon/ Feature to line.

Για να γίνει εφικτή η σύνδεση των οικοδομικών τετραγώνων με τα πρωτογενή δεδομένα από την Ελληνική Στατιστική Αρχή χρησιμοποιήθηκε η Access. Στη βάση δεδομένων (VASH_DEDOMENON.accdb) αναζητήθηκαν απαντήσεις στα παρακάτω ζητήματα:

- Βήμα 1ο έως 5ο: Κατηγοριοποίηση των μαθητών ανά ηλικία και σχολείο
- Βήμα 6ο: Ομαδοποίηση σχολείων ανά οικοδομικό τετράγωνο

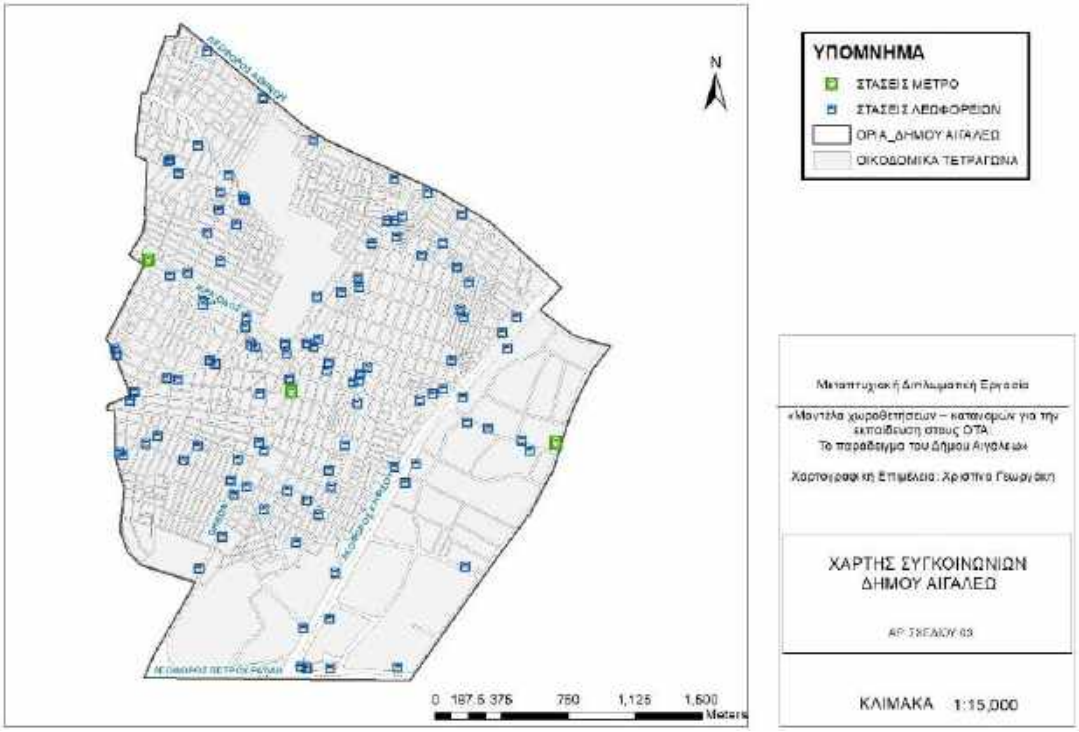
Πίνακας 12. Παράδειγμα κατηγοριοποίησης των μαθητών ανά ηλικία και σχολείο

Πεδίο:	Εκφρ1: SXOLEIO	Ηλικία	
Πίνακας:	GIA_ACCESS	GIA_ACCESS	
Ενημέρωση σε:	"ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ"		
Κριτήρια:		Between 4 And 5	
ή:			

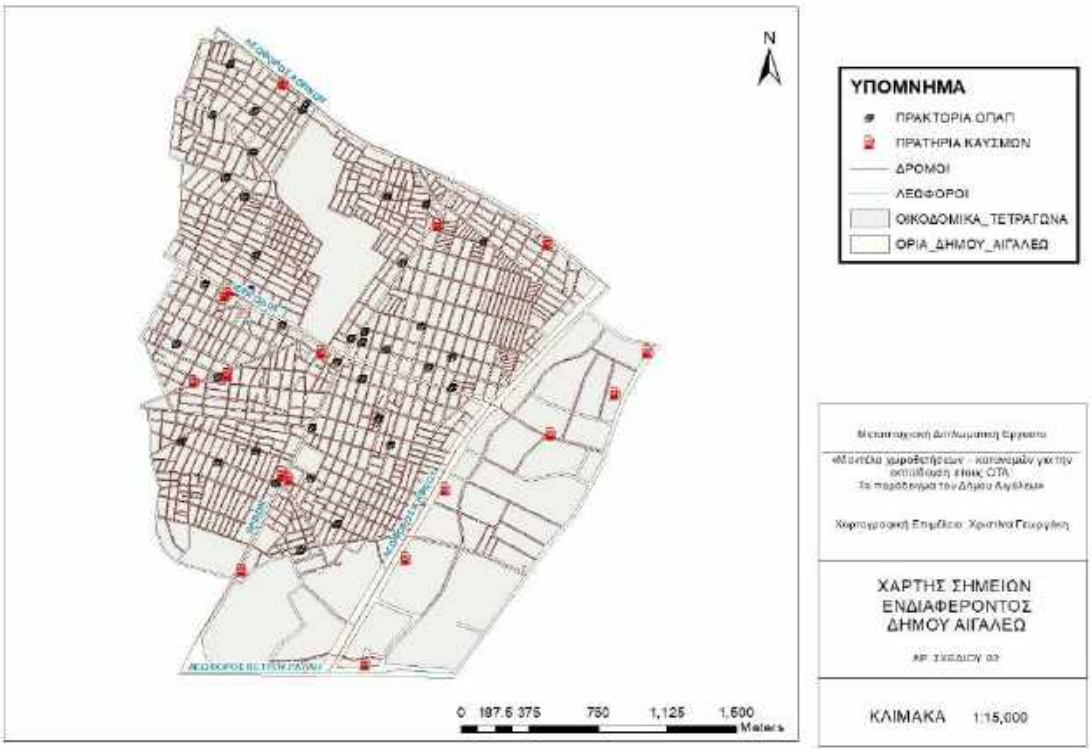
Δημιουργήθηκε ένας συνδετικός πίνακας από τον οποίο προκύπτουν οι ηλικίες των παιδιών που διαμένουν ανά οικοδομικό τετράγωνο καθώς και το σύνολο τους.

Εν συνεχεία, με την βοήθεια του google street map, ψηφιοποιήθηκαν οι στάσεις των λεωφορείων (BUS_STATION.shp) και του μετρό (METRO_STATION.shp), τα πρακτορεία ΟΠΑΠ (PRAKOTORIA_OPAP.shp) και τα πρατήρια υγρών καυσίμων

(GAS_STATION.shp.) τα οποία θα χρησιμοποιηθούν ως κριτήρια για την εύρεση της βέλτιστης λύσης (διάγραμμα 17 και διάγραμμα 18).



Διάγραμμα 17. Χάρτης συγκοινωνιών Δήμου Αιγάλεω



Διάγραμμα 18. Χάρτης σημείων ενδιαφέροντος Δήμου Αιγάλεω

7. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η ανάλυση δικτύων δίνει στο χρήστη την δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων όπως η εύρεση της βέλτιστης διαδρομής, της πλησιέστερης εγκατάστασης με βάση την τοποθεσία της βέλτιστης περιοχής εξυπηρέτησης του χρήστη ανάλογα με το τι ζητάει. Ειδικότερα τα δίκτυα, χρησιμοποιούνται με σκοπό τον εντοπισμό των περιοχών που ικανοποιούν ένα πλήθος κριτηρίων. Ο καθορισμός ανάλυσης στοιχείων ορίζεται από μία συγκεκριμένη απόσταση ή από το χρόνο πρόσβασης από ή μετάβασης σε ένα συγκεκριμένο σημείο.

Σύμφωνα με την ESRI, «*ως δίκτυο χαρακτηρίζεται ένα σύστημα διασυνδεδεμένων στοιχείων, όπως άκρα (γραμμικά χαρακτηριστικά) και συνδετικούς κόμβους (σημεία) που αντιπροσωπεύουν πιθανές διαδρομές από την μία τοποθεσία έως την άλλη*».

Για την παρούσα εργασία, βασικός στόχος ήταν η διερεύνηση βέλτιστης περιοχής χωροθέτησης μία σχολικής μονάδας στο δήμο Αιγάλεω, για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η επέκταση του ArcGIS Network Analysis.

7.1. Υπολογισμός ταχύτητας μεταφοράς

Σύμφωνα με παγκόσμιες έρευνες που διενεργήθηκαν (Banerjee et al., 2017; Hassouna, 2020) και όπως υποστηρίζει ο καθ. κ. Βλαστός (2007), για την ταχύτητα περπατήματος των πεζών παρατηρήθηκε ότι κατά μέσο όρο οι πεζοί με ηλικία μικρότερη των 25 ετών, περπατούν μεταξύ 5,5χλμ/ώρα και 6,0 χλμ./ώρα χωρίς κάποια επιπλέον επιβάρυνση. Η ταχύτητα επηρεάζεται και από παράγοντες όπως το φύλο, η ηλικία και η μεταφορά επιπλέον βάρους. Με βάση αυτά τα δεδομένα, η μέση ταχύτητα περπατήματος στις δύο ομάδες που μελετάμε έχουν υπολογιστεί θέτοντας ως δεδομένα τα εξής:

- Ηλικιακή Ομάδα 5 – 9 ετών: 4,5 χλμ./ώρα
- Ηλικιακή Ομάδα 10 – 18 ετών: 5 χλμ./ώρα

Στην εργασία έχουν δημιουργηθεί δύο εξισώσεις για την εύρεση της λύσης.

Ταχύτητα (km/h) = Μήκος Δρόμου (km) / Ώρα (h) [Εξίσωση 1]

Στην εφαρμογή του Network Analysis θέτουμε ως δεδομένο τις μετρήσεις για τις δύο ηλικιακές ομάδες. Για τον υπολογισμός της ταχύτητας περπατήματος κάθε παιδιού ανάλογα την ηλικιακή του ομάδα χρησιμοποιούμε το μήκος του δρόμου. Το μέγεθος ή η απόσταση του δρόμου προκύπτει από την μετατροπή τους από σημεία σε γραμμές.

Ωστόσο αναζητάμε τα λεπτά που απαιτούνται για την μετάβαση των μαθητών από και προς τις στάσεις λεωφορείων, άρα η αρχική εξίσωση (1) τροποποιείται ως εξής:

Ώρα (s) = Μήκος Δρόμου (m) / Ταχύτητα (m/h) *60 [Εξίσωση 2]

Σύμφωνα με την δεύτερη εξίσωση έχει γίνει ο υπολογισμός του απαιτούμενου χρόνου για τις δύο ηλικιακές ομάδες, όπως φαίνεται παρακάτω.

7.2. Υπολογισμός χρόνου και υλοποίηση

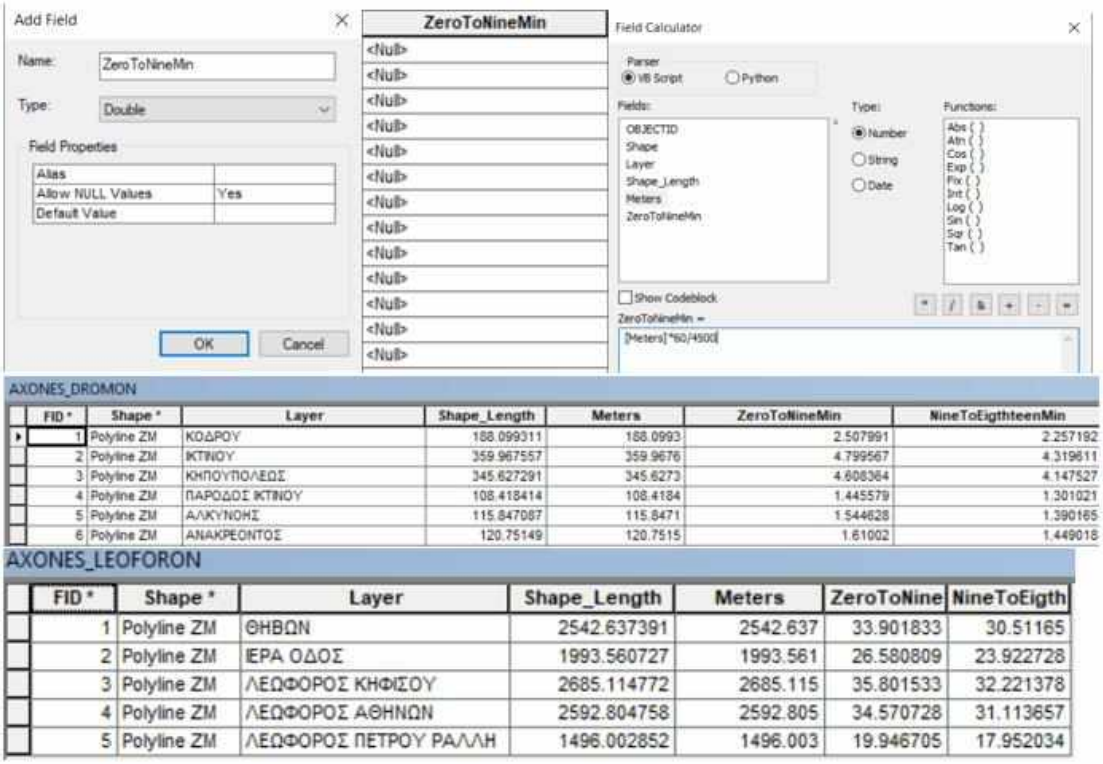
Σύμφωνα με την Εξίσωση 2 δημιουργήθηκαν δυο επιπλέον πεδία στους πίνακες AXONES_DROMON και AXONES_LEOFORON αντίστοιχα και σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση της ηλικίας («ZeroToNineMin», «NineToEigthMin» για τον πίνακα AXONES_DROMON και «ZeroToNine», «NineToEigth» για τον πίνακα AXONES_LEOFORON), ώστε να δηλώνεται ο χρόνος που απαιτείται για τον υπολογισμό του μοντέλου σε λεπτά.

Κάθε εγγραφή στους πίνακες περιέχει

- τα στοιχεία του δρόμου/ λεωφόρου,
- τα μέτρα (Meters = Shape_Length) και
- τα λεπτά που απαιτούνται ώστε να διανύσει κάθε ηλικιακή ομάδα το δρόμο (/λεωφόρο)

Για την μετατροπή των λεπτών χρησιμοποιήθηκε το Field Calculator, ανάλογα με τις ηλικιακές ομάδες της υπό μελέτη εργασίας όπως φαίνεται παρακάτω (πίνακας 13).

Πίνακας 13. Υπολογισμός χρόνου ηλικιακών ομάδων (ArcMap)



AXONES_DROMON

FID *	Shape *	Layer	Shape_Length	Meters	ZeroToNineMin	NineToEigthteenMin
1	Polyline ZM	ΚΟΔΡΟΥ	188.099311	188.0993	2.507991	2.257192
2	Polyline ZM	ΙΚΤΙΝΟΥ	359.967557	359.9676	4.799567	4.319611
3	Polyline ZM	ΚΗΠΟΥΠΟΛΕΩΣ	345.627291	345.6273	4.608364	4.147527
4	Polyline ZM	ΠΑΡΟΔΟΣ ΙΚΤΙΝΟΥ	108.418414	108.4184	1.445579	1.301021
5	Polyline ZM	ΑΛΚΥΝΟΗΣ	115.847087	115.8471	1.544628	1.390165
6	Polyline ZM	ΑΝΑΚΡΕΟΝΤΟΣ	120.75149	120.7515	1.61002	1.449018

AXONES_LEOFORON

FID *	Shape *	Layer	Shape_Length	Meters	ZeroToNine	NineToEigth
1	Polyline ZM	ΘΗΒΩΝ	2542.637391	2542.637	33.901833	30.51165
2	Polyline ZM	ΙΕΡΑ ΟΔΟΣ	1993.560727	1993.561	26.580809	23.922728
3	Polyline ZM	ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΚΗΦΙΣΟΥ	2685.114772	2685.115	35.801533	32.221378
4	Polyline ZM	ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΑΘΗΝΩΝ	2592.804758	2592.805	34.570728	31.113657
5	Polyline ZM	ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΠΕΤΡΟΥ ΡΑΛΛΗ	1496.002852	1496.003	19.946705	17.952034

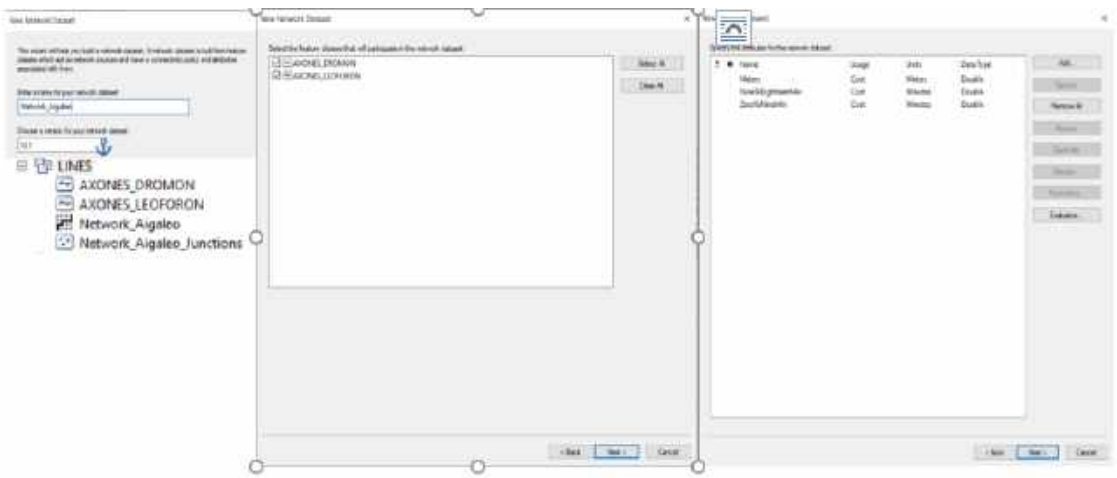
7.3. Δημιουργία και επίλυση του Network Dataset

Για την εύρεση της βέλτιστης λύσης δημιουργήθηκε ένα νέο dataset όπου υπολογίστηκε η ώρα με τον τρόπο που προαναφέρθηκε.

Το νέο δίκτυο έχει ονομαστεί Network_Aigaleo και έχει δημιουργηθεί με το ArcCatalog→New→Network Dataset.

Με την δημιουργία του δικτύου Network_Aigaleo στα LINES συγκεντρώθηκαν όλα τα απαιτούμενα πεδία του δικτύου. Χρησιμοποιήθηκαν τα πεδία του χρόνου, καθώς η ανάλυση του μοντέλου απαιτείται για τον προσδιορισμό της απόστασης από τα σημεία εκκίνησης έως τα σημεία μετάβασης.

Το αποτέλεσμα είναι η αυτοματοποιημένη δημιουργία ενός επιπέδου σημείων γεωγραφικών πληροφοριών που αντιπροσωπεύει τις διασταυρώσεις του οδικού δικτύου ως σημεία ονομάστηκε Network_Aigaleo_Junctions (διάγραμμα 19).



Διάγραμμα 19. Απεικόνιση δημιουργίας νέας Network Dataset για το παράδειγμα του δήμου Αιγάλεω

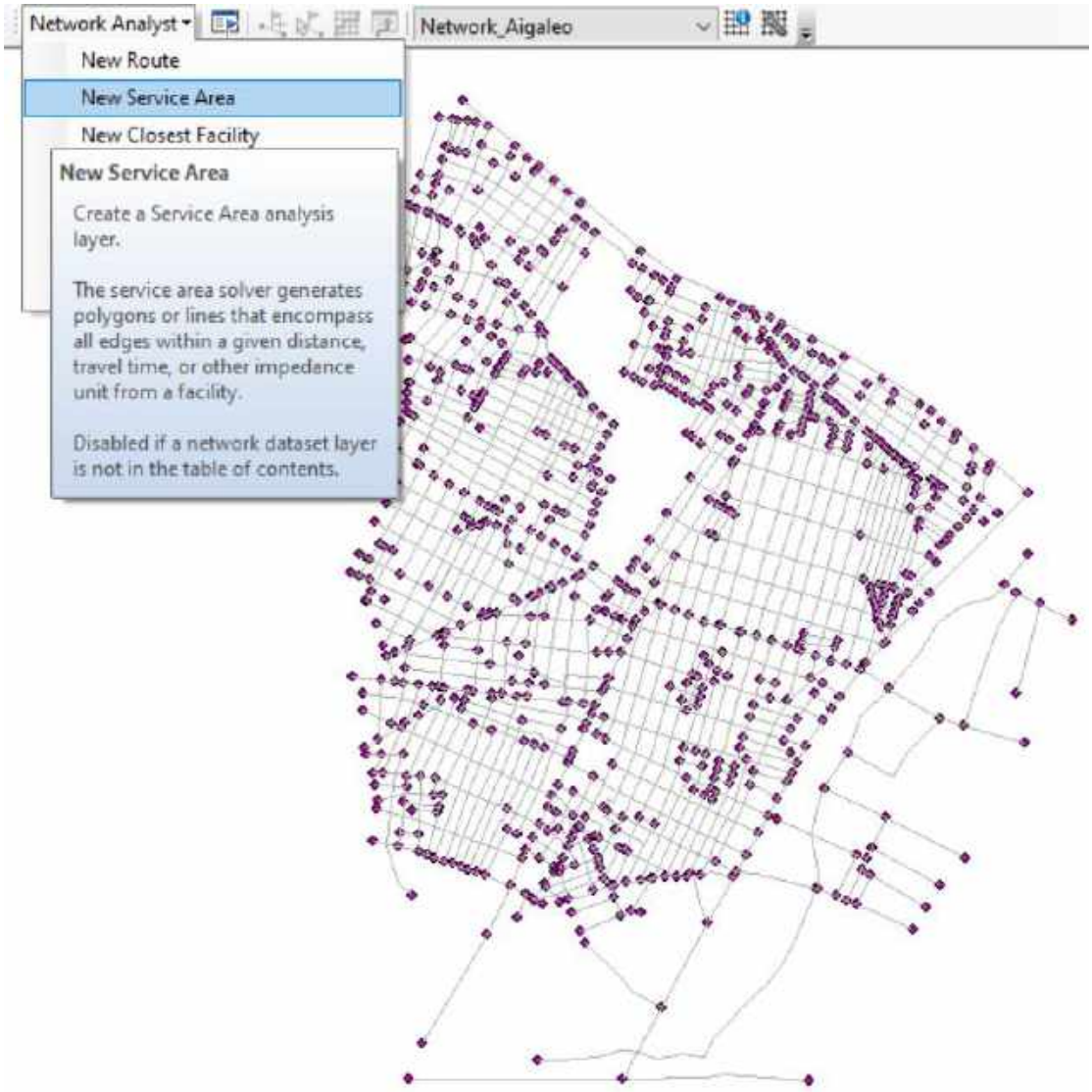
Στην συνέχεια, με βάση τον πίνακα ΟΙΚΟDOMIKA_TETRAGONA_PAIDIA_KM που φέρει τα δεδομένα κατανομής μαθητών σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο, βρέθηκε η μέγιστη απόσταση που μπορεί να διανύσει κάθε ηλικιακή ομάδα με βάση την ταχύτητα περπατήματος.

Ακολούθως με βάση τις παραπάνω ταχύτητες περπατήματος υπολογίστηκε στον πίνακα ΟΙΚΟDOMIKA_TETRAGWNA_PAIDIA_KM στην στήλη APOSTASH_10_LEPTON τα μέτρα που μπορούν να διανύσουν μέσα σε 10 λεπτά με την εξίσωση:

Ζητούμενη Απόσταση (μ) = 4500 (μέτρα) / 60 (λεπτά) * 10 (λεπτά) (Εξίσωση 3)

Οπότε σύμφωνα με τη μελέτη χωροθέτησης, επιλέχθηκε η δημιουργία μίας Service Area (ζώνη εξυπηρέτησης) (Network Analyst→New Service Area) απεικονίζοντας τις στάσεις των λεωφορείων, τα πρακτορεία ΟΠΑΠ και τα πρατήρια υγρών καυσίμων με σκοπό την εμφάνιση του βέλτιστου δικτύου (διάγραμμα 20). Συγκεκριμένα, με τη χρήση της μεθόδου «ανάλυσης δικτύων» δημιουργούνται «ζώνες εξυπηρέτησης» των υπηρεσιών που εξετάζονται μέσω των επιθυμητών ορίων. Αφού δημιουργηθούν οι ζώνες εξυπηρέτησης, με βάση τα παραπάνω δεδομένα, πραγματοποιείται έλεγχος των αποτελεσμάτων και χειροκίνητη διόρθωση ελαττωματικών τμημάτων των ζωνών. Τέλος, εντοπίζονται οι περιοχές που βρίσκονται εντός των παραπάνω ζωνών και υπολογίζεται ο πληθυσμός. Για τον υπολογισμό των γεωγραφικά αποκλεισμένων μαθητών από τις υπηρεσίες, εντοπίζονται οι περιοχές που

βρίσκονται εντός των παραπάνω ζωνών και με βάση την Απογραφή του 2011 υπολογίζεται ο πληθυσμός.



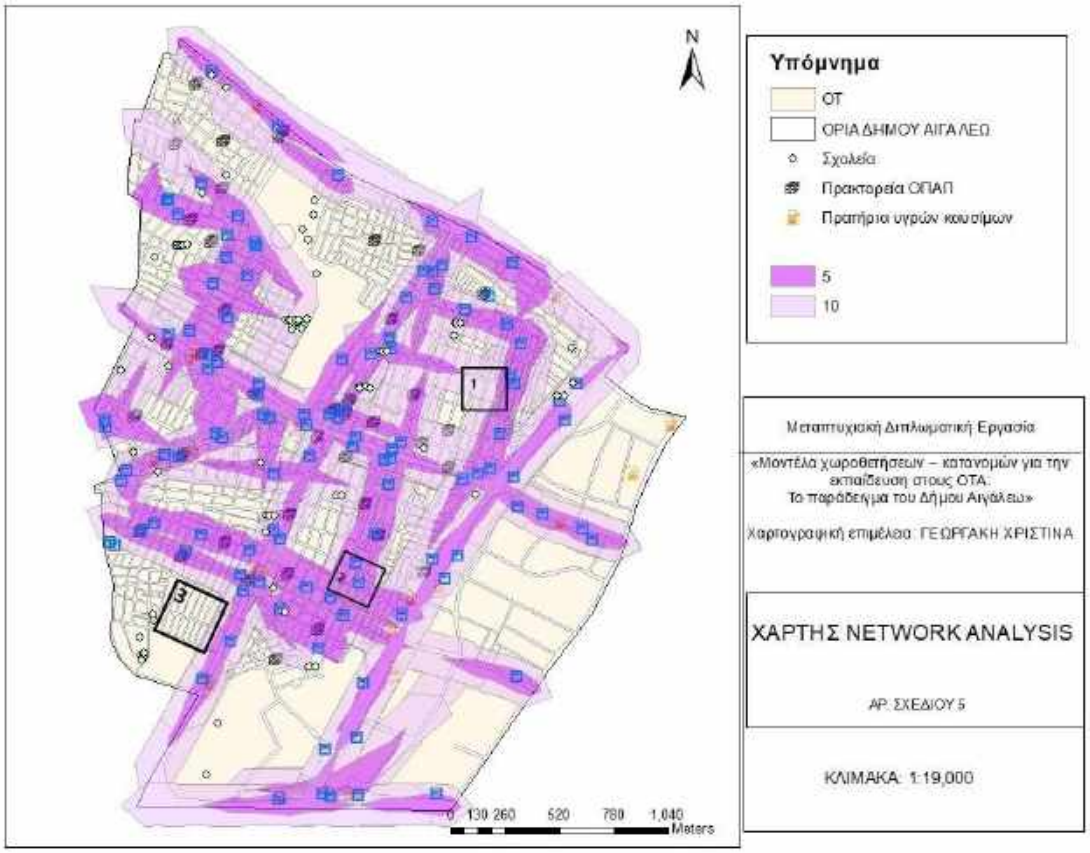
Διάγραμμα 20. Νέες ζώνες εξυπηρέτησης

8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εξαιτίας του γεγονότος ότι κάθε μαθητής πρέπει να διανύει κατά το μέγιστο 10 λεπτά σύμφωνα με την εξίσωση 3 προκύπτει ότι η μέγιστη απόσταση της σχολικής μονάδας πρέπει να είναι 750 μέτρα και 833 μέτρα αντίστοιχα για κάθε ηλικιακή ομάδα (διάγραμμα 21).

Διάγραμμα 21. Network Analyst

Ολοκληρώνοντας το Service Area, με το εργαλείο Solve του Network Analyst, γίνεται η εκτέλεση του αλγορίθμου και προκύπτει το αποτέλεσμα που απεικονίζεται στον παρακάτω χάρτη (διάγραμμα 22).



Διάγραμμα 22. Χάρτης Ανάλυσης Δικτύου

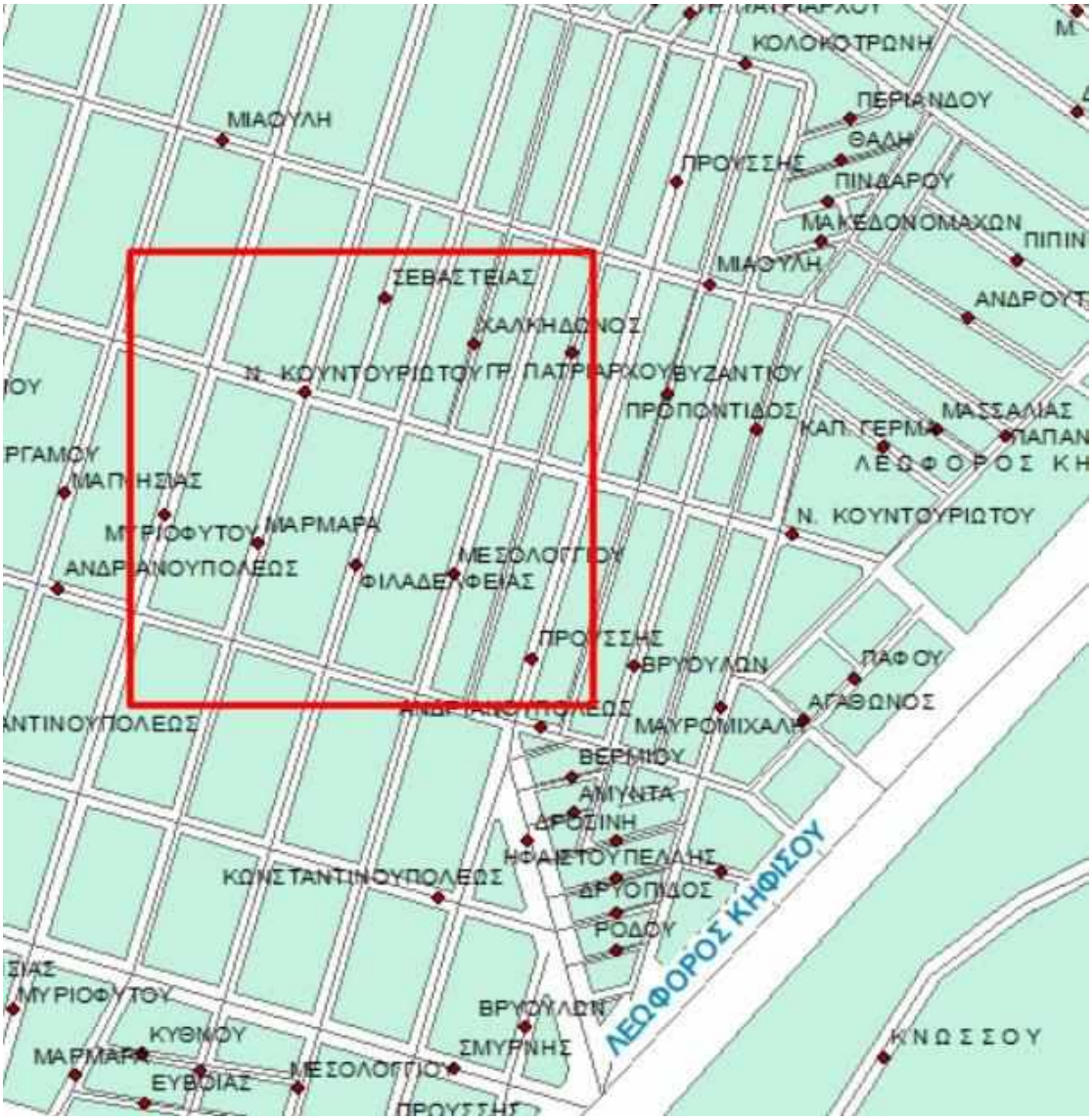
Αναλυτικότερα το σκούρο μωβ αφορά τα 5 λεπτά περπατήματος που χρειάζεται κάθε μαθητής από την κοντινότερη στάση λεωφορείων προς το σχολείο, ενώ το ανοιχτό μωβ απεικονίζει τα 10 λεπτά.

Οι θέσεις 1, 2 και 3 αποτελούν τις προτεινόμενες θέσεις ανέγερσης νέων εκπαιδευτικών δομών σύμφωνα με τα κριτήρια της χωροταξικής κατανομής, το συσχετισμό με το πολεοδομικό σχέδιο και τις αποστάσεις, την προσπέλαση και προσβασιμότητα, τις οχλούσες χρήσεις του περιβάλλοντος χώρου καθώς και το εμβαδόν και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των χώρων. Τα συγκεκριμένα σημεία φαίνεται να εξυπηρετούν τις καθορισμένες εκπαιδευτικές ανάγκες ενώ υπάρχει δυνατότητα απορρόφησης μελλοντικών εξελίξεων.

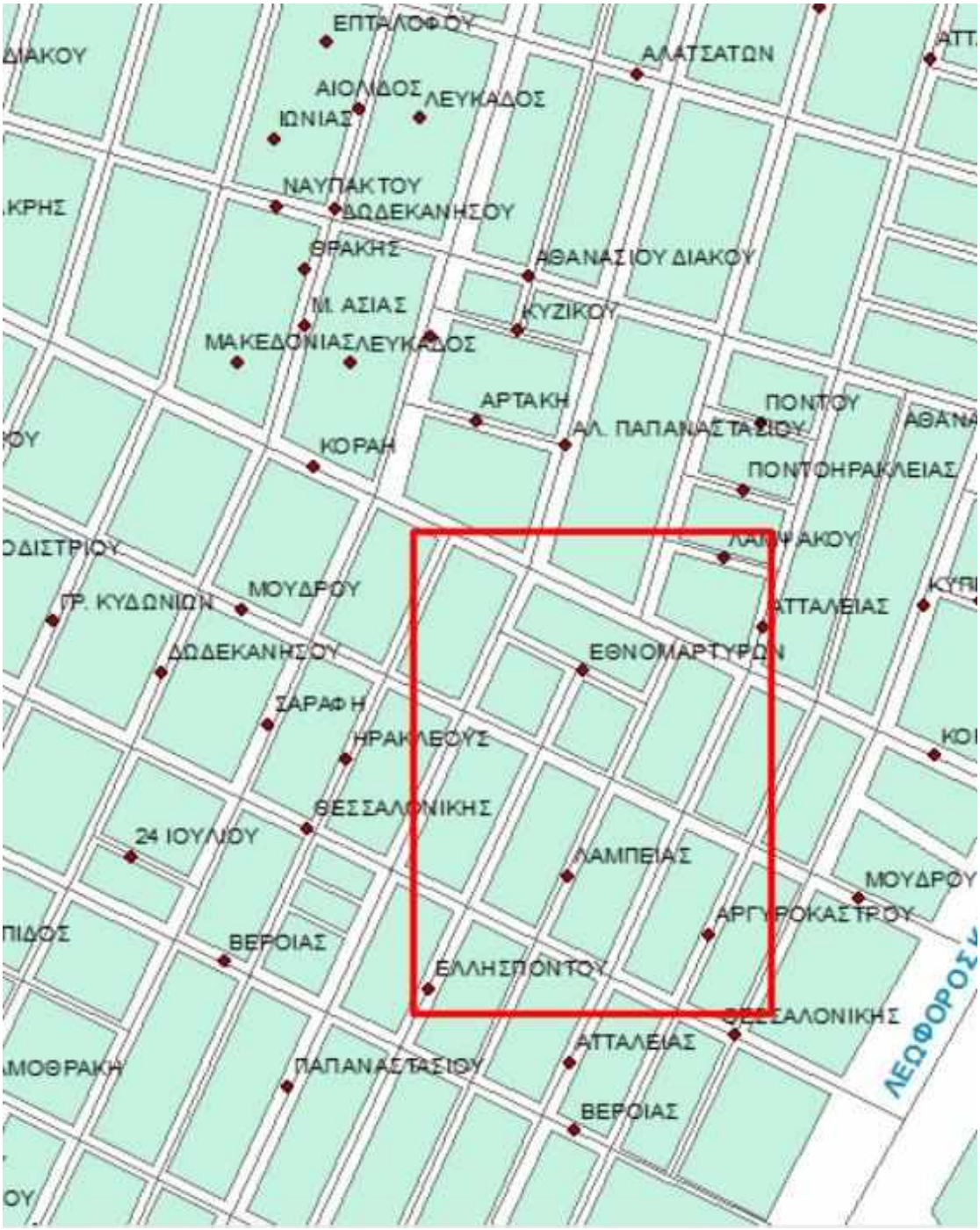
Αναλυτικότερα στο διάγραμμα 23 παρουσιάζεται η προτεινόμενη θέση 1, στο πλάι της Ιεράς Οδού, για ανέγερση νέου σχολείου. Φαίνεται ότι στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής αυτής οι μαθητές πρέπει να περπατάνε 10 λεπτά ενώ σε ένα μικρό μέρος της περπατάνε 5 λεπτά.

Στο διάγραμμα 24 παρουσιάζεται η προτεινόμενη θέση 2 για ανέγερση νέου σχολείου. Στην περιοχή αυτή το μεγαλύτερο μέρος της είναι εύκολα προσεγγίσιμο από τους μαθητές που περπατάνε 5 λεπτά. Βρίσκεται σε κεντρικό σημείο του Δήμου, ανάμεσα στη Λ. Θηβών και Κηφισού χωρίς όμως να υπάρχει γειτνίαση με αυτές.

Στο διάγραμμα 25 παρουσιάζεται η προτεινόμενη θέση 3 για ανέγερση νέου σχολείου. Σύμφωνα με τα πολεοδομικά σταθερότυπα η θέση 3 δεν αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή καθώς βρίσκεται πλησίον λεωφόρου (Λ. Θηβών) οπότε υπάρχει αυξημένος κίνδυνος και οχλήσεις του περιβάλλοντος χώρου. Επιπλέον, σύμφωνα με το διάγραμμα η πρόσβαση από τους μαθητές δεν εμπίπτει στο όριο των 5-10 λεπτών.



Διάγραμμα 23. Προτεινόμενη περιοχή 1



Διάγραμμα 24. Προτεινόμενη περιοχή 2

Διάγραμμα 25. Προτεινόμενη περιοχή 3

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να απαντηθεί το βασικό ερευνητικό ερώτημα, κατά πόσον τα μοντέλα χωροθετήσεων-κατανομών σχολικών μονάδων στο Δήμο Αιγάλεω, μπορούν να προσεγγίσουν και να βελτιώσουν τις υφιστάμενες μελέτες. Έτσι, αναζητείται η εύρεση της βέλτιστης τοποθεσίας εγκατάστασης μίας σχολικής μονάδας στο Δήμο Αιγάλεω προκειμένου να καλύπτονται οι ανάγκες του μαθητικού δυναμικού πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην υπό μελέτη περιοχή.

Συνολικά ο Δήμος Αιγάλεω διαθέτει 63 σχολικές μονάδες πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατανεμημένες σε όλη την έκτασή του.

Επειδή η χωροθέτηση κάποιου σχολείου γίνεται με μακροπρόθεσμο ορίζοντα και όχι σύμφωνα με την σημερινή κατάσταση και αποτελεί μακροχρόνια επένδυση υψηλού κόστους, πρέπει να ληφθούν σωστές αποφάσεις για την εγκατάστασή του. Η επιλογή της καταλληλότερης θέσης είναι καθοριστικής σημασίας για την αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών υπηρεσιών και εξυπηρέτησης όλων των εμπλεκομένων πλευρών (μαθητών, εκπαιδευτικό προσωπικό κ.λπ.). Από την άλλη, οι λάθος επιλογές χωροθέτησης φανερώνουν την άνιση κατανομή των μαθητών στα σχολεία με αποτέλεσμα να παρατηρούνται μεγάλες μετακινήσεις, από και προς τα σχολεία και έτσι μειωμένη εξυπηρέτηση των εμπλεκομένων.

Στην παρούσα εργασία για τη χωροθέτηση μιας σχολικής μονάδας λαμβάνεται υπόψη η ελαχιστοποίηση της διανυόμενης απόστασης από το μαθητή και ο καθορισμός του ανώτατου αριθμού μαθητών ενός σχολείου. Επιπλέον, για το μοντέλο χωροθέτησης λήφθηκαν υπόψιν:

- η περιοχή έρευνας
- το οδικό δίκτυο του δήμου Αιγάλεω
- οι υφιστάμενες σχολικές δομές
- οι στάσεις των λεωφορείων
- τα πρακτορεία ΟΠΑΠ και
- τα πρατήρια υγρών καυσίμων

Χρησιμοποιώντας πρωτογενή και δευτερογενή δεδομένα, το πρόβλημα επικεντρώθηκε στην προσβασιμότητα των μαθητών στις ήδη υπάρχουσες σχολικές μονάδες στο δήμο Αιγάλεω.

Στους χάρτες των σχολικών μονάδων φαίνεται η κατανομή των σχολείων της περιοχής και η εύκολη και γρήγορη πρόσβαση σε αυτές. Το κάθε σχολείο είναι χωροθετημένο σε κεντρικό και εύκολα προσβάσιμο σημείο του και η μετάβαση σε αυτό γίνεται με τα πόδια, με ΙΧ όχημα ή με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Ωστόσο, ο χρόνος μετακίνησης δεν εξαρτάται μόνο από την χιλιομετρική απόσταση, αλλά και από τον τύπο και την κατάσταση του οδικού δικτύου, τον τρόπο μετακίνησης και άλλους παράγοντες, όπως η κλίση του εδάφους και οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες.

Για την εφαρμογή του μοντέλου επιλέχθηκε σύμφωνα με έρευνες η μέση ταχύτητα περπατήματος λαμβάνοντας υπόψιν ότι οι μαθητές πλησιάζουν στα σχολεία με τα πόδια και ότι ο απαιτούμενος χρόνος ήταν 5-10 λεπτά. Ειδικότερα, σύμφωνα με όσα αναλύθηκαν προκύπτει ότι η μέγιστη απόσταση της σχολικής μονάδας πρέπει να είναι 750 και 833 μέτρα ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα δηλαδή 5 και 10 λεπτά αντίστοιχα.

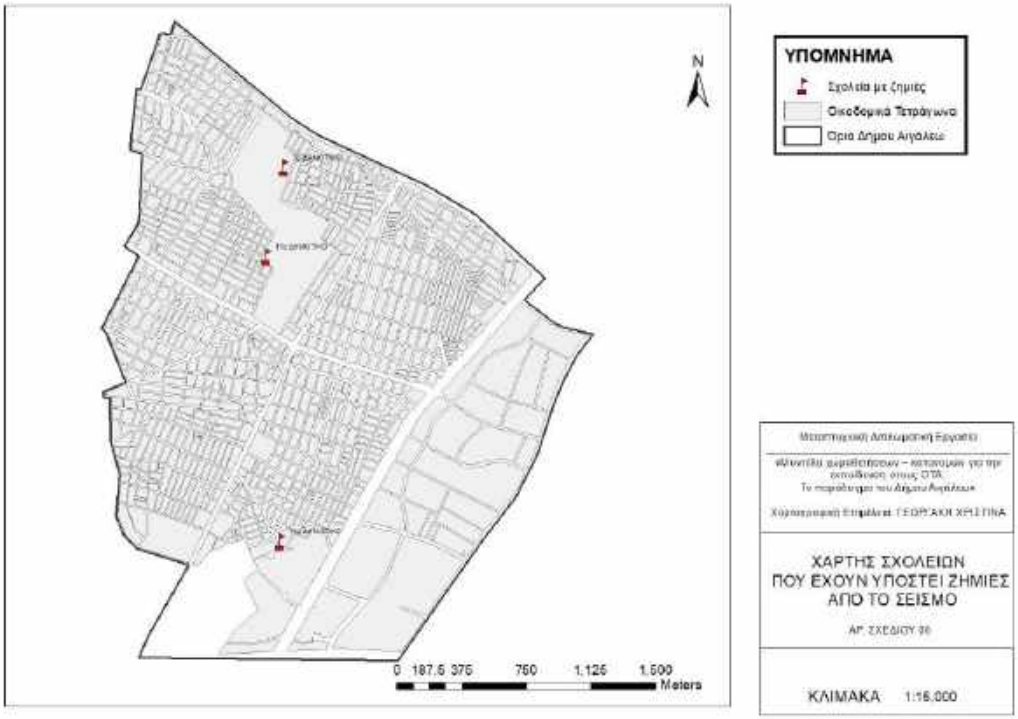
Το μοντέλο έτρεξε για κάθε μία από τις ηλιακές ομάδες. Από τον παραπάνω χάρτη παρατηρείται ότι το πρόβλημα έλλειψης σχολικών μονάδων εντοπίστηκε σε τρία τετράγωνα στα οποία και θα μπορούσε να ανεγερθεί ενδεχομένως μία εκπαιδευτική μονάδα. Στα τετράγωνα 1, 2 και 3 ελέγχθηκαν τα κριτήρια χωροταξικής κατανομής εκπαιδευτηρίων, το πολεοδομικό σχέδιο και οι απαιτούμενες αποστάσεις, η προσπέλαση και προσβασιμότητα και οι οχλούσες περιβαλλοντικές χρήσεις. Στόχος είναι να εξυπηρετούν τις καθορισμένες εκπαιδευτικές ανάγκες ενώ υπάρχει δυνατότητα απορρόφησης μελλοντικών εξελίξεων. Στις θέσεις 1 και 2 ο χρόνος πρόσβασης είναι εντός των ορίων ενώ η θέση 3 δεν πληροί το εν λόγω κριτήριο ενώ παράλληλα βρίσκεται πολύ κοντά στη Λεωφόρο Θηβών. Οπότε δεν αποτελεί βέλτιστη λύση.

Επιπλέον, λόγω του σεισμού τον Ιούλιο του 2019, στο Δήμο Αιγάλεω υπήρχαν σχολεία που κρίθηκαν ακατάλληλα. Σύμφωνα με την τεχνική υπηρεσία και τον

διευθυντή Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Γ' Αθήνας κ. Σταύρο Αδάμη τα σχολεία που κρίθηκαν ακατάλληλα ή κατεδαφιστέα στον υπό μελέτη Δήμο είναι:

- το 17ο Δημοτικό Αιγάλεω,
- το 7ο Δημοτικό Αιγάλεω και
- το 11ο Δημοτικό Αιγάλεω

Τα συγκεκριμένα σχολεία απεικονίζονται στον παρακάτω χάρτη (διάγραμμα 26) καθώς υπέστησαν σοβαρές ζημιές και είναι ακατάλληλα προς το παρών να λειτουργήσουν ως σχολικές μονάδες. Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι το συγκεκριμένο μοντέλο της παρούσας εργασίας επιβεβαιώνει την έλλειψη σχολικών μονάδων στις συγκεκριμένες θέσεις.



Διάγραμμα 26. Χάρτης σχολείων που έχουν υποστεί ζημιές από το σεισμό

Συνοψίζοντας, η χωροθέτηση των σχολικών μονάδων του Δήμου Αιγάλεω, είναι ένα χωρικό ζήτημα με άμεσες κοινωνικές διαστάσεις και η επίλυσή του επιδιώκεται λαμβάνοντας υπόψη πλήθος προδιαγραφών και περιορισμών. Από την ανάλυση που προηγήθηκε, βγαίνει το συμπέρασμα ότι το δίκτυο των εκπαιδευτικών

μονάδων δεν είναι ικανό να καλύψει τις ανάγκες όλου του Δήμου, δεδομένου δε, ότι 3 σχολικές μονάδες δεν λειτουργούν μετά το σεισμό του 2019.

Τέλος, η χρήση της τεχνολογίας και συγκεκριμένα της ανάλυσης δικτύων μέσω της χρήσης ΣΓΠ δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας ζωνών εξυπηρέτησης γύρω από τα σημεία ενδιαφέροντος. Έτσι καθίσταται ευκολότερος ο εντοπισμός των περιοχών που χρειάζονται παρέμβαση. Τα ΣΓΠ αποτελούν σημαντικό εργαλείο λήψης αποφάσεων με χωρικά κριτήρια καθώς συγκεντρώσουν και συνδυάζουν μεγάλο όγκο χωρικών και περιγραφικών δεδομένων ενώ η ταχεία ανάπτυξή τους παρέχει συνεχώς νέα εργαλεία για την καλύτερη χαρτογραφική απεικόνιση και επίλυση χωρικών προβλημάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ali, K.H. (2018). Multi-Criteria Decision Analysis for Primary School Site Selection in Al-Mahaweel district Using GIS Technique. Journal University of Kerbala, Vol. 16 No.1 Scientific

Banerjee, A., Maurya, A.L, Lämmel, G. (2018). A review of pedestrian flow characteristics and level of service over different pedestrian facilities. Collective Dynamics. 3. 1-52.

Bapna, R., Thankur, L.S. & Nair, S.K. (2002). Infrastructure development for conversion to environmentally friendly fuel. European Journal of Operational Research, 142 (3), pp. 480-496.

Budhathoki, N., Bruce, B., Nedovic-Budic, Z. (2008). Reconceptualising the role of the user of spatial data infrastructure. GeoJournal. 72(3): 149-160

Hassouna, F.M.A. (2020). Evaluation of Pedestrian Walking Speed Change Patterns at Crosswalks in Palestine. The Open Transportation Journal. Vol. 14:44-49

Jayaweera K.D.N. (2014). Application of Geographic Information Systems for Government School Sites Selection. University of Sri Jayewardenepura

Koutsopoulos, K., Makris, G. and Tziafetas, G. (1985). Simultaneous Location-Allocation of Facilities and Servers. Methods of Operation Research, 55: 33-25.

Liddle, P.G.A. (2012). A New Approach to School Site Suitability Assessment: A Case Study in Durham North Carolina, North Carolina: University of Minnesota σε Jayaweera K.D.N. (2014), Application of Geographic Information Systems for Government School Sites Selection, University of Sri Jayewardenepura

Office of School Facilities (2013). 2013 South Carolina School Facilities Planning and Construction Guide. South Carolina Department of Education. Διαθέσιμο στο: http://www.ed.sc.gov/scdoe/assets/file/agency/os/SchoolFacilities/documents/Draft2013Guidebook091712clean.pdf, πρόσβαση 20/6/2020

Parker, H.D. (1988). The Unique Qualities of a Geographic Information System: A Commentary. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 54(11), 1547-1549

State of North Carolina Center for Geographic Information and Analysis (1994). A Standard Classification System for the Mapping of Land Use and Land Cover. Διαθέσιμο στο: http://www.gis.idaho.gov/portal/pdf/Framework/LULC/StdClassLCinNC.pdf, πρόσβαση 20/6/2020

Stewart, N. (2016). Using Pedestrian Accessibility Indicators to Locate Schools: A Site Suitability Analysis in Greenville County, South Carolina. University of Southern California

Svatos, V. (2001). Locating Potential School sites. 21 Annual ESRI users conference. Διαθέσιμο στο: http://www.proceedings.esri.com/library/userconf/proc01/professional/papers/pap618/p618.htm, πρόσβαση 1/6/2020

van Wyngaarden, R., Waters, N. (2007). An unfinished revolution: gaining perspective on the future of GIS. GeoWorld, 9:22-25

Zhou, J. and Liu, B. (2003). New Stochastic Models for Capacitated Location-Allocation Problem. Computers and Industrial Engineering, 45, 111–125.

Αγγελίδης, Μ. (2000). Χωροταξικός σχεδιασμός και βιώσιμη ανάπτυξη. Αθήνα, Εκδ. Συμμετρία.

Αραβαντινός, Α. (1997). Πολεοδομικός σχεδιασμός για μία βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου. Αθήνα: Συμμετρία.

Βλαστός, Θ. (2007). Οι επιπτώσεις της κυκλοφορίας και η απάντηση του σχεδιασμού. Οι νεώτεροι στόχοι. Στο Α. Αραβαντινός, Πολεοδομικός Σχεδιασμός για μια βιώσιμη αστική ανάπτυξη. Αθήνα: Συμμετρία.

Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Γ΄ Αθήνας (2020). Δυναμικό σχολείων. Διαθέσιμο στο: http://www.cdseda.att.sch.gr/, πρόσβαση στις 13/7/2020

Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Γ΄ Αθήνας (2020). Δυναμικό σχολείων. Διαθέσιμο στο: http://dipe-g-athin.att.sch.gr/, πρόσβαση στις 13/7/2020

Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ.). Διαθέσιμο στο https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SAM03/, πρόσβαση στις 2/7/2020

Ευελπίδου, Ν. και Αντωνίου, Β. (2015). Εισαγωγή δεδομένων (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών). (Κεφάλαιο Συγγράμματος). Στο Ευελπίδου, Ν., Αντωνίου, Β. (2015). Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Αθήνα.

Ζωτάλης, Α. (2008). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών σε Δίκτυα Ύδρευσης Οικισμών, Εφαρμογή: ΜΑΝΔΡΑΚΙ, ΝΙΣΥΡΟΣ. Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., τμ. Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα.

Ιστοσελίδα Δήμου Αιγάλεω, https://www.aigaleo.gr, πρόσβαση στις 10/4/2020

Κάβουρας, Μ., Δάρρα, Α., Κονταξάκη, Σ. και Τομαή, Ε. (2015). Επιστήμη γεωγραφικής πληροφορίας. Αρχές και τεχνολογίες, ΣΕΑΒ

Καραπαναγίωτη, Ε. (2008). Συνδυασμός Γ.Σ.Π. και Μαθηματικού Προγραμματισμού για τη Χωροθέτηση Εμπορικών Επιχειρήσεων. Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, τμ. Διοίκησης Επιχειρήσεων.

Κουτσόπουλος, Κ. (1990). Γεωγραφία: Μεθοδολογία και Μέθοδοι Ανάλυσης Χώρου. Αθήνα: Συμμετρία.

Κουτσόπουλος, Κ. (2009). Πραγματεία Ανάλυσης Χώρου. τόμος Β΄: Μέθοδοι. Αθήνα: Παπασωτηρίου.

Κουτσόπουλος, Κ. και Ανδρουλάκης, Ν. (2012). Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών με το ArcGIS 10 Θεωρία και πράξη. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Λουκάκης, Ι. (2010). Το Πρόβλημα Χωροθέτησης των Μονάδων Πυρόσβεσης-Διάσωσης. Διπλωματική Εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, τμ. Γεωγραφίας, Αθήνα.

Μητρόπουλος, Π. (2007). Πολυκριτηριακή Ανάλυση στη Λήψη Αποφάσεων για τη Χωροθέτηση Εγκαταστάσεων και την Κατανομή Πόρων. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, τμ. Διοίκησης Επιχειρήσεων, Πάτρα.

Μπαμπανάσης, Σ., Βάσιος, Γ.Κ., Τρούμπης, Α.Ι., Καραντώνης, Χ.Χ., Σταματάκης, Γ., Ζαχαράτος, Γ., Βλασσόπουλος, Θ., Αναστασάτος, Ν., Κώτσιος, Β. (2012). Από την κρίση στη βιώσιμη ανάπτυξη. Εκδόσεις Παπαζήση

Μύτη, Α. (2002). Εκπαιδευτικές ανάγκες του Δήμου Αιγάλεω ως το έτος 2002. Διπλωματική Εργασία

Νεοφύτου, Ν. (2010). Χωροθετική ανάλυση εκπαιδευτικών μονάδων με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών: Μελέτη εφαρμογής στο Δήμο Πάφου. Διπλωματική εργασία, Αθήνα: Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Παπαθανασίου, Ι. Β. (2005). Χωροθέτηση Μονάδων Παραγωγής σε Περιβάλλον Δικτύου υπό Συνθήκες Ανταγωνισμού. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Γενικό Τμήμα, Θεσσαλονίκη.

Στεφανάκης, Ε. (2010). Βάσεις γεωγραφικών δεδομένων και συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2η έκδοση

Τσολάκης, Δ. (2013). GIS Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Διαθέσιμο στο: http://www.dga.gr/web/publications/notes/gis.pdf, πρόσβαση στις 10/4/2020

ΦΕΚ 167Α/1985 (Ν1566/1985). Δομή και λειτουργία της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και άλλες διατάξεις.

ΦΕΚ 285/Δ/2004 (Υ.Α. 10788/2004) Έγκριση πολεοδομικών σταθεροτύπων (standards) και ανώτατα όρια πυκνοτήτων που εφαρμόζονται κατά την εκπόνηση των γενικών πολεοδομικών σχεδίων, των σχεδίων χωρικής και οικιστικής οργάνωσης «ανοικτής πόλης» και των πολεοδομικών μελετών

ΦΕΚ 87/Α/2010 (Ν. 3852/2010) Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης.

Φώτης, Γ. (1997). Σχεδιασμός δικτύων παροχής υπηρεσιών με ταυτόχρονη επίλυση εναλλακτικών σεναρίων. Τόμος 12/96, 105-128.

Φώτης, Γ.Ν. (2000). Δείκτες εξέλιξης μαθητικών πληθυσμών και χωροθέτηση εκπαιδευτικών μονάδων. Δυο όψεις του ίδιου νομίσματος. Σε Οι χωρικές διαστάσεις των δημογραφικών δεδομένων. Βόλος, 2000.