



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ  
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ

ΕΚΠΟΝΗΣΗ:

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΠΕΚΛΑΡΗΣ

Αθήνα, Μάρτιος 2012

## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των σπουδών μας στο τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του ΕΜΠ.

Ο στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση της χωροθέτησης των σχολικών μονάδων του Καλλικρατικού δήμου της Νέας Χαλκηδόνας με την χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και συγκεκριμένα του λογισμικού ArcGis 9.3.

Αρχικά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα της εργασίας κ. Κουτσόπουλο Κωνσταντίνο, καθηγητή στη ΣΑΤΜ, για τη βοήθειά του στη συγκρότηση και ολοκλήρωσή της.

Προσωπικές ευχαριστίες θα θέλαμε να αποδώσουμε στον κ. Γεώργιο Χάλαρη, στον κ. Γεώργιο Φώτη καθώς και τους συμφοιτητές μας Γεωργαλά Σπύρο, Καββαδά Όλγα και Σκριμιζέα Ειρήνη.

Ακόμη, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους ανθρώπους των υπηρεσιών με τις οποίες συνεργαστήκαμε για να επιτευχθεί το τελικό αποτέλεσμα, οι οποίες είναι: ο Δήμος Νέας Χαλκηδόνας και η Ελληνική Στατιστική Αρχή.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους φίλους μας και την οικογένειά μας, που σε όλη αυτή την προσπάθεια στάθηκαν δίπλα μας και μας βοήθησαν με τον τρόπο τους.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ

## Περίληψη

Θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση χωροθέτησης των σχολικών μονάδων και των εκπαιδευτικών περιφερειών των τριών βαθμίδων εκπαίδευσης του Καλλικρατικού δήμου Νέας Χαλκηδόνας του Νομού Αττικής. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε με χρήση του λογισμικού ArcGIS 9.3.

Πρώτο βήμα στην εργασία αποτέλεσε η κατανόηση και ο καθορισμός του προβλήματος, δηλαδή η αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης των εκπαιδευτικών περιφερειών και των θέσεων των σχολείων, καθώς και η μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Στην συνέχεια εντοπίστηκε και περιγράφηκε η περιοχή μελέτης και ξεκίνησε η συλλογή των δεδομένων, από τις αρμόδιες υπηρεσίες, όπως η στατιστική υπηρεσία και οι αντίστοιχοι δημόσιοι φορείς. Έγινε η αξιολόγηση και οπτικοποίηση των δεδομένων και ακολούθησε η επεξεργασία τους με στόχο την δημιουργία πινάκων, χαρτών και στατιστικών δεδομένων. Τα βασικότερα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η ανάλυση δικτύων (network analysis), η μέθοδος της εγγύτερης γεινιάσης (average nearest neighbor), η μέθοδος του χωρικού μέσου (mean center) και η δημιουργία εγγύτερων πολυγώνων.

Ακολούθησε η ερμηνεία των παραγόμενων αποτελεσμάτων που οδήγησε στην ανεύρεση των προβλημάτων της υπάρχουσας κατάστασης, όπως είναι η παρουσία περιοχών μη εξυπηρέτησης, η μικρή διασπορά των σχολικών μονάδων, η ανισομερής κατανομή των εκπαιδευτικών περιφερειών, η έλλειψη επαρκούς αριθμού σχολείων καθώς και η ανεπάρκεια των δυναμικών τους. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω προβλημάτων, έγιναν συγκεκριμένες θεωρητικές προτάσεις για την αντιμετώπισή τους, όπως συγχωνεύσεις σχολείων ή σχολικών περιφερειών, δημιουργία καινούργιων σχολείων και ανασχεδιασμός των περιφερειών. Οι λύσεις που προτείνονται, προκειμένου να εφαρμοσθούν, απαιτούν και ένα μεταγενέστερο στάδιο λεπτομερέστερης ανάλυσης για λήψη επιπρόσθετων δεδομένων τα οποία δεν είχαμε στην διάθεσή μας κατά την διάρκεια εκπόνησης αυτής της μελέτης.

## **Abstract**

The subject of the present thesis, is the spatial analysis of the school units and the educational regions of all levels of education in the municipality and districts of Nea Xalkidona. The analysis was performed using the ArcGIS 9.3. software.

First step of the current thesis was the understanding and the determination of the problem and specifically the evaluation of the problems with the existing design of educational areas, the location of schools and their interaction. Then the study area was defined and the data were collected from the competent departments as the statistics department and the public services. The data were evaluated and portrayed followed by processing data and creating tables, charts and statistics. The main tools used, were the network analysis, the average nearest neighbour, the mean center and the thiessen polygons.

The obtained results were interpreted and the problems of the current situation which are the presence of non-service areas, the low dispersion of school units, the unequal division of educational regions, the lack of sufficient number of schools and the insufficient division of students by school. According to the problems encountered, theoretical proposals were made to address them which were the merge of school areas, the creation of new schools and the redesigning of the school regions. The solutions that are proposed demand a later stage of more detailed analysis and additional data during this thesis, in order to be executed.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>6</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>9</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΕΙΣ</b> .....	<b>12</b>
1.1 Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ .....	12
1.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΕΩΝ – ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ (LOCATION – ALLOCATION) .....	13
1.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ (NETWORK ANALYSIS) .....	14
1.3.1 Εύρεση βέλτιστης διαδρομής (best route).....	15
1.3.2 Εύρεση πλησιέστερης εγκατάστασης (closest facility) .....	16
1.3.3 Περιοχές εξυπηρέτησης (service areas).....	16
1.3.4 Κόστη προέλευσης-προορισμού (OD cost matrix).....	16
1.3.5 Ρύθμιση κυκλοφορίας (vehicle routing problem).....	17
1.4 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ .....	17
1.5 ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΨΗΦΙΔΟΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ .....	21
1.6 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ .....	23
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ</b> .....	<b>24</b>
2.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ .....	24
2.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	24
2.3 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ .....	25
2.4 ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ .....	25
2.5 ΧΩΡΟΘΕΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	25
2.5.1 Ψηφιοποίηση .....	25
2.5.2 Geocoding .....	26
2.5.3 Join tool.....	26
2.5.4 Summary statistics.....	26
2.5.5 Network analysis (Service areas).....	27
2.5.6 Intersect analysis tool/ Merge data management tool.....	28
2.5.7 Modelbuilder tool .....	29
2.5.8 Mean Center.....	29
2.5.9 Average nearest neighbor.....	30
2.5.10 Thiessen polygons .....	32
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΧΩΡΟΘΕΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ Ν.ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ</b> .....	<b>34</b>
3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ.....	34
3.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	35
3.2.1 Πρόγραμμα Καλλικράτης .....	37
3.2.2 Εφαρμογή Καλλικράτη στα σχολεία .....	38
3.3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	39
3.4 ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ - ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ .....	42
3.4.1 Ψηφιοποίηση γραμμικών δεδομένων .....	42
3.4.2 Ψηφιοποίηση επιφανειακών δεδομένων.....	44
3.4.3 Γεωκωδικοποίηση διευθύνσεων .....	50
3.5 ΑΝΑΛΥΣΗ .....	51
3.5.1 Ανάλυση δικτύου υπάρχουσας κατάστασης.....	51
3.5.2 Χωρικοί μέσοι εκπαιδευτικών περιφερειών.....	59
3.5.3 Μέθοδος του Εγγύτερου γείτονα .....	62

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ

3.5.4	Εγγύτερα πολύγωνα .....	63
3.5.5	Ανάλυση μαθητικού πληθυσμού.....	64
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>68</b>
4.1	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	68
4.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΧΩΡΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ .....	70
4.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ .....	75
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.</b>	<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....</b>	<b>77</b>
<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....</b>		<b>81</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>		<b>82</b>

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1:	Χάρτης Οικιστικής Πυκνότητας, κατάλληλος για λήψη αποφάσεων, π.χ. ανάπτυξη υποδομών ΟΤΑ .....	19
Χάρτης 2	Χάρτης Πυκνότητας Πληθυσμού .....	19
Χάρτης 3	Δήμος Χαλκηδόνας 1950 (πηγή <a href="http://www.neahalkidona.gov.gr">www.neahalkidona.gov.gr</a> ) .....	36
Χάρτης 4	Ψηφιακό υπόβαθρο Νέας Χαλκηδόνας .....	41
Χάρτης 5	Ονόματα οδικών αξόνων .....	43
Χάρτης 6	Εκπαιδευτικές περιφέρειες δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας.....	46
Χάρτης 7	Οπτικοποίηση σχολικών μονάδων με τις διευθύνσεις τους.....	51
Χάρτης 8	Πολύγωνα 500 m σχολικών μονάδων Νέας Χαλκηδόνας.....	54
Χάρτης 9	Εκπαιδευτική περιφέρεια 2 <sup>ο</sup> δημοτικού Νέας Χαλκηδόνας .....	55
Χάρτης 10	πολύγωνο 500 m 2 <sup>ο</sup> δημοτικού Νέας Χαλκηδόνας.....	56
Χάρτης 11	Περιοχή εξυπηρέτησης 2 <sup>ο</sup> δημοτικού Νέας Χαλκηδόνας .....	57
Χάρτης 12	Τομές εκπαιδευτικών περιφερειών δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας με πολύγωνο 500 m .....	58
Χάρτης 13	Τομή εκπαιδευτικής περιφέρειας γυμνασίου Νέας Χαλκηδόνας με πολύγωνο 500 m .....	58
Χάρτης 14	Σχέση σχολείων με κέντρα περιφερειών δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας .	60
Χάρτης 15	Σχέση σχολείων με κέντρα περιφερειών γυμνασίων.....	61
Χάρτης 16	Εγγύτερα πολύγωνα δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας.....	64
Χάρτης 17	Κατανομή δυναμικών σχολικών μονάδων.....	67
Χάρτης 18	Επίπεδο εξυπηρέτησης δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας.....	69
Χάρτης 19	Επίπεδο εξυπηρέτησης γυμνασίου Νέας Χαλκηδόνας.....	70
Χάρτης 20	Κατηγοριοποίηση χωρικών μέσων .....	72
Χάρτης 21	Οπτικοποίηση προβλημάτων μετά την εφαρμογή της μεθόδου του εγγύτερου γείτονα .....	73
Χάρτης 22	Σύγκριση εκπαιδευτικών περιφερειών δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας με αντίστοιχα εγγύτερα πολύγωνα.....	74
Χάρτης 23	Αξιολόγηση 1 <sup>ο</sup> και 2 <sup>ο</sup> δημοτικού Νέας Χαλκηδόνας.....	78

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1 Η αρχή της υπέρθεσης των Πληροφοριακών επιπέδων στα GIS.....	21
Σχήμα 2 Πραγματικότητα και Περιγραφή της. (πηγή: Κουτσόπουλος, 2006).....	22
Σχήμα 3 Αποτέλεσμα εφαρμογής εργαλείου join (πηγή ArcGis help) .....	26
Σχήμα 4 Εφαρμογή εργαλείου summary statistics (πηγή ArcGis help) .....	27
Σχήμα 5 Τρόπος λειτουργίας εργαλείου intersect (πηγή ArcGis help) .....	28
Σχήμα 6 Τρόπος λειτουργίας εργαλείου merge (πηγή ArcGis help).....	29
Σχήμα 7 Τρόπος λειτουργίας εφαρμογής χωρικού μέσου (πηγή ArcGis help) .....	29
Σχήμα 8 Παράδειγμα εφαρμογής χωρικού μέσου (πηγή ArcGis help) .....	30
Σχήμα 9 Κατηγοριοποίηση αποτελεσμάτων εφαρμογής εγγύτερου γείτονα (πηγή ArcGis help) .....	31
Σχήμα 10 Διαδικασία δημιουργίας εγγύτερων πολυγώνων (πηγή ArcGis help) .....	32
Σχήμα 11 Παράδειγμα εφαρμογής εγγύτερων πολυγώνων (πηγή ArcGis help).....	32
Σχήμα 12 Μεθοδολογικό διάγραμμα .....	34
Σχήμα 13 Διαδικασία ψηφιοποίησης .....	43
Σχήμα 14 Σύνδεση στοιχείων ΕΣΥΕ με οικοδομικά τετράγωνα .....	45
Σχήμα 15 Intersect εκπαιδευτικών περιφερειών με τα οικοδομικά τετράγωνα .....	47
Σχήμα 16 Εφαρμογή εργαλείου model builder.....	48
Σχήμα 17 Υπολογισμός μαθητικού πληθυσμού κάθε περιφέρειας ανά βαθμίδα εκπαίδευσης.....	49
Σχήμα 18 Δημιουργία network dataset.....	52
Σχήμα 19 menu των layers .....	52
Σχήμα 20 Ιδιότητες network dataset .....	53
Σχήμα 21 Παράδειγμα δημιουργίας χωρικού μέσου στις εκπαιδευτικές περιφέρειες δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας.....	59
Σχήμα 22 εφαρμογή μεθόδου εγγύτερου γείτονα .....	62
Σχήμα 23 Εγγύτερος γείτονας δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας.....	63
Σχήμα 24 Γράφημα ποσοστού εξυπηρέτησης υπάρχουσας κατάστασης .....	66
Σχήμα 25 Συγκριτικό γράφημα δυναμικών σχολείων με πληθυσμούς αντίστοιχων εκπαιδευτικών περιφερειών .....	66
Σχήμα 26 συγκριτικό διάγραμμα εμβαδών εκπαιδευτικών περιφερειών με εγγύτερων πολυγώνων.....	75

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Attribute table Νέας Χαλκηδόνας.....	44
Πίνακας 2 Εμβαδά εκπαιδευτικών περιφερειών .....	46
Πίνακας 3 Ηλικιακές ομάδες Νέας Χαλκηδόνας.....	48
Πίνακας 4 Μαθητικός πληθυσμός Νέας Χαλκηδόνας.....	49
Πίνακας 5 Διευθύνσεις σχολικών μονάδων .....	50
Πίνακας 6 Attribute table πολυγώνων.....	54
Πίνακας 7 Αποστάσεις χωρικών μέσων από σχολεία .....	60
Πίνακας 8 Πίνακας σύγκρισης πληθυσμών.....	65
Πίνακας 9 Πίνακας ποσοστών εξυπηρέτησης .....	65
Πίνακας 10 Πίνακας ποσοστών εξυπηρέτησης εκπαιδευτικών περιφερειών.....	68
Πίνακας 11 Αποστάσεις χωρικών μέσων από σχολεία .....	71
Πίνακας 12 Πίνακας σύγκρισης εκπαιδευτικών περιφερειών με εγγύτερα πολύγωνα.....	74
Πίνακας 13 Πίνακας πληθυσμών εξυπηρέτησης υπάρχουσας κατάστασης με τα αντίστοιχα ποσοστά.....	75



## Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η χωροθετική ανάλυση των σχολικών μονάδων και των εκπαιδευτικών περιφερειών του Καλλικρατικού δήμου Νέας Χαλκηδόνας και η παρουσίαση της μεθοδολογίας, ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε αντίστοιχες περιπτώσεις. Η περιοχή μελέτης είναι ο προαναφερθείς δήμος που αποτελεί το υπόβαθρο της εργασίας πάνω στο οποίο θα εφαρμοστούν διάφορες τεχνικές και μέθοδοι ανάλυσης χώρου στοχεύοντας στην αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης. Παράλληλα έγινε παράθεση των αποτελεσμάτων των ίδιων τεχνικών και μεθόδων στον γειτονικό δήμο της Νέας Φιλαδέλφειας, ο οποίος πλέον έχει συνενωθεί με την Νέα Χαλκηδόνα στα πλαίσια του προγράμματος Καλλικράτης, και οπτικοποιούνται σε κοινούς χάρτες.

Η ιδιαιτερότητα της συγκεκριμένης περιοχής μελέτης είναι αφενός μεν η απουσία κτιριακών μονάδων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και αφετέρου δε το γεγονός ότι τα πληθυσμιακά στοιχεία που προμηθευτήκαμε από την στατιστική υπηρεσία δεν επαληθεύουν επαρκώς τις ανάγκες των σχολείων. Συγκεκριμένα ο μαθητικός πληθυσμός του δήμου είναι αρκετά μεγαλύτερος από το σύνολο των δυναμικών των σχολείων, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατο να προσδιοριστεί το που υπάγεται ο περισσευούμενος αυτός πληθυσμός.

Το πρόβλημα που καλείται να αντιμετωπίσει αυτή η μελέτη είναι ο εντοπισμός και η αξιολόγηση των δυσχερειών που προκύπτουν εξαιτίας της υπάρχουσας σχεδίασης των εκπαιδευτικών περιφερειών καθώς και της θέσης των σχολείων. Δεν είναι όμως σε θέση να προτείνει ανασχεδιασμό των εκπαιδευτικών περιφερειών ή επανακαθορισμό των θέσεων των σχολείων. Αντίθετα, θα γίνει επισήμανση των σχολείων που υπολειτουργούν με βάση συγκεκριμένα κριτήρια.

Με βάση την αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρει το λογισμικό GIS καθώς και των δεδομένων από την απογραφή του πληθυσμού, κατέστη δυνατή η δημιουργία χαρτών που φέρουν πληροφορία ώστε ο χρήστης να μπορεί να κατανοήσει το βαθμό εξυπηρέτησης των οντοτήτων της περιοχής μελέτης. Το λογισμικό ArcGis αποδίδει εναργή οπτικά αποτελέσματα που μπορούν να γίνουν εύκολα κατανοητά από τον μέσο αναγνώστη.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η 9.3 έκδοση του ArcGis, ενώ τα πληθυσμιακά δεδομένα προέκυψαν από την πρόσφατη απογραφή του 2011. Τα υπόλοιπα δεδομένα για την εκπόνηση της εργασίας ήταν οι χάρτες με τους κωδικούς

των οικοδομικών τετραγώνων και η υψηλής ανάλυσης φωτογραφία των δύο δήμων που χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο για την ψηφιοποίηση των διαφόρων προς ανάλυση οντοτήτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η παρούσα εργασία μπορεί να εφαρμοστεί για οποιοσδήποτε αλλαγές προκύψουν μελλοντικά στον μαθητικό πληθυσμό, εισάγοντας τα νέα στοιχεία ως δεδομένα εισόδου.

Το κυριότερο εργαλείο του ArcGis που χρησιμοποιήθηκε ήταν η Ανάλυση Δικτύων που υπολογίζει τις περιοχές εξυπηρέτησης των σχολικών μονάδων με κριτήριο την απόσταση. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα χωρικών κατανομών όπως ο χωρικός μέσος, η μέθοδος του εγγύτερου γείτονα και τα εγγύτερα πολύγωνα, ενώ έγινε και ανάλυση του μαθητικού πληθυσμού.

Το πρώτο σκέλος της εργασίας ήταν η ανάλυση και κατανόηση του προβλήματος. Καθορίστηκε ο στόχος καθώς και το επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα. Έπειτα, καθορίστηκε η περιοχή μελέτης και ξεκίνησε η συλλογή των δεδομένων. Αξιολογήθηκαν τα δεδομένα και οπτικοποιήθηκαν. Ακολούθησε η επεξεργασία τους με βάση την οποία δημιουργήθηκαν πίνακες, χάρτες και συγκριτικά διαγράμματα. Έγινε η ερμηνεία των παραγόμενων αποτελεσμάτων και βρέθηκαν τα προβλήματα της υπάρχουσας κατάστασης. Τέλος, καταγράφηκαν τα προβλήματα που εντοπίστηκαν και έγιναν προτάσεις για την αντιμετώπισή τους.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Χωροθετήσεις**

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια εστίαση σε όλο το θεωρητικό υπόβαθρο που θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία, πάνω στο οποίο θα στηριχθούν όλες οι μέθοδοι και οι τεχνικές που θα ακολουθηθούν για την διεκπεραίωσή της. Γίνεται αναφορά στην Ανάλυση του χώρου, στα προβλήματα Χωροθετήσεων – Κατανομών (όπου στην προκειμένη περίπτωση αναφέρεται στη χωροθέτηση σχολικών μονάδων) και στην Ανάλυση των δικτύων (εύρεση των περιοχών εξυπηρέτησης). Όλα αυτά με την βοήθεια του λογισμικού ArcGis και το πώς εφαρμόζεται για την επίλυση προβλημάτων σε χωρική διάσταση.

### **1.1 Η Ανάλυση του Χώρου**

Η χωρική ανάλυση αναφέρεται στην φύση των χωρικών κατανομών, στις χωρικές διαδικασίες, στις περιφερειοποιήσεις και στις χωρικές διαφοροποιήσεις. Η ανάλυση χώρου είναι συστηματική (μελέτη των χωρικών προτύπων και σχέσεων) όσο και περιφερειακή (περιγραφή συγκεκριμένων θέσεων, αλλά και μελέτη των χωρικών διαφοροποιήσεών τους).

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό πως η χωρική ανάλυση στοχεύει στην σε βάθος γνώση της δομής της φυσικής, κοινωνικής και οικονομικής διάστασης του χώρου, των σχέσεων αλληλεξάρτησής τους και των διαδικασιών αλλαγής τους. Επομένως ο βασικός ρόλος της είναι η τροφοδότηση της διαδικασίας του χωρικού σχεδιασμού.

Η ανάλυση χώρου είναι εργαλείο που μπορεί:

1. Να εντοπίσει τα προβλήματα της περιοχής μελέτης, να ανακαλύψει την ύπαρξή τους και να προσδιορίσει τις αιτίες που τα προκάλεσαν.
2. Να ταξινομήσει τα προβλήματα αυτά για την καλύτερη διερεύνησή τους σε κάθε διάσταση χωριστά, αλλά και σε επίπεδα αλληλεξαρτήσεών τους.
3. Να αξιολογήσει τη σημασία των προβλημάτων, ανάλογα με τα αίτια και τις επιπτώσεις τους, γιατί χρειάζεται η ιεράρχησή τους για την ορθολογικότερη επίλυση τους μέσα από ένα σύστημα επιλογών και προτεραιοτήτων.
4. Να βρει διασυνδέσεις μεταξύ των προβλημάτων μέσα και έξω από κάθε περιφέρεια.

Σύμφωνα με τον Bailey (1990) ανάλυση χώρου ορίζεται ως «μια συνολική δυνατότητα διαχείρισης - μετασχηματισμού των χωρικών στοιχείων σε διαφορετικές μορφές, δίνοντάς τους, σαν αποτέλεσμα, διαφορετική έννοια».

Σύμφωνα με τον Κουτσόπουλο, είναι η «διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία» ενώ όπως γράφει ο Haining (1994) η ανάλυση χώρου στοχεύει:

- Στην σωστή περιγραφή γεγονότων στο χώρο, που περιλαμβάνει κυρίως τη περιγραφή των χωρικών προτύπων.
- Στη συστηματική διερεύνηση των χωρικών προτύπων και χωρικών σχέσεων με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των χωρικών διαδικασιών που ευθύνονται για τα χωρικά πρότυπα και τις σχέσεις που παρατηρούνται.
- Στην αύξηση της ικανότητας πρόβλεψης και ελέγχου γεγονότων που συμβαίνουν στο γεωγραφικό χώρο.
- Στη χρήση αυτών των τεχνικών και μεθόδων ως εργαλεία λήψης αποφάσεων για το χώρο.

Μερικά παραδείγματα εφαρμογής της χωρικής ανάλυσης είναι:

Σε περίπτωση που θέλουμε να ερευνήσουμε εάν υπάρχει οποιαδήποτε χωρική συγκέντρωση στην κατανομή των κλοπών, εάν είναι κλοπές που εμφανίζονται σε ορισμένες περιοχές και εάν συσχετίζονται με τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά αυτών των περιοχών.

Αντίστοιχα αν οι γεωλόγοι επιθυμούν να υπολογίσουν, από μερικά δείγματα, την επέκταση ενός ορυκτού αποθέματος σε μια περιοχή μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα δείγματα για να υπολογίσουν την ορυκτή διανομή σε εκείνη την περιοχή.

Όλα αυτά τα προβλήματα είναι μέρος της χωρικής ανάλυσης των γεωγραφικών στοιχείων. Η δυνατότητα της χωρικής ανάλυσης είναι να μετρηθούν οι ιδιότητες και οι σχέσεις, λαμβάνοντας υπόψη το χωρικό εντοπισμό του φαινομένου κάτω από τη μελέτη με έναν άμεσο τρόπο. Δηλαδή η κεντρική ιδέα στην ανάλυση που γίνεται είναι να ενσωματωθεί και ο χώρος ως παράμετρος στην μελέτη του φαινομένου

## **1.2 Πρόβλημα Χωροθετήσεων – Κατανομών (location – allocation)**

Τα προβλήματα Χωροθετήσεων – Κατανομών ανήκουν στην κατηγορία προβλημάτων, για τα οποία η χωρική διάσταση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της λύσης (χωροθέτηση υπηρεσιών, γεωγραφική αναδιοργάνωση

υπάρχοντος συστήματος μονάδων παροχής υπηρεσιών κλπ.). Συνεπώς η επίλυση του προβλήματος χωροθέτησης αποτελεί μεγάλης σημασίας απόφαση με άμεσα, έμμεσα, βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Η χωροθέτηση αποτελείται από τρία βασικά «στοιχεία»:

- Οι πελάτες (customers), οι οποίοι τοποθετούνται σε σημεία του χώρου, με συγκεκριμένη κατανομή και χαρακτηριστικά
- Οι μονάδες (facilities). Είναι μια μορφή χωροθέτησης μιας μονάδας ή περισσότερων όπου καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης θα καταναίμει τους «πελάτες» στις «μονάδες» ή το ανάποδο. Ενδεικτικά ένα πρόβλημα χωροθέτησης μονάδων παροχής υπηρεσιών (όπως οι σχολικές μονάδες) ανήκει στις περιπτώσεις όπου η χωροθέτηση αφορά πολλές μονάδες και έτσι η κατανομή γίνεται βάσει αντικειμενικών παραμέτρων.
- Ο χώρος (space) στον οποίο ανήκουν οι «πελάτες» και χωροθετούνται οι «μονάδες». Οι πιθανές θέσεις για τις προς τοποθέτηση μονάδες, αποτελούν υποσύνολα του περιβάλλοντος χώρου (space). Γενικότερα, μια επιτυχής επίλυση του προβλήματος χωροθέτησης σημαίνει ότι έχει εντοπιστεί η βέλτιστη τοποθεσία σε έναν γεωγραφικό χώρο για την τοποθέτηση/εγκατάσταση μιας μονάδας συγκεκριμένων χαρακτηριστικών, ικανοποιώντας αντίστοιχα τα κριτήρια και τους στόχους που έχουν καθοριστεί.

### **1.3 Ανάλυση δικτύων (network analysis)**

Το ArcGIS Network Analyst είναι ένα εργαλείο ανάλυσης δικτύων, στο οποίο βασίζεται η χωρική ανάλυση, με εφαρμογές όπως η δρομολόγηση οχημάτων, πλοήγηση για χαράξεις πορείας, εύρεση της πλησιέστερης μονάδας, εντοπισμός περιοχών εξυπηρέτησης και για προβλήματα χωροθετήσεων-κατανομών. Χρησιμοποιώντας το ArcGIS Network Analyst, μπορούμε να δημιουργήσουμε δυναμικά μοντέλα για πραγματικές συνθήκες δικτύου, συμπεριλαμβανομένων των μονόδρομων, τη σειρά και το είδος των περιορισμών, τα όρια ταχύτητας, και διάφορες ταχύτητες ταξιδιού βάση του κυκλοφοριακού φόρτου. Μπορούμε εύκολα να δημιουργήσουμε δίκτυα από τα δεδομένα του GIS, χρησιμοποιώντας ένα εξελιγμένο μοντέλο δικτύου δεδομένων.

Με το ArcGIS Network Analyst:

- Εντοπίζουμε βέλτιστες διαδρομές.
- Είναι το πλέον αποδοτικό εργαλείο για εύρεση διαδρομών για ένα αριθμό οχημάτων που πρέπει να επισκεφθούν πολλές τοποθεσίες.
- Χρησιμοποιώντας χρονικούς περιορισμούς μπορούμε να προσδιορίσουμε τους χρόνους άφιξης οχημάτων
- Βρίσκουμε τις πλησιέστερες εγκαταστάσεις.
- Καθορίζουμε τη βέλτιστη τοποθεσία για εγκαταστάσεις εκτελώντας ανάλυση θέσης-κατανομής.
- Ορίζουμε κατηγορίες υπηρεσιών με βάση το χρόνο ταξιδιού ή την απόσταση.
- Δημιουργούμε ένα δίκτυο που χρησιμοποιεί τα υπάρχοντα δεδομένα GIS.
- Δημιουργούμε ένα πλάνο εξόδων μετακίνησης εντός του δικτύου από κάθε αφετηρία προς όλους τους προορισμούς.

Ειδικότερα, Το ArcGIS Network Analyst μας παρέχει πέντε βασικά εργαλεία για την επίλυση κοινών προβλημάτων ανάλυσης δικτύων.

### 1.3.1 Εύρεση βέλτιστης διαδρομής (best route)

Μέσω αυτής της εφαρμογής υπολογίζεται ο καλύτερος τρόπος μετάβασης από ένα σημείο σε ένα άλλο ή ο καλύτερος τρόπος επίσκεψης διάφορων θέσεων. Οι θέσεις αυτές μπορούν να καθοριστούν διαδραστικά τοποθετώντας σημεία στην οθόνη, εισάγοντας μια διεύθυνση ή φορτώνοντας υπάρχοντα σημειακά δεδομένα από ένα υπάρχων feature class ή feature layer . Η καλύτερη διαδρομή μπορεί να προσδιοριστεί για τη σειρά των τοποθεσιών, όπως αυτή ορίζεται από το χρήστη. Εναλλακτικά, το ArcGIS Network Analyst μπορεί να καθορίσει την καλύτερη ακολουθία για την μετάβαση στις τοποθεσίες.

Είτε ψάχνουμε μια απλή διαδρομή μεταξύ δύο τοποθεσιών ή ένα δρομολόγιο πολλαπλών επισκέψεων, συνήθως αναζητείται η βέλτιστη διαδρομή. Αλλά βέλτιστη διαδρομή μπορεί να σημαίνει διαφορετικά πράγματα σε διαφορετικές καταστάσεις. Η βέλτιστη διαδρομή μπορεί να είναι η πιο γρήγορη, η συντομότερη, ή η πιο γραφική διαδρομή, ανάλογα με την επιλεγείσα από το χρήστη παράμετρο. Εάν η παράμετρος είναι ο χρόνος, τότε η καλύτερη διαδρομή είναι η γρηγορότερη διαδρομή. Ως εκ

τούτου, η καλύτερη διαδρομή μπορεί να οριστεί ως η διαδρομή που πληροί τις προϋποθέσεις όπου όρισε ο χρήστης.

### **1.3.2 Εύρεση πλησιέστερης εγκατάστασης (closest facility)**

Βρίσκοντας το πλησιέστερο νοσοκομείο για ένα ατύχημα, το πιο κοντινό αστυνομικό τμήμα για άμεση αντιμετώπιση εγκληματικής πράξης, και το κοντινότερο κατάστημα για την εξυπηρέτηση ενός πελάτη είναι κάποια παραδείγματα από τα προβλήματα πλησιέστερης εγκατάστασης(closest facility). Κατά την διαδικασία εύρεσης της πλησιέστερης εγκατάστασης, μπορεί να καθοριστεί η βέλτιστη διαδρομή από και προς αυτή, ο προσδιορισμός του κόστους ταξιδιού για κάθε διαδρομή, και η εμφάνιση των κατευθύνσεων για κάθε εγκατάσταση. Επιπλέον, μπορείτε να καθορίσετε μια περιοχή αναζήτησης πέρα από την οποία το ArcGIS Network Analyst δεν πρέπει να αναζητήσει μια εγκατάσταση. Για παράδειγμα, μπορεί να δημιουργηθεί μια περιοχή αναζήτησης για νοσοκομεία που απέχουν 15 λεπτά οδικώς από το τόπο του ατυχήματος. Οποιαδήποτε νοσοκομεία που απέχουν περισσότερο από 15 λεπτά δεν θα συμπεριληφθούν στα αποτελέσματα.

### **1.3.3 Περιοχές εξυπηρέτησης (service areas)**

Με το Analyst Network, μπορούν να εντοπιστούν οι περιοχές εξυπηρέτησης γύρω από οποιαδήποτε θέση σε ένα δίκτυο. Μία περιοχή εξυπηρέτησης του δικτύου μπορεί να περιλαμβάνει όλους τους προσβάσιμους δρόμους, δηλαδή, τους δρόμους που βρίσκονται εντός ορισμένης εμβέλειας. Για παράδειγμα, μια περιοχή εξυπηρέτησης εμβέλειας 10 λεπτών για μια εγκατάσταση περιλαμβάνει όλες τις οδούς που μπορεί να γίνει δυνατή η μετάβαση σ' αυτήν μέσα σε δέκα λεπτά.

### **1.3.4 Κόστη προέλευσης-προορισμού (OD cost matrix)**

Επίσης με το ArcGIS Network Analyst, μπορεί να δημιουργηθεί ένας πίνακας υπολογισμού κόστους προέλευσης-προορισμού (OD) από πολλαπλές προελεύσεις σε πολλαπλούς προορισμούς. Ο πίνακας αυτός κατατάσσει τους προορισμούς κάθε διαδρομής που συνδέονται σε αύξουσα σειρά με βάση την ελάχιστη παράμετρο του δικτύου που απαιτείται για να ταξιδέψει από την αφετηρία σε κάθε προορισμό. Η καλύτερη διαδρομή του δικτύου βρίσκεται για κάθε ζευγάρι προέλευσης-προορισμού, και το κόστος είναι αποθηκευμένο στον πίνακα χαρακτηριστικών (attribute table).



### **1.3.5 Ρύθμιση κυκλοφορίας (vehicle routing problem)**

Ένας ρυθμιστής κυκλοφορίας που διαχειρίζεται έναν αριθμό οχημάτων συχνά χρειάζεται να λάβει αποφάσεις για τη δρομολόγηση των οχημάτων. Μια τέτοια απόφαση αφορά τον βέλτιστο τρόπο αντιστοίχισης μιας ομάδας πελατών σε ένα σύνολο οχημάτων, την αλληλουχία τους καθώς και το πρόγραμμα των επισκέψεών τους. Οι στόχοι για την επίλυση τέτοιων προβλημάτων δρομολόγησης οχημάτων (VRP) είναι η παροχή υψηλού επιπέδου εξυπηρέτησης πελατών τηρώντας τα προκαθορισμένα χρονικά περιθώρια, διατηρώντας το κόστος επένδυσης για κάθε διαδρομή όσο το δυνατόν χαμηλότερο. Οι περιορισμοί είναι η ολοκλήρωση των διαδρομών με τους διαθέσιμους πόρους και εντός των χρονικών ορίων που επιβάλλονται, την ταχύτητα οδήγησης, και τις δεσμεύσεις του πελάτη. Το ArcGIS Network Analyst παρέχει μια εφαρμογή επίλυσης προβλημάτων δρομολόγησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό λύσεων σε πολύπλοκες εργασίες διαχείρισης οχημάτων.

### **1.4 Χωροθέτηση και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών**

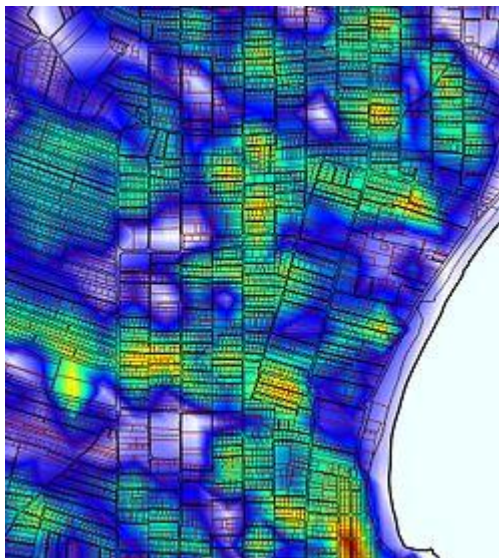
Η χωροθέτηση εγκαταστάσεων (facility location) αποτελεί ένα συνηθισμένο και πολύ σημαντικό πρόβλημα που απαιτεί λήψη αποφάσεων, οι οποίες παίρνονται σε όλες τις μορφές της ανθρώπινης οργάνωσης, είτε αναφερόμαστε σε μεμονωμένα άτομα, είτε σε ολόκληρες εταιρίες ή υπηρεσίες. Έτσι η λήψη των αποφάσεων αυτών μπορεί να κρίνει την αποτελεσματικότητα μιας επιχείρησης, την ανταγωνιστικότητά της στην αγορά και γενικότερα μπορεί να έχει σημαντικά οικονομικά ή κοινωνικά αποτελέσματα, βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα. Επομένως τα μοντέλα χωροθέτησης μπορεί να χαρακτηριστούν υπολογιστικά δυσεπίλυτα, οπότε απαιτούν πληροφοριακά συστήματα. Τέτοια συστήματα διαχειρίζονται πληθώρα αποφάσεων αναφορικά με προβλήματα επιλογής τόπου εγκατάστασης (αεροδρόμια και λιμάνια, πυροσβεστικούς σταθμούς, σχολεία, αστυνομικά τμήματα, αθλητικές εγκαταστάσεις, νοσοκομεία, στάσεις λεωφορείων, χώρους αναψυχής, εργοστάσια κ.λπ.), είτε αναφερόμαστε στον ιδιωτικό, είτε στον δημόσιο τομέα.

Όπως προαναφέρθηκε η δυσκολία διενέργειας σύνθετων υπολογιστικών προβλημάτων καθυστερούσε την επίλυση των περίπλοκων μοντέλων χωροθέτησης. Παρ' όλα αυτά η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και το ευρύτερο φάσμα δυνατοτήτων των υπολογιστικών μηχανημάτων οδήγησε στην απλούστευση της διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων. Ως αποτέλεσμα η επίλυση των προβλημάτων χωροθέτησης έγινε ταχύτερη και πιο αποτελεσματική.

Έτσι αναπτύχθηκαν συστήματα ανάλυσης δεδομένων, τα λεγόμενα Γ.Σ.Π. Ως Σύστημα Πληροφοριών (Information System) μπορεί να οριστεί μια «αλυσίδα λειτουργιών συλλογής, αποθήκευσης, και ανάλυσης δεδομένων» (Calkins και Tomlinson, 1977). Κατ' επέκταση, ως Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ) μπορεί να οριστεί συνοπτικά ένα σύνολο εργαλείων συλλογής, αποθήκευσης, ανάκτησης, ανάλυσης και εμφάνισης χωρικών δεδομένων.

Το **Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών** (Γ.Σ.Π.), γνωστό ευρέως και ως G.I.S. (Geographical Information System), είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα, ικανό να ενσωματώσει, αποθηκεύσει, προσαρμόσει, αναλύσει και παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically-referenced) πληροφορίες. Σε πιο γενική μορφή, ένα ΓΣΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χρήστη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα (spatial data), να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο Διαδίκτυο).

Τα συστήματα GIS, όπως και τα συστήματα CAD, αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Βασικό χαρακτηριστικό των ΓΣΠ είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή εκτός από τη θέση περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κλπ.



**Χάρτης 1: Χάρτης Οικιστικής Πυκνότητας, κατάλληλος για λήψη αποφάσεων, π.χ. ανάπτυξη υποδομών ΟΤΑ**



**Χάρτης 2 Χάρτης Πυκνότητας Πληθυσμού**

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) είναι πληροφοριακά συστήματα (Information Systems) που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης, σε ψηφιακό περιβάλλον, των δεδομένων που σχετίζονται με τον χώρο. Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά (spatial) και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Η χαρακτηριστική δυνατότητα που παρέχουν τα GIS είναι αυτή της σύνδεσης της χωρικής με την περιγραφική πληροφορία (η οποία δεν έχει από μόνη της χωρική υπόσταση). Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την λειτουργία αυτή βασίζεται:

- Είτε στο σχεσιακό (relational) μοντέλο δεδομένων, όπου τα περιγραφικά δεδομένα πινακοποιούνται χωριστά και αργότερα συσχετίζονται με τα χωρικά δεδομένα μέσω κάποιων μοναδικών τιμών που είναι κοινές και στα δύο είδη δεδομένων.
- Είτε στο αντικειμενοστρεφές (object-oriented) μοντέλο δεδομένων, όπου τόσο τα χωρικά όσο και τα περιγραφικά δεδομένα συγχωνεύονται σε αντικείμενα, τα οποία μπορεί να μοντελοποιούν κάποια αντικείμενα με φυσική υπόσταση (π.χ. κατηγορία = "δρόμος", όνομα = "Πανεπιστημίου", γεωμετρία = "[X1,Y1],[X2,Y2]...", πλάτος = "20μέτρα").

Το αντικειμενοστρεφές μοντέλο τείνει να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε εφαρμογές GIS εξαιτίας των αυξημένων δυνατοτήτων του σε σχέση με το σχεσιακό μοντέλο λόγω της δυνατότητας που παρέχει με την εύκολη και απλοποιημένη μοντελοποίηση σύνθετων φυσικών φαινομένων και αντικειμένων με χωρική διάσταση.

Πολλές φορές η ολοκληρωμένη έννοια των GIS (integrated GIS concept) επεκτείνεται για να συμπεριλάβει τόσο τα δεδομένα (που αποτελούν ουσιαστικά τον πυρήνα τους), το λογισμικό και τον μηχανικό εξοπλισμό, όσο και τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό, που αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα ενός οργανισμού, ο οποίος έχει σαν πρωταρχική του δραστηριότητα την διαχείριση πληροφορίας με την βοήθεια GIS.

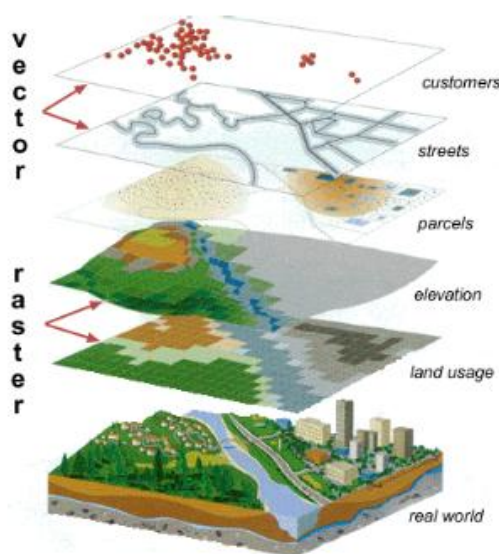
Τα Γ.Σ.Π., έχουν διάφορες χρήσεις που τα καθιστούν χαρτογραφικά εργαλεία, συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, εργαλεία ανάλυσης χωρικών δεδομένων ή σχεδιαστικά εργαλεία. Δηλαδή μέσω των Γ.Σ.Π. μπορούν να απεικονιστούν τα στοιχεία που έχουμε συλλέξει, να δημιουργηθούν χωρικές βάσεις δεδομένων, τα στοιχεία αυτά να αναλυθούν και να προκύψει ο σχεδιασμός ή τα σενάρια, όλα μέσα σε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον.

Επίσης, η δομή των προβλημάτων χωροθέτησης (οι στόχοι, οι παράμετροι και οι μεταβλητές) καθορίζονται κάθε φορά από το συγκεκριμένο πρόβλημα που εξετάζεται και έτσι δεν υπάρχει ένα γενικό μοντέλο χωροθέτησης κατάλληλο για όλες τις υπάρχουσες εφαρμογές. Έτσι μπορούν να γίνουν οι υπολογισμοί των διαφορετικών παραμέτρων κάθε φορά, μιας και τα Γ.Σ.Π. μπορούν να προσαρμόζονται στα διάφορα προβλήματα.

## 1.5 Διανυσματικά και Ψηφιδωτά Μοντέλα

Η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι οι τρόποι περιγραφής του χώρου στηρίζονται στην αντίληψη ότι αυτός καλύπτεται από οντότητες και από συνεχή στοιχεία τα οποία μεταβάλλονται ομαλά και συνεχώς με το χώρο. Τα ψηφιακά χωρικά μοντέλα διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες:

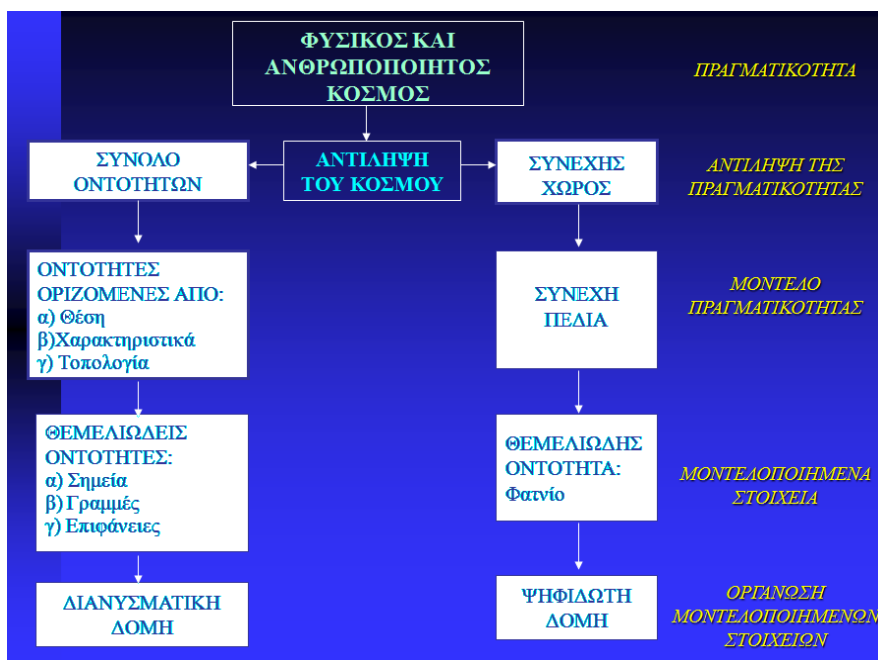
- Διανυσματικά μοντέλα (Vector)
- Ψηφιδωτά (Raster)



Σχήμα 1 Η αρχή της υπέρθεσης των Πληροφοριακών επιπέδων στα GIS

Το πιο γνωστό μοντέλο, διανυσματικό μοντέλο (vector) είναι αυτό το οποίο θεωρεί ότι ο γεωγραφικός χώρος αποτελείται από οντότητες οι οποίες περιγράφονται από τα χαρακτηριστικά τους, ορίζονται από τη θέση τους με ένα σύνολο συντεταγμένων και οι χωρικές σχέσεις μεταξύ τους προσδιορίζονται από την τοπολογία τους.

Η προσέγγιση των συνεχών πεδίων, ψηφιδωτό μοντέλο (raster), απεικονίζει το γεωγραφικό χώρο μέσα από συνεχείς καρτεσιανές συντεταγμένες, ο οποίος χωρίζεται σε χωρία κανονικού σχήματος, τα φαντίνια (pixel). Γενικά, ένα συνεχές πεδίο είναι εκείνο το οποίο συνίσταται στη σειριακή (μονοδιάστατη) απόδοση των φαντίνων, το καθένα εκ των οποίων προσδιορίζεται από το ζεύγος σειράς - στήλης του αντίστοιχου κανάβου και την τιμή του χαρακτηριστικού που απεικονίζει.



Σχήμα 2 Πραγματικότητα και Περιγραφή της. (πηγή: Κουτσόπουλος, 2006)

Τα πλεονεκτήματα των διανυσματικών μοντέλων είναι η καλή παρουσίαση των οντοτήτων καθώς και η ενιαία και συνεκτική δομή των δεδομένων. Επίσης παρέχουν ακριβή χαρτογραφική απόδοση για όλες τις κλίμακες και έχουν δυνατότητες ενημέρωσης και γενίκευσης των γραφικών και ποιοτικών τους χαρακτηριστικών. Επιπλέον τα διανυσματικά δεδομένα επιτρέπουν την αποτελεσματική απεικόνιση της τοπολογίας και κατά συνέπεια είναι πιο επαρκή στην διεξαγωγή χωρικών αναζητήσεων ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν τον αποδοτικό τρόπο οργάνωσης μεγάλων ποσοτήτων χωρικών στοιχείων.

Αντίστοιχα στα ψηφιδωτά μοντέλα η θέση κάθε στοιχείου υποδηλώνεται έμμεσα από τη θέση του στοιχείου στον πίνακα και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως απλές μορφές δεδομένων. Επιπλέον με τον τρόπο αυτό αντιπροσωπεύεται καλύτερα ο συνεχής χώρος και είναι εύκολη η διαδικασία της επικάλυψης των στοιχείων μεταξύ τους καθώς και με άλλα τηλεπισκοπικά δεδομένα.

Οι δύο προσεγγίσεις έχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους και η επιλογή ανάμεσα στα μοντέλα των οντοτήτων και του συνεχούς πεδίου εξαρτάται από τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής. Και οι δύο είναι αξιόπιστες και λειτουργικές, ενώ σε πολλές περιπτώσεις, είναι μετατρέψιμες η μία στην άλλη.

### **1.6 Χωροθέτηση Σχολικών Μονάδων**

Η επιλογή της βέλτιστης θέσης για την χωροθέτηση μιας σχολικής μονάδας, πρωτοβάθμιας ή δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, είναι καθοριστικής σημασίας για την εύρυθμη λειτουργία και αποδοτικότητα του συστήματος παροχής εκπαιδευτικών υπηρεσιών. Αντίθετα οι λανθασμένες χωροθετήσεις αντικατοπτρίζουν άνιση κατανομή των μαθητών στα σχολεία και την εμφανή δυσλειτουργία του συστήματος εξυπηρέτησης του μαθητικού πληθυσμού. Έτσι οι μαθητές αναλώνονται σε άσκοπες μετακινήσεις από και προς τα σχολεία, με όλες τις προφανείς αρνητικές συνέπειες.

Για την χωροθέτηση των σχολικών μονάδων, λαμβάνονται υπόψη δύο περιορισμοί. Ο πρώτος περιορισμός είναι η ελαχιστοποίηση των αποστάσεων που πρέπει ένας μαθητής να διανύσει από και προς το σχολείο και ο δεύτερος είναι ο καθορισμός του ανώτατου αριθμού μαθητών που μπορεί να φιλοξενήσει ένα σχολείο (δυναμικό), χωρίς την ανάγκη για επανακαθορισμό της αντίστοιχης εκπαιδευτικής περιφέρειας. Αυτοί οι δύο περιορισμοί έρχονται συνήθως σε σύγκρουση. Στην περίπτωση μας ο κύριος στόχος είναι η ελαχιστοποίηση των αποστάσεων μετακίνησης των μαθητών ενώ η αύξηση ή μείωση των δυναμικών των σχολείων είναι δευτερεύουσας σημασίας.

Η κύρια μεταβλητή για την χωροθέτηση των σχολικών μονάδων είναι η κατανομή του πληθυσμού, με τη συγκεκριμενοποίηση ότι επικεντρωνόμαστε στις ηλικιακές ομάδες που πηγαίνουν τώρα σχολείο, δηλαδή στις ηλικίες 5-12 ετών για δημοτικά, 13-15 για γυμνάσια και 16-18 για λύκεια. Έτσι υπολογίζονται οι παρούσες ανάγκες χωροθέτησης σχολείων, λαμβάνοντας υπόψη την κατανομή πληθυσμού ανά ηλικιακή ομάδα και την χωρητικότητα των σχολικών μονάδων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Μέθοδοι και τεχνικές**

Σύμφωνα με το θεωρητικό υπόβαθρο που αναφέρθηκε προηγουμένως, στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται ένα σύνολο μεθόδων και τεχνικών όπου βάση αυτών θα επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για την προσέγγιση της ανάλυσης χωροθέτησης των δύο δήμων πρέπει αρχικά να καθοριστεί το πρόβλημα και η περιοχή μελέτης, στην συνέχεια γίνεται η συλλογή των απαραίτητων δεδομένων και η οπτικοποίησή τους. Επίσης αναφέρονται και περιγράφονται όλα τα εργαλεία του λογισμικού G.I.S που χρησιμοποιήθηκαν.

### **2.1 Καθορισμός του Προβλήματος**

Το πρώτο βήμα για τη χωρική ανάλυση των εκπαιδευτικών περιφερειών και των σχολικών μονάδων είναι ο καθορισμός του προβλήματος. Πραγματοποιείται ο έλεγχος του βαθμού εξυπηρέτησης των υφιστάμενων εκπαιδευτικών περιφερειών των αντίστοιχων σχολικών μονάδων με βάση την υπάρχουσα κατάσταση του μαθητικού πληθυσμού. Επίσης καθορίζεται ο τρόπος επίλυσης, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία ανάλυσης, καθώς και την κατάλληλη μεθοδολογία. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της υπάρχουσας κατάστασης δίνουν την δυνατότητα επανακαθορισμού των εκπαιδευτικών περιφερειών ή των θέσεων των αντίστοιχων σχολικών μονάδων.

### **2.2 Καθορισμός Περιοχής Μελέτης**

Επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός της περιοχής μελέτης. Η περιοχή μελέτης, είναι ένα δυναμικό κομμάτι του χώρου, που όμως διαμορφώνεται σαφέστερα από τη στιγμή που μπαίνει ο στόχος (Κουτσόπουλος). Ο στόχος θα καθορίσει την περιοχή μελέτης, και αφού ο στόχος είναι η ανάλυση των εκπαιδευτικών περιφερειών ενός δήμου αστικού κέντρου, η περιοχή μελέτης ορίζεται από τα όρια του δήμου αυτού, που περιλαμβάνει τα οικοδομικά τετράγωνα, τους άξονες των δρόμων, τις υφιστάμενες εκπαιδευτικές περιφέρειες, τις σχολικές μονάδες καθώς και απογραφικά δεδομένα.



### **2.3 Συλλογή Στοιχείων**

Στη συνέχεια, ακολουθεί η συλλογή των στοιχείων-δεδομένων. Αυτά μπορεί να είναι σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή. Είναι προφανές ότι η καλύτερη επιλογή είναι όλα τα στοιχεία να είναι σε ψηφιακή μορφή εφόσον είναι διαθέσιμα, για να γίνεται απευθείας σύνδεση στη ψηφιακή βάση δεδομένων του λογισμικού GIS. Τα απαραίτητα προς συλλογή στοιχεία είναι ένα χαρτογραφικό υπόβαθρο υψηλής ανάλυσης, για την ψηφιοποίηση των απαραίτητων γραμμικών, σημειακών και επιφανειακών οντοτήτων, όλα τα απογραφικά δεδομένα από τη στατιστική υπηρεσία, για τον προσδιορισμό του μαθητικού πληθυσμού σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου, χάρτης της στατιστικής υπηρεσίας με τους κωδικούς των υπό ψηφιοποίηση οικοδομικών τετραγώνων, τα σχολεία που υπάγονται στον δήμο μαζί με τις διευθύνσεις τους και τέλος όλες οι δυναμικότητες των σχολείων ανά έτος και τάξη καθώς και τα όρια των υφιστάμενων εκπαιδευτικών περιφερειών.

### **2.4 Οπτικοποίηση**

Αφού έχει γίνει συλλογή των απαραίτητων στοιχείων (χαρτογραφικό υπόβαθρο, απογραφικά δεδομένα, στοιχεία σχολείων-περιφερειών) θα πρέπει να γίνει σύνδεση μεταξύ τους μέσω εργαλείων του λογισμικού ( σύνδεση των αρχείων excel, ψηφιοποίηση χωρικών δεδομένων) έτσι ώστε να αποκτήσουν θέση στο χώρο, σύμφωνα με τους κανονισμούς της χαρτογραφικής απόδοσης (οπτικοποίηση).

### **2.5 Χωροθετική Ανάλυση**

Στο στάδιο αυτό διατίθενται πλέον όλα τα απαραίτητα στοιχεία για να πραγματοποιηθεί η χωρική ανάλυση των εκπαιδευτικών περιφερειών και των σχολικών μονάδων, μια διαδικασία που αποτελεί και το κύριο μέρος της εργασίας. Κατά τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν διάφορα εργαλεία χωρικής και μη ανάλυσης.

#### **2.5.1 Ψηφιοποίηση**

Η διαδικασία μετατροπής των γεωγραφικών δεδομένων που απεικονίζονται σε ένα χάρτη σε ψηφιακή μορφή ονομάζεται ψηφιοποίηση (Digitization). Με αυτόν τον τρόπο τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν και να γίνουν αντικείμενο επεξεργασίας από τον χρήστη. Συνήθως η ψηφιακή πληροφορία αποτελείται από μια σειρά ακέραιων αριθμών και η ποιότητα της κάθε πληροφορίας εξαρτάται από το μέγεθος της αλλά και από την ανάλυση της κάθε ψηφιοποίησης. Το GIS διαθέτει

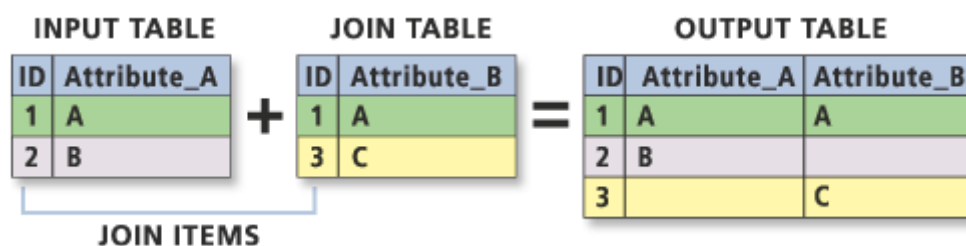
εργαλείο ψηφιοποίησης που δίνει την δυνατότητα μετατροπής των αναλογικών δεδομένων σε ψηφιακά. Έτσι είναι δυνατή η ψηφιακή απεικόνιση του οδικού δικτύου, των ορίων του δήμου και των οικοδομικών τετραγώνων πάνω στο χαρτογραφικό υπόβαθρο.

### 2.5.2 Geocoding

Είναι η διαδικασία κατά την οποία γίνεται εντοπισμός χωρικών στοιχείων σε ένα ψηφιακό υπόβαθρο μέσω κάποιων χαρακτηριστικών τους, όπως οι συντεταγμένες ή η διεύθυνση. Άρα, ο χρήστης γνωρίζοντας κοινά χαρακτηριστικά των προς τοποθέτηση στοιχείων με το υπόβαθρο (π.χ. διευθύνσεις των στοιχείων και γνωστοί οδικοί άξονες) μπορεί να εξασφαλίσει την ακριβή και γρήγορη χωροθέτησή τους σε αυτό.

### 2.5.3 Join tool

Το εργαλείο Join πραγματοποιεί συνενώσεις πινάκων με ποιοτικά και ποσοτικά μεγέθη με βάση μια κοινή μεταβλητή που αποτελεί στοιχείο σύνδεσης. Αυτό το στοιχείο σύνδεσης πρέπει να βρίσκεται και στους δύο προς συνένωση πίνακες. Το δεδομένο εξόδου αποτελεί έναν πίνακα που περιέχει τα στοιχεία των πινάκων εισόδου που έχουν επιλεγεί με βάση το κοινό πεδίο.



Σχήμα 3 Αποτέλεσμα εφαρμογής εργαλείου join (πηγή ArcGis help)

### 2.5.4 Summary statistics

Ένα σύνθηρες πρόβλημα αποτελεί το γεγονός πως οι πληροφορίες διατίθενται σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δοσμένου χάρτη δεν είναι οργανωμένες με τον επιθυμητό τρόπο. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η ύπαρξη στοιχείων για τον πληθυσμό σε επίπεδο νομών ενώ είναι απαραίτητα τα στοιχεία σε επίπεδο κρατών. Συνοψίζοντας

τα δεδομένα σε ένα πίνακα, μπορούν να αντληθούν διάφορα στατιστικά στοιχεία, όπως άθροισμα, μέση, ελάχιστη, μέγιστη τιμή καθώς καταμέτρηση και εύρος τιμών. Με τον τρόπο αυτό απομονώνονται ακριβώς τις πληροφορίες που μας ενδιαφέρουν. Το ArcMap δημιουργεί μέσω αυτής της διαδικασίας έναν νέο πίνακα που περιέχει ως αποτέλεσμα μια σύνοψη των στατιστικών στοιχείων που επιλέχθηκαν. Στην συνέχεια μπορεί να ενωθεί ο πίνακας αυτός με το αντίστοιχο επίπεδο (layer) της στατιστικής ανάλυσης που κάναμε για να προστεθεί οποιοσδήποτε συμβολισμός, ετικέτα ή ένα χαρακτηριστικό ερώτημα για κάποιο στοιχείο του επιπέδου (layer) με βάση την στατιστική περίληψη που μόλις δημιουργήθηκε.

Parameter	Explanation	Data type
in_table (Required)	The input table containing the field(s) that will be used to calculate statistics. The input can be an INFO table, a dBASE table, an OLE DB table, a VPF table, or a feature class.	Table View   Raster Layer
out_table (Required)	The output dBASE or geodatabase table that will store the calculated statistics.	Table
statistics_fields (Required)	The numeric field containing attribute values used to calculate the specified statistic. Multiple statistic and field combinations may be specified. Null values are excluded from all statistical calculations.  The Add Field button, which is used only in ModelBuilder, allows you to add expected field (s) so you can complete the dialog and continue to build your model.  Available statistic types are: <ul style="list-style-type: none"> <li>• SUM—Adds the total value for the specified field.</li> <li>• MEAN—Calculates the average for the specified field.</li> <li>• MIN—Finds the smallest value for all records of the specified field.</li> <li>• MAX—Finds the largest value for all records of the specified field.</li> <li>• RANGE—Finds the range of values (MAX - MIN) for the specified field.</li> <li>• STD—Finds the standard deviation on values in the specified field.</li> <li>• FIRST—Finds the first record in the Input Table and uses its specified field value.</li> <li>• LAST—Finds the last record in the Input Table and uses its specified field value.</li> <li>• COUNT—Finds the number of values included in statistical calculations. This counts each value except null values. To determine the number of null values in a field, use the COUNT statistic on the field in question, and a COUNT statistic on a different field which does not contain nulls (for example the OID if present), then subtract the two values.</li> </ul>	(Field String; Field String;...)
case_field (Optional)	The fields in the Input Table used to calculate statistics separately for each unique attribute value (or combination of attributes values when multiple fields are specified).	Field

Σχήμα 4 Εφαρμογή εργαλείου summary statistics (πηγή ArcGIS help)

### 2.5.5 Network analysis (Service areas)

Όπως προαναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο χρησιμοποιώντας το ArcGIS Network Analyst, μπορούμε να δημιουργήσουμε δυναμικά μοντέλα για πραγματικές συνθήκες δικτύου. Το ArcGIS Network Analyst διαθέτει αρκετά εργαλεία ανάλυσης δικτύων, από τα οποία στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Service areas (περιοχές εξυπηρέτησης). Μια περιοχή εξυπηρέτησης ουσιαστικά απεικονίζει μια ζώνη γύρω από την προς ανάλυση εγκατάσταση σύμφωνα με τις παραμέτρους που έχουν τεθεί. Έτσι, γίνεται εμφανές το αν μία εγκατάσταση εξυπηρετεί επαρκώς

το σκοπό της και κατά πόσο. Το οπτικό αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι πολύγωνα γύρω από κάθε εγκατάσταση εξαρτώμενα από παραμέτρους που τίθενται (χρόνος, απόσταση, κόστος κτλ) ανάλογα με το προς επίλυση πρόβλημα.

### 2.5.6 Intersect analysis tool/ Merge data management tool

Η εντολή Intersect δημιουργεί ένα νέο χαρακτηριστικό από την τομή επικαλυπτόμενων επιφανειών διατηρώντας την υπάρχουσα γεωμετρία. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι τα επικαλυπτόμενα τμήματα να είναι του ίδιου τύπου γεωμετρίας (είτε γραμμή ή ένα πολύγωνο). Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποιά δεδομένα θα κρατήσει από τον attribute table κάθε στοιχείου. Το εργαλείο αυτό είναι πολύ χρήσιμο στις περιπτώσεις που προτιμάται η απομόνωση ενός κοινού χαρακτηριστικού μεταξύ δύο οντοτήτων.

πριν το intersect

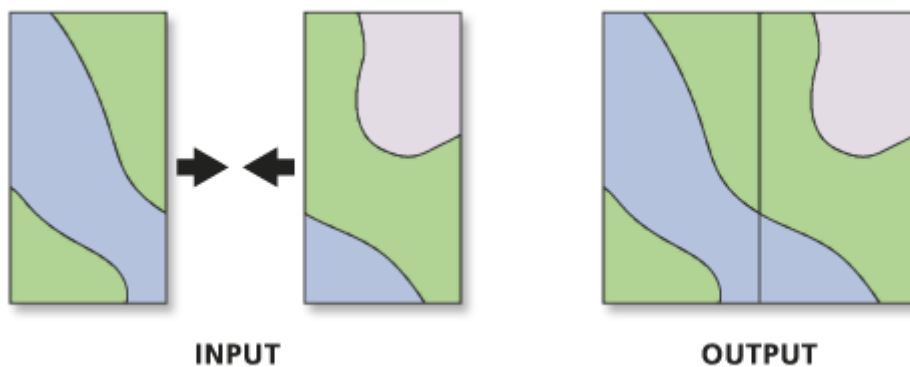


μετά το intersect



Σχήμα 5 Τρόπος λειτουργίας εργαλείου intersect (πηγή ArcGis help)

Το εργαλείο merge data management επιτρέπει την συγχώνευση στοιχείων διαφορετικού τύπου (γραμμικά, επιφανειακά, σημειακά ή πίνακες ) αλλά ίδιας μορφής σε ένα νέο. Δεν είναι εργαλείο ανάλυσης και χρησιμεύει περισσότερο στην ευκολότερη διαχείριση των δεδομένων μας.



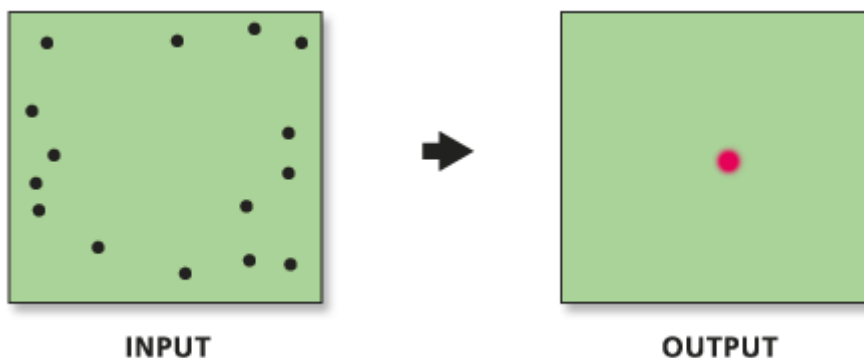
Σχήμα 6 Τρόπος λειτουργίας εργαλείου merge (πηγή ArcGis help)

### 2.5.7 Modelbuilder tool

Το ModelBuilder είναι μια εφαρμογή στην οποία γίνεται δημιουργία, επεξεργασία και διαχείριση μοντέλων, επιδιώκοντας μεγαλύτερη ταχύτητα και αποτελεσματικότητα. Δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής στο περιβάλλον του έτοιμων εντολών από το arctoolbox ή δημιουργίας καινούργιων ενώ παράλληλα γίνεται σχεδιασμός της ροής των εντολών αυτών, όπως αυτή εξυπηρετεί την εκάστοτε εργασία. Αυτή η αλυσίδα εντολών που δημιουργείται μπορεί να αποθηκευτεί στο arctoolbox και να ανακτηθεί οποιαδήποτε στιγμή.

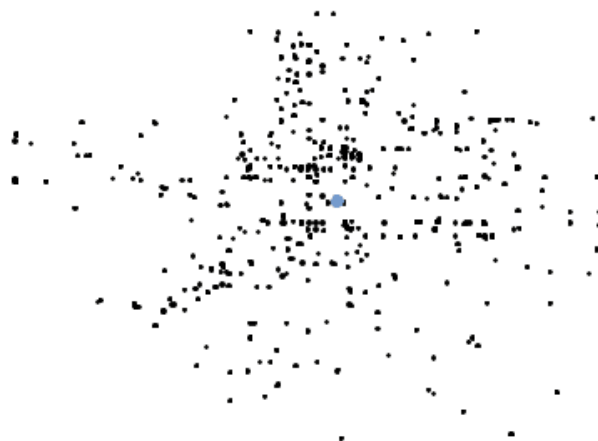
### 2.5.8 Mean Center

Ο χωρικός μέσος, είναι η θέση που μπορεί να δώσει την κατανομή συγκεντρωμένη, αντιπροσωπεύει δηλαδή μια μέση θέση. Σημαντικό στοιχείο του χωρικού μέσου είναι ότι δίνει τη δυνατότητα να παρατηρηθεί μια χωρική κατανομή που μεταβάλλεται διαχρονικά.



Σχήμα 7 Τρόπος λειτουργίας εφαρμογής χωρικού μέσου (πηγή ArcGis help)

Ο χωρικός μέσος, είναι αντίστοιχος της έννοιας του αριθμητικού μέσου όπου  $\bar{x} = \sum x_i / n$ ,  $\bar{y} = \sum y_i / n$  και αποκαλείται συνήθως κεντροειδές αν δεν υπάρχει βάρος. Αν υπάρχει βάρος π.χ. πληθυσμός, ο τύπος αλλάζει σε  $\bar{x} = \sum x_i f_i$ ,  $\bar{y} = \sum y_i f_i$ , όπου  $f_i = P_i / \sum P_i$ . Παρακάτω φαίνεται ο χωρικός μέσος διαρρήξεων σε μια περιοχή και ο αναλυτής εγκλήματος μπορεί να βοηθήσει τα αστυνομικά τμήματα σε καλύτερη κατανομή των πόρων.



Σχήμα 8 Παράδειγμα εφαρμογής χωρικού μέσου (πηγή ArcGis help)

### 2.5.9 Average nearest neighbor

Η μέθοδος Average Nearest Neighbor βασίζεται στην τεχνική, σύμφωνα με την οποία υπολογίζονται οι αποστάσεις κάθε σημείου από το πλησιέστερο του και συγκρίνονται με τις αντίστοιχες αναμενόμενες και πιο συγκεκριμένα τον μέσο όρο των αναμενόμενων αποστάσεων για ένα χωρικό πρότυπο που θα έχει προκύψει από τυχαία χωρική διαδικασία (κατανομή Poisson).

Πιο αναλυτικά, όπως έχει αποδειχθεί από τον Rogers το 1969, αν θεωρηθεί κύκλος διαμέτρου  $d_a$  τότε η πιθανότητα να υπάρχει ένα σημείο σε απόσταση  $d_a$  (αναμενόμενη απόσταση) ακολουθεί κανονική κατανομή με μέση τιμή που δίνεται από τη σχέση:

$$d_a = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{n}{A}} \quad (1)$$

όπου  $n$  ο αριθμός των σημείων και  $A$  η συνολική επιφάνεια.

Η παρατηρούμενη μέση τιμή των αποστάσεων κάθε σημείου από τα πλησιέστερα υπολογίζεται από τη σχέση :

$$d_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (2)$$

όπου  $d_i$  η απόσταση από το σημείο  $i$  στο πλησιέστερό του. Η τιμή αυτή είναι μια δειγματική τιμή της θεωρητικής κανονικής κατανομής. Η κατανομή αυτή θεωρείται ως η δειγματοληπτική κατανομή όλων των πιθανών  $dp$ . Άρα, κάνοντας χρήση των πινάκων που αντιστοιχούν στην κανονική κατανομή μπορεί να ελεγχθεί κατά πόσο συμπίπτει η παρατηρούμενη τιμή  $dp$  με την θεωρητική  $da$ . Οι αποκλίσεις από την τυχαία χωρική διαδικασία προσδιορίζονται με τον απλό δείκτη  $R = dp/da$  (Clark και Evans 1954). Με τον δείκτη αυτό δημιουργείται μια κλίμακα, που αρχίζει από το ομαδοποιημένο χωρικό πρότυπο και δια μέσου του τυχαίου καταλήγει στο ομοιόμορφο (χωρικό πρότυπο). Έτσι αν  $R < 1$  τότε το πρότυπο έχει τάση προς το ομαδοποιημένο, ενώ αν  $R > 1$  τότε έχει τάση προς το ομοιόμορφο. Τέλος αν  $R = 1$  το πρότυπο χαρακτηρίζεται τυχαίο.

Επιπρόσθετα απαιτείται και το τυπικό σφάλμα (η τυπική απόκλιση των δειγματοληπτικών κατανομών) της  $da$  που δίνεται από τη σχέση:

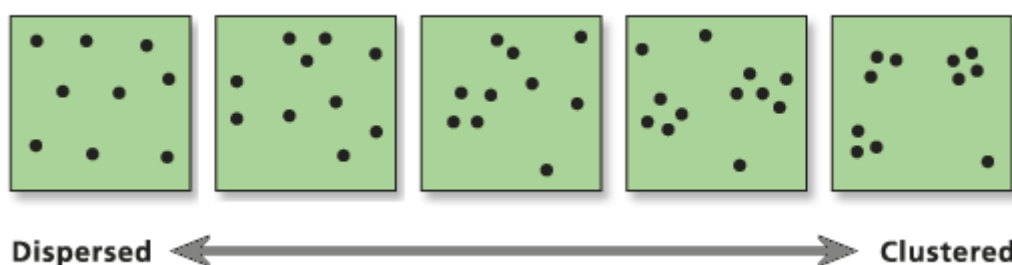
$$\sigma_{da} = 0,2616/\sqrt{n/A^2} \quad (3)$$

Στη συνέχεια, υπολογίζεται από τη σχέση 4 η τιμή  $Z$ , η οποία συγκρίνεται με την τιμή που προκύπτει από τους πίνακες της κανονικής κατανομής για συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης.

$$Z = \frac{dp - da}{\sigma_{da}} \quad (4)$$

Η σύγκριση βασίζεται στον έλεγχο της μηδενικής  $H_0$  και της διερευνώμενης υπόθεσης  $H_1$  και υπολογίζεται η πιθανότητα εμφάνισης της δεδομένης τιμής κριτηρίου. Αν η πιθανότητα είναι μικρότερη από το επίπεδο εμπιστοσύνης τότε δεν γίνεται δεκτή η  $H_0$  αλλά η  $H_1$ . Αν είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο εμπιστοσύνης τότε δεν μπορεί να απορριφθεί χωρίς αυτό να σημαίνει ότι γίνεται αποδεκτή (Κουτσόπουλος 2002).

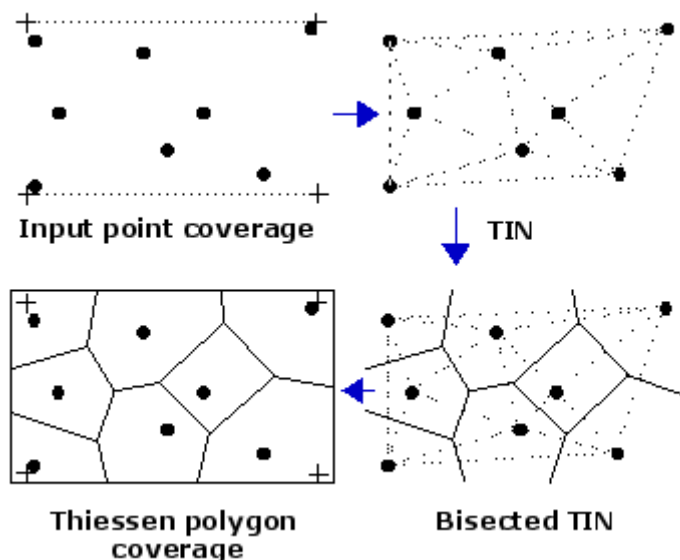
Το ArcMap διαθέτει το εργαλείο Average Nearest Neighbor Distance tool, το οποίο μετρώντας αποστάσεις μεταξύ γειτονικών κέντρων οντοτήτων μπορεί να τις χαρακτηρίσει ως ομαδοποιημένες ή διασπαρμένες.



Σχήμα 9 Κατηγοριοποίηση αποτελεσμάτων εφαρμογής εγγύτερου γείτονα (πηγή ArcGis help)

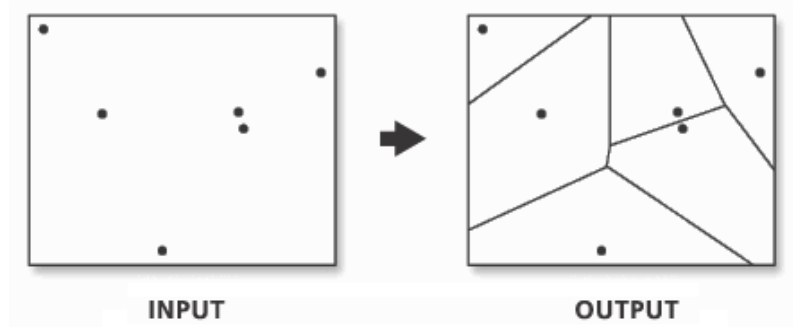
### 2.5.10 Thiessen polygons

Το εργαλείο εγγύτερων πολυγώνων είναι χρήσιμο στην αναλογική διαίρεση και διανομή ενός σημείου του πεδίου, σε περιοχές που ονομάζονται thiessen. Τα εγγύτερα πολύγωνα κατασκευάζονται με τον ακόλουθο τρόπο:



Σχήμα 10 Διαδικασία δημιουργίας εγγύτερων πολυγώνων (πηγή ArcGis help)

Όλα τα σημεία τριγωνοποιούνται σε ένα ακανόνιστο τριγωνομετρικό δίκτυο, το οποίο πληροί το κριτήριο Delaunay. Οι κάθετες διχοτόμοι κάθε γωνίας του τριγώνου δημιουργούνται και σχηματίζουν τις άκρες των πολυγώνων Thiessen. Οι θέσεις στις οποίες οι διχοτόμοι τέμνονται καθορίζουν τις θέσεις των κορυφών των εγγύτερων πολυγώνων. Τα πολύγωνα αυτά κατασκευάζονται για να δημιουργήσουν μια τοπολογία πολυγώνων. Έχουν την μοναδική ιδιότητα ότι κάθε πολύγωνο έχει ένα μόνο σημείο εισόδου, καθώς και οποιαδήποτε θέση μέσα σε ένα πολύγωνο είναι πιο κοντά στο σχετικό σημείο της από το σημείο οποιουδήποτε άλλου πολυγώνου.



Σχήμα 11 Παράδειγμα εφαρμογής εγγύτερων πολυγώνων (πηγή ArcGis help)



ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ

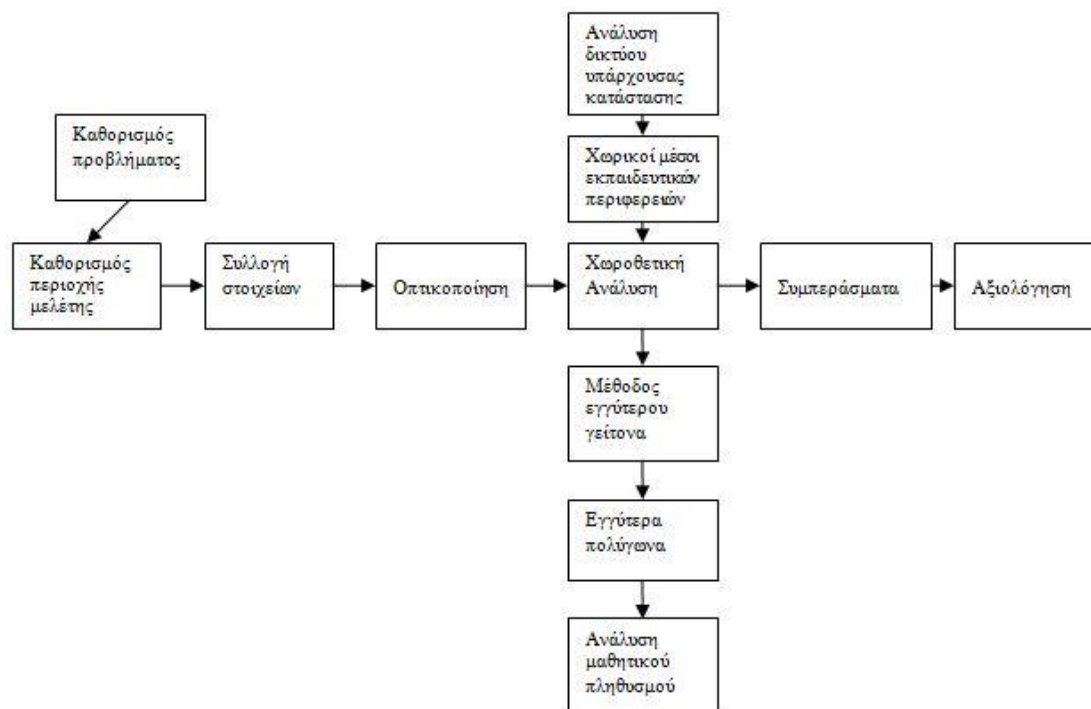
Στο επόμενο κεφάλαιο ακολουθεί η εφαρμογή όλων των παραπάνω μεθόδων και τεχνικών που αναφέρθηκαν πάνω στην περιοχή μελέτης μας.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Χωροθετική ανάλυση εκπαιδευτικών μονάδων Ν.Χαλκηδόνas

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται η εφαρμογή των μεθόδων και των τεχνικών με βάση την μεθοδολογία που θα χρησιμοποιήσουμε. Αρχικά καθορίστηκε το πρόβλημα καθώς και την περιοχή μελέτης πάνω στην οποία θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση. Στην συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία συλλογής των δεδομένων και η οπτικοποίησή τους. Επόμενο βήμα είναι η ανάλυση του δικτύου της υπάρχουσας κατάστασης καθώς και η εφαρμογή του χωρικού μέσου, της εγγύτερης γεινίασης και των εγγύτερων πολυγώνων όπου σε συνδυασμό με διάφορα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στο περιβάλλον του ArcGis καθώς και με σύγκριση της ανάλυσης του μαθητικού πληθυσμού έγινε εξαγωγή συμπερασμάτων έτσι ώστε να αξιολογηθούν βάση των κριτηρίων που έχουν οριστεί. Η παραπάνω διαδικασία παίρνει την μορφή του μεθοδολογικού διαγράμματος που ακολουθεί το οποίο παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόστηκε η μεθοδολογία επίλυσης του εν λόγω προβλήματος.

#### 3.1 Μεθοδολογικό Διάγραμμα

Παρακάτω, φαίνεται το μεθοδολογικό διάγραμμα:



Σχήμα 12 Μεθοδολογικό διάγραμμα

### **3.2 Περιοχή Μελέτης**

Όπως προαναφέρθηκε, η περιοχή μελέτης καθορίζεται από το στόχο, και αφού στόχος είναι η χωρική ανάλυση των εκπαιδευτικών μονάδων και περιφερειών ενός Καλλικρατικού δήμου αστικού κέντρου, η περιοχή μελέτης ορίζεται από τις περιφέρειες των σχολείων όπου υπάγονται οι μαθητές. Την περιοχή μελέτης ειδικότερα αποτελεί ο δήμος Νέας Χαλκηδόνας ο οποίος είναι Καλλικρατικός Δήμος της Περιφέρειας του Νομού Αττικής και βρίσκεται στα βόρεια προάστια του.

Η Νέα Χαλκηδόνα φιλοξενεί μόλις δύο δημοτικά και ένα γυμνάσιο, ενώ δεν διαθέτει κανένα λύκειο.

Συνορεύει βόρεια με το Δήμο Νέας Φιλαδέλφειας, βορειοδυτικά με το Δήμο Αχαρνών, ανατολικά με το Δήμο Νέας Ιωνίας, νότια με τη διοικητική ενότητα Κάτω Πατησίων και δυτικά με το Δήμο Αγίων Αναργύρων.

Το 2010, σύμφωνα με τις επιταγές του σχεδίου «Καλλικράτης» και βάσει του νέου αυτοδιοικητικού χάρτη της χώρας, οι πόλεις της Νέας Φιλαδέλφειας και της Νέας Χαλκηδόνας ενώθηκαν σε μία ενιαία αυτοδιοικητική οντότητα, το Δήμο Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνας.

Η πόλη της Ν. Χαλκηδόνας έχει έκταση 1.100 στρέμματα. Συνορεύει βόρεια με την Νέα Φιλαδέλφεια, νοτιοανατολικά με το Δήμο Αθηναίων, δυτικά με το Δήμο Αγίων Αναργύρων και απέχει από την Ομόνοια 5 χιλιόμετρα περίπου. Ο πρώτος οικισμός αναπτύχθηκε δυτικά του χειμάρρου Ποδονίφτης που σήμερα ονομάζεται Περισσός.

Από το ρέμα πήρε αρχικά την ονομασία Ποδονίφτης η ευρύτερη περιοχή. Η περιοχή εθεωρείτο εξοχή και τόπος εκδρομής για τους παλιούς Αθηναίους. Στις όχθες του υπήρχε πυκνή βλάστηση στην οποία έβρισκαν καταφύγιο χιλιάδες πουλιά, ήταν καθαρός με πόσιμο νερό μέχρι το 1928. Οι νοικοκυρές έπλεναν τα ρούχα τους μέχρι το 1944. Τα άφθονα λουλούδια σε συνδυασμό με τα ονομαστά περιβόλια και τους ανθόκηπους των Πατησίων δημιουργούσαν πόλο έλξης για πολυάριθμους επισκέπτες ιδιαίτερα την ημέρα της Πρωτομαγιάς. Η Νέα Χαλκηδόνα είναι μέχρι και σήμερα ιδιαίτερα συνδεδεμένη με την Πρωτομαγιά και διοργανώνει εκδηλώσεις ανοιχτές για όλους τους κατοίκους του λεκανοπεδίου.



**Χάρτης 3 Δήμος Χαλκηδόνας 1950 (πηγή [www.neahalkidona.gov.gr](http://www.neahalkidona.gov.gr))**

Πριν το 1900 η περιοχή αναφερόταν ως καθαρά αγροτική. Το 1907 εμφανίζεται με πληθυσμό 19 κατοίκων, ενώ το 1920 η Ε.Σ.Υ.Ε. απογράφει 110 κατοίκους που ζούσαν σε αγροικίες. Η μεγάλη αύξηση του πληθυσμού έγινε μετά την Μικρασιατική καταστροφή, όταν πρόσφυγες από την Κωνσταντινούπολη εγκαταστάθηκαν στην περιοχή. Τμήμα του Δήμου Αθηναίων παραχωρήθηκε σε οικόπεδα και σπίτια από το τότε Υπουργείο οικισμού. Το 1927 η πρώτοι πρόσφυγες κατοικούν τα καλαίσθητα πέτρινα με κεραμοσκεπή σπίτια του νέου συνοικισμού. Την ίδια εποχή λίγα μέτρα από τα προσφυγικά, στην περιοχή ανατολικά της σημερινής Λεωφόρου Δεκελείας, άρχισαν να αγοράζονται οικόπεδα από πολίτες προερχόμενους από όλα τα μέρη της Ελλάδος, με σκοπό να λύσουν τις στεγαστικές τους ανάγκες. Παράλληλα σε όλη την έκταση του σημερινού Δήμου υπήρχαν ήδη αρκετά σπίτια κυρίως αγροτών των ανθοκηπίων. Έτσι άρχισε να στήνεται ο αρχικός πολεοδομικός ιστός της νέας πόλης που έμελλε να εξελιχθεί σε ένα όμορφο, ήσυχο και σύγχρονο Δήμο, τη Νέα Χαλκηδόνα. Στις 18 Ιανουαρίου του 1934 η περιοχή αποσπάσθηκε από το Δήμο Αθηναίων και αναγνωρίζεται ως ξεχωριστή κοινότητα (Φ.Ε.Κ. 22 Α/ 18-1-34). Πρώτος Πρόεδρος της κοινότητας εκλέγεται στις 11 Φεβρουαρίου 1934 ο Αναστάσιος Ιωαννίδης. Το 1928 κατασκευάζεται το κινηματοθέατρο Ηρώδειο χωρητικότητας 1200 θέσεων στην πλατεία και 400 στους 3 εξώστες. Για 50 χρόνια το Ηρώδειο έπαιξε ένα σημαντικό πολιτιστικό ρόλο στην περιοχή. Το 1973 κλείνει οριστικά και στη συνέχεια κατεδαφίζεται. Το 1936 από το Κοινοτικό Συμβούλιο αποφασίζεται η επέκταση του σχεδίου πόλεως, το οποίο εγκρίνεται το 1939. Την περίοδο αυτή δημιουργείται το 1ο Δημοτικό Σχολείο Νέας Χαλκηδόνας, το οποίο στεγάστηκε στα καμαρίνια του κινηματογράφου Ηρώδειο. Η μεταπολεμική περίοδος βρίσκει τη Νέα Χαλκηδόνα σε

οικοδομική ανάπτυξη. Η ανοικοδόμηση είναι πολεοδομικά ελεγχόμενη με μικρές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Στα μέσα της δεκαετίας του '50 ασφαλτοστρώνονται οι πρώτοι δρόμοι. Το 1963 ο Ο.Σ.Κ. αγοράζει οικόπεδο για την ανέγερση του 1ου Δημοτικού Σχολείου, που δημοπρατείται στα τέλη του 1969. Η διάνοιξη της Εθνικής οδού, η προέκταση της οδού Αχαρνών και η διαπλάτυνση της οδού Αγίων Αναργύρων συμπίπτει με τη διαμόρφωση της πλατείας Ηρώων. Στα χρόνια 1967 - 1974 ο ρυθμός ανοικοδόμησης είναι μεγάλος. Οι ελεύθεροι χώροι μειώνονται ραγδαία. Το 1982 η κοινότητα Νέας Χαλκηδόνας αναβαθμίζεται σε Δήμο αφού οι κάτοικοι κατά την απογραφή ξεπέρασαν τους 10.000 (ΦΕΚ 98 Α' /23-8-82).

### **3.2.1 Πρόγραμμα Καλλικράτης**

Πρόγραμμα Καλλικράτης, ακριβέστερα Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης - Πρόγραμμα Καλλικράτης, ονομάζεται ο ελληνικός νόμος 3852/2010, με τον οποίο μεταρρυθμίστηκε η διοικητική διαίρεση της Ελλάδας και επανακαθορίστηκαν τα όρια των αυτοδιοικητικών μονάδων, ο τρόπος εκλογής των οργάνων και οι αρμοδιότητές τους. Ενίοτε απαντάται και ως Σχέδιο Καλλικράτης, από την ονομασία που είχε πριν εισαχθεί προς συζήτηση στη Βουλή των Ελλήνων.

Το πρόγραμμα ψηφίστηκε από την Ελληνική Βουλή το Μάιο του 2010. Στη πλήρη μορφή του τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιανουαρίου 2011. Η ονομασία «Πρόγραμμα Καλλικράτης» επεκτάθηκε, μέσω κυρίως των ΜΜΕ, στις συγχωνεύσεις και καταργήσεις δημοσίων υπηρεσιών, σχολείων και νοσοκομείων.

Βασικές πτυχές του προγράμματος είναι η μείωση του αριθμού των δήμων και των νομικών τους προσώπων κατά περίπου 2/3, η αντικατάσταση των 57 νομαρχιών ως δευτεροβάθμιων ΟΤΑ από τις 13 περιφέρειες, η σύσταση των αποκεντρωμένων διοικήσεων, οι αλλαγές στον τρόπο χρηματοδότησης των ΟΤΑ, η αύξηση της θητείας των αυτοδιοικητικών οργάνων από 4 σε 5 έτη και η ανακατανομή των αρμοδιοτήτων κάθε βαθμού.

Κριτήριο ήταν να μην υπάρχει δήμος με πληθυσμό κάτω των 25.000 κατοίκων στα πολεοδομικά συγκροτήματα Αθήνας και Θεσσαλονίκης ή 10.000 για την υπόλοιπη χώρα - εξαιρέσεις έγιναν μόνο για τις ορεινές περιοχές, όπου το πληθυσμιακό κατώτατο όριο τέθηκε στις 2.000 και στα νησιά, όπου προκρίθηκε η λογική «ένας δήμος ανά νησί» (πλην των δύο μεγάλων, Κρήτης και Εύβοιας).

### 3.2.2 Εφαρμογή Καλλικράτη στα σχολεία

Οι σύγχρονες κοινωνικές, πολιτικές, οικονομικές και πολιτισμικές ανάγκες ανάγκασαν την τροποποίηση της οργάνωσης και λειτουργίας του ελληνικού σχολείου, με στόχο την ποιοτική αναβάθμιση της παρεχόμενης εκπαίδευσης αλλά και τον περιορισμό της σπατάλης, την αξιοποίηση των υπαρχόντων υποδομών για την εφαρμογή των καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας για όλους τους μαθητές της επικράτειας και τη διευκόλυνση των εκπαιδευτικών για την παροχή ποιοτικών εκπαιδευτικών υπηρεσιών.

Με βάση το ισχύον θεσμικό πλαίσιο και προκειμένου να διαμορφωθούν και να υποβληθούν προτάσεις που θα αντιπροσωπεύουν τις πραγματικές ανάγκες κάθε περιοχής, με τις γεωγραφικές συνθήκες και τις ιδιαιτερότητές τους, δεδομένου μάλιστα ότι οι κτιριακές υποδομές, οι συντηρήσεις, τα λειτουργικά έξοδα των σχολείων και οι μετακινήσεις των μαθητών περιέρχονται πλέον στην αρμοδιότητα των νέων Δήμων, κατατίθεται το πλαίσιο διαβούλευσης με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς και τον κάθε πολίτη σχετικά με τα κριτήρια συνενώσεων-ιδρύσεων των σχολικών μονάδων, για το σχολικό έτος 2011-2012.

Η ουσία είναι ότι στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση συνενώνονται 1.523 σχολικές μονάδες και στη δευτεροβάθμια 410.

Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση από 1.523 σχολικές μονάδες θα προκύψουν 672, εκ των οποίων οι 169 αφορούν Μονοθέσια, Διθέσια και Τριθέσια, οι 98 ήταν ήδη σε αναστολή λειτουργίας και οι 18 δεν είχαν μαθητές. Ειδικότερα από τις συνενώσεις θα προκύψουν 120 νέα 6/θέσια και 61 νέα 12/θέσια σχολεία.

Όσον αφορά στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, οι 410 σχολικές μονάδες μειώνονται σε 205. Σύμφωνα με το υπουργείο, σε αυτές το 30% των Γυμνασίων είχαν μαθητικό δυναμικό μικρότερο από 35 μαθητές, ενώ πάνω από το 50% των Γενικών Λυκείων που συνενώνονται είναι λυκειακές τάξεις.

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις συγχωνεύσεων-καταργήσεων είναι:

- Μικρά Δημοτικά Σχολεία στα χωριά όπου ένας ή δύο δάσκαλοι αναλαμβάνουν και τις 6 τάξεις.
- Στα αστικά κέντρα αντίστοιχα, γίνεται συνένωση Δημοτικών Σχολείων που συστεγάζονται ή συναυλίζονται.

- Καταργούνται τα πολύ μικρά Γυμνάσια και Λύκεια που δεν εξασφαλίζουν τον απαιτούμενο αριθμό μαθητών για ουσιαστική εφαρμογή των κατευθύνσεων και του ισχύοντος ωρολογίου προγράμματος.
- Υπάρχουν περιπτώσεις όπου από τη συνένωση των σχολείων καταργείται η διπλοβάρδια (πρωί – απόγευμα).
- Σκοπός του υπουργείου είναι στα νέα σχολεία που δημιουργούνται να φοιτούν παιδιά της ίδιας σχολικής βαθμίδας. Υπάρχουν έτσι περιπτώσεις όπου συστεγάζονταν ένα Γυμνάσιο, ένα Ειδικό Σχολείο και ένα Δημοτικό Σχολείο ή ένα Γυμνάσιο και ένα Δημοτικό. Στις σχολικές μονάδες που προκύπτουν με τις συνενώσεις δημιουργούνται σχολεία με παιδιά της ίδιας σχολικής βαθμίδας ή τουλάχιστον Νηπιαγωγεία με Δημοτικά και Γυμνάσια με Λύκεια.

### **3.3 Δεδομένα**

Η απόκτηση των δεδομένων για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας είχε μεγάλο βαθμό δυσκολίας. Ο κύριος λόγος ήταν η δυσκολία επικοινωνίας με τους δημόσιους φορείς όπως η στατιστική υπηρεσία, τα δημαρχεία και οι σχολικές διευθύνσεις. Όπως προαναφέρθηκε τα απαραίτητα προς συλλογή στοιχεία είναι ένα χαρτογραφικό υπόβαθρο υψηλής ανάλυσης, για την διαδικασία της ψηφιοποίησης, τα απογραφικά δεδομένα από τη στατιστική υπηρεσία, οι κωδικοί των οικοδομικών τετραγώνων, οι σχολικές μονάδες πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι διευθύνσεις τους και όλες οι δυναμικότητες των σχολείων ανά έτος και τάξη καθώς και τα όρια των υφιστάμενων εκπαιδευτικών περιφερειών. Αφού αποκτήθηκε το χαρτογραφικό υπόβαθρο μέσω του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, έγινε επίσκεψη στον δήμο Ν. Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνος για τα απογραφικά στοιχεία. Εκεί έγινε παραπομπή στις σχολικές διευθύνσεις όπου θα εξασφάλιζαν τις διευθύνσεις κατοικίας του μαθητικού πληθυσμού που υπάγεται σε κάθε σχολείο. Παρόλα αυτά, οι διευθύνσεις των σχολείων διέθεταν τα ζητούμενα στοιχεία, λόγω της προστασίας προσωπικών δεδομένων. Έτσι ακολούθησε η λύση της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας όπου μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ζητήθηκαν η κατανομή πληθυσμού του προς μελέτη δήμου σε επίπεδο οικοδομικών τετραγώνων, καθώς και χάρτη του δήμου με κωδικοποιημένα τα οικοδομικά τετράγωνα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία αυτά για επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου δεν είναι αναρτημένα στην ιστοσελίδα της εν λόγω υπηρεσίας, οπότε έπρεπε να αποκτηθούν από τα κεντρικά γραφεία της ΕΣΥΕ. Τέλος όσον αφορά στις δυναμικότητες των σχολείων, τις διευθύνσεις τους και τις

εκπαιδευτικές περιφέρειες, η προμήθειά τους έγινε από το δημαρχείο και τα σχολεία αντίστοιχα, αφού προσκομίστηκε επίσημο έγγραφο με την σφραγίδα του Πολυτεχνείου, που εξασφάλιζε ότι τα στοιχεία προορίζονται για χρήση μόνο στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

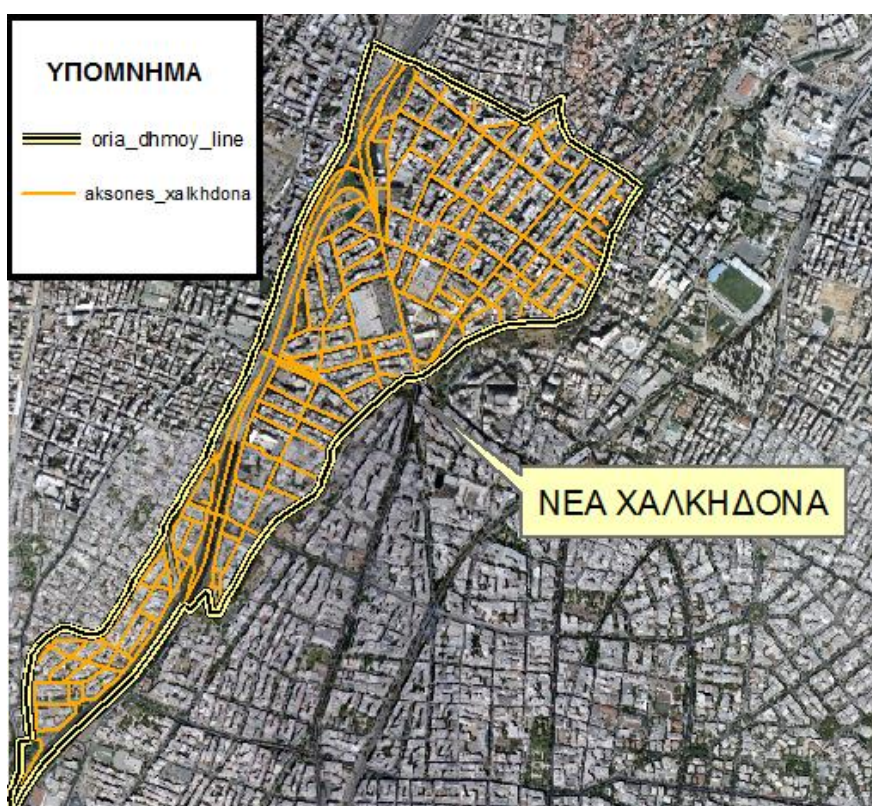
Πιο αναλυτικά, το χαρτογραφικό υπόβαθρο εντοπίζεται στο γεωδαιτικό σύστημα WGS\_1984 με κύριο μεσημβρινό τον μεσημβρινό του Greenwich. Η ψηφιακή εικόνα είναι εγκάρσια μερκατορική προβολή με κλίμακα παραμόρφωσης 0,99960000 και εκτείνεται μεταξύ των καρτεσιανών συντεταγμένων 4211960,11647 m βόρεια, 476220,312100 m δυτικά, 478010,702400 m ανατολικά και 4208947,487300 m νότια. Σε αυτούς τους χάρτες φαίνονται δημόσια κτίρια, σχολεία, χώροι πρασίνου, κάποιες χρήσεις γης, δρόμοι και όρια δήμων. Ουσιαστικά πρόκειται για τέσσερις διαφορετικές φωτογραφίες που συνενώνονται με βάση το σύστημα συντεταγμένων που ορίστηκε, δημιουργώντας έτσι το τελικό χαρτογραφικό υπόβαθρο. Η τελική αυτή φωτογραφία θα αποτελέσει το υπόβαθρο για την ψηφιοποίηση των οντοτήτων που θεωρήσαμε χρήσιμες για την διεκπεραίωση της εργασίας, δηλαδή τους οδικούς άξονες και τα οικοδομικά τετράγωνα. Οι attribute tables των οδικών αξόνων ενημερώθηκαν με τα ονόματα και τους αριθμούς των δρόμων και αυτοί των οικοδομικών τετραγώνων με τους κωδικούς τετραγώνων της ΕΣΥΕ, στοιχεία που προσκομίστηκαν από τις διάφορες δημόσιες υπηρεσίες.

Όσον αφορά στα απογραφικά δεδομένα, που όπως προαναφέρθηκε τα προμηθευτήκαμε τελικώς από την Στατιστική Υπηρεσία, χρειάστηκε να υποβληθούν σε επεξεργασία πριν να είναι έτοιμα προς χρήση. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα στοιχεία με σύνολα πληθυσμού και στοιχεία κατά ηλικιακές ομάδες 0-4, 5-8, 9-12 χρονών και ούτω καθεξής. Στην περίπτωση μας χρησιμοποιήθηκαν ηλικίες από 5 έως 18 έτη, δηλαδή το φάσμα των ηλικιών που μας ενδιαφέρει για την βαθμίδα εκπαίδευσης που αναλύεται. Συγκεκριμένα τα απογραφικά δεδομένα ήταν από την παλαιότερη απογραφή του 2001, ενώ οι κωδικοί των αντίστοιχων οικοδομικών τετραγώνων ήταν ενημερωμένοι από την απογραφή του 2011. Έτσι προμηθευτήκαμε, επίσης από την ΕΣΥΕ, ένα ακόμη αρχείο excel με τις απαραίτητες ενημερώσεις για να γίνει αντιστοιχία κωδικών με απογραφική πληροφορία. Μετά την επεξεργασία τα συγκεκριμένα δεδομένα ήταν έτοιμα ώστε να επιτευχθεί η σύνδεσή τους με τα ψηφιοποιημένα οικοδομικά τετράγωνα στο χαρτογραφικό υπόβαθρο.

Στην συνέχεια, έγινε εντοπισμός των θέσεων των σχολείων προσδιορίζοντας τις διευθύνσεις τους. Το δημαρχείο του δήμου, μας έδωσε λίστα με τις διευθύνσεις των σχολείων, τις οποίες τοποθετήσαμε στο υπόβαθρο με τη διαδικασία geocoding.



Τέλος, μας έγινε ενημέρωση για τα όρια των εκπαιδευτικών περιφερειών, όπως αυτά προκύπτουν από την δημοτική αρχή, καθώς και για τα δυναμικά των σχολείων. Οι εκπαιδευτικές περιφέρειες ουσιαστικά αποτελούν την διαίρεση του δήμου σε επιμέρους τμήματα που τροφοδοτούν με μαθητές τα σχολεία, ανάλογα με τον τόπο κατοικίας τους. Οι διευθυντές των σχολείων μας έδωσαν αντίγραφο του χάρτη της περιοχής μελέτης, που απεικονίζει τα όρια των εκπαιδευτικών περιφερειών καθώς και τα σχολεία που εξυπηρετούνται από αυτές. Τα δεδομένα του χάρτη αυτού, δηλαδή οι εκπαιδευτικές περιφέρειες, ψηφιοποιήθηκαν με την σειρά τους στο χαρτογραφικό υπόβαθρο. Μαζί με τις εκπαιδευτικές περιφέρειες συλλέχθηκαν και τα δυναμικά των σχολείων, ο αριθμός των τμημάτων και ο αριθμός των καθηγητών. Οι τιμές αυτές είναι μάλλον περισσότερο θεωρητικές, γιατί σε πολλά σχολεία παρατηρείται το φαινόμενο του υπερπληθυσμού και η λύση δίνεται είτε με μετακινούμενες τάξεις, ή και κάποιες φορές με περισσότερους μαθητές από ότι επιτρέπεται σε κάθε τάξη, σύμφωνα με τα λεγόμενα των διευθυντών. Τα δυναμικά αυτά μετατράπηκαν σε ψηφιακή πληροφορία με σκοπό να αποτελέσουν κριτήριο ελέγχου για τον βαθμό εξυπηρέτησης των σχολικών μονάδων.



Χάρτης 4 Ψηφιακό υπόβαθρο Νέας Χαλκηδόνας

### **3.4 Οπτικοποίηση - Προετοιμασία**

Μετά την διαδικασία της συλλογής δεδομένων, προχωρήσαμε στην ψηφιοποίησή τους πάνω στο χαρτογραφικό υπόβαθρο, για να ακολουθήσει η διαδικασία της ανάλυσης. Μέσα από τον ArcCatalog δημιουργήθηκε μια γεωβάση (geodatabase) που θα περιλαμβάνει κάθε ψηφιοποιημένο αρχείο shapefile που θα παραχθεί στην συνέχεια. Χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία editing, join, intersect και merge, που έχουν αναλυθεί και προηγουμένως.

#### **3.4.1 Ψηφιοποίηση γραμμικών δεδομένων**

Σαν πρώτο βήμα, ψηφιοποιήθηκαν οι οδικοί άξονες και τα όρια του δήμου. Ξεκινώντας, δημιουργήθηκαν μέσω του ArcCatalog τα shapefiles για τους άξονες των δρόμων, όπου είναι τα aksones\_xalkhdona και τα oria\_dhmoy. Για κάθε ένα από τα παραπάνω, στο feature type επιλέχθηκε polyline και στην συνέχεια, edit στο πεδίο spatial reference. Σαν σύστημα αναφοράς επιλέχθηκε το Greek\_Grid, ώστε να εισαχθούν όλες οι παράμετροι που προσδιορίζουν το ΕΓΣΑ '87.

Η ψηφιοποίηση έγινε με το εργαλείο editing του ArcMap. Με δεξί κλικ στην γραμμή εργαλείων ενεργοποιήθηκε η toolbar Editor. Επιλέγουμε start editing και στο παράθυρο που εμφανίζεται διαλέγουμε το shapefile που θέλουμε να επεξεργαστούμε. Στο συγκεκριμένο βήμα επιλέχθηκαν τα γραμμικά shapefiles αξόνων και ορίων. Αφού ολοκληρώθηκε η ψηφιοποίηση, ενεργοποιήθηκε η εντολή save edits και ακολούθως stop editing από την toolbar Editor.

Στο γραμμικό shapefile aksones\_xalkhdona, που δημιουργήθηκε στην περιοχή μελέτης, υπολογίστηκαν και τα μήκη των δρόμων έτσι ώστε μετέπειτα να μετρηθούν οι διαδρομές των μαθητών. Τα νέα πεδία (fields) ονομάστηκαν onoma\_dromoy και shape\_length. Στην συνέχεια παρήχθηκε το γραμμικό shapefile oria\_dhmoy ψηφιοποιώντας τα όρια του δήμου, μια διαδικασία που πραγματοποιήθηκε για καθαρά οπτικό αποτέλεσμα.

Οι attribute tables των οδικών αξόνων ενημερώθηκαν με τα ονόματα των δρόμων με βάση ιδιωτικούς χάρτες αλλά και μέσω της χρήσης του google maps. Με βάση το παραπάνω λογισμικό καθορίστηκαν και ψηφιοποιήθηκαν και τα όρια του δήμου.



### 3.4.2 Ψηφιοποίηση επιφανειακών δεδομένων

Αντίστοιχα, δημιουργήθηκε το πολυγωνικό shapfile ot\_poly για τα οικοδομικά τετράγωνα της Νέας Χαλκηδόνas. Στο feature type επιλέχθηκε polygon και ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία, όπως και στα γραμμικά shapfiles.

Πάλι με το εργαλείο editing κατασκευάστηκαν τα ίδια shapfiles με τους attribute tables ενημερωμένους με τον κωδικό της ΕΣΥΕ, τον κωδικό του δήμου και υπολογίστηκε το εμβαδό και η περίμετρος κάθε οικοδομικού τετραγώνου. Αρχικά οι attribute tables των οικοδομικών τετραγώνων ενημερώθηκαν μέσω χαρτών που πήραμε από την Στατιστική Υπηρεσία έτσι ώστε να ονοματιστούν τα ψηφιοποιημένα οικοδομικά τετράγωνα με τους επίσημους κωδικούς τους.

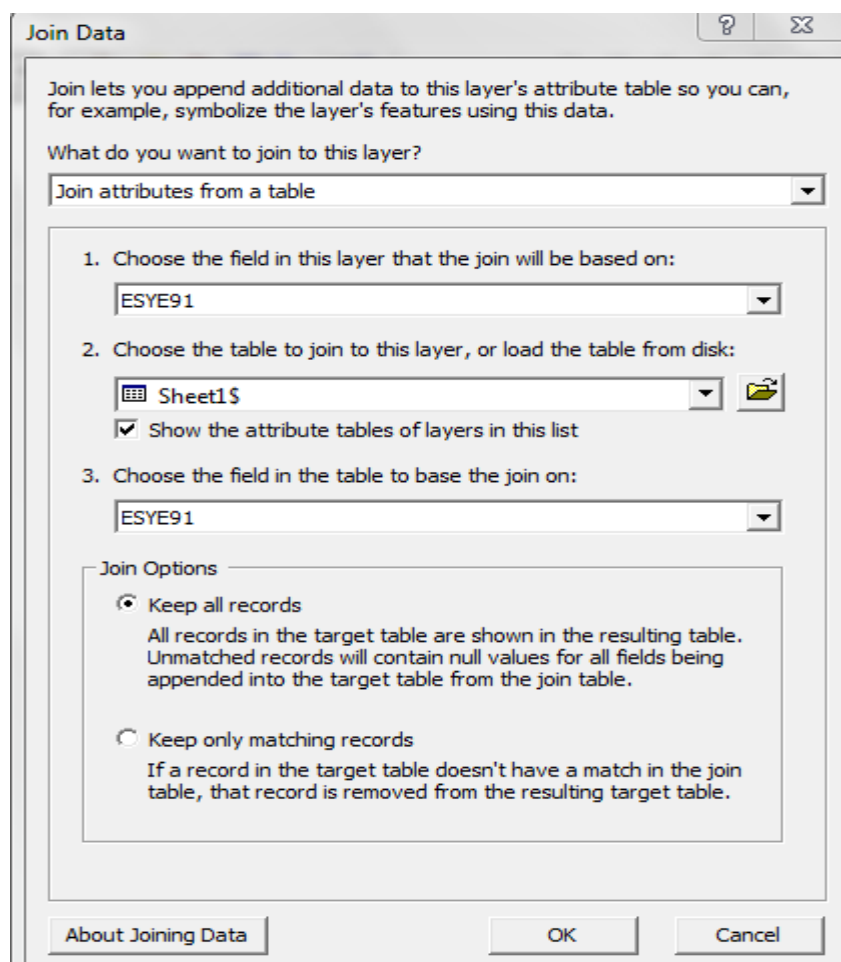
Έτσι παρήχθη ο παρακάτω attribute table για τη Νέα Χαλκηδόνα:

OBJECTID *	Shape *	AREA	PERIMETER	OT_	OT_ID	K_DHM	K_OT	K_OT_ESYE	K_ZONE	K_DIAMER	Shape_Length	Shape_Area
1	Polygon	10186.234	472.74234	2	12	A1100901	33000	6	68006	0	472.742315	10186.23315
2	Polygon	2517.7969	372.77026	3	13	A1100901	33000	-999	68006	0	372.770286	2517.7982
3	Polygon	36.914063	36.362778	4	14	A1100901	33000	-999	68004	0	36.362752	36.91375
4	Polygon	2854	227.05133	5	15	A1100901	33000	1	68004	0	227.051254	2853.998325
5	Polygon	4982.1797	286.49335	6	16	A1100901	33000	28	68004	0	286.493319	4982.178975
6	Polygon	4387.2031	265.01593	7	17	A1100901	33000	2	68004	0	265.015916	4387.20455
7	Polygon	5136.2344	327.85635	8	18	A1100901	33000	3	68004	0	327.856348	5136.2348
8	Polygon	2183.5078	201.31332	9	19	A1100901	33000	7	68004	0	201.31328	2183.50715
9	Polygon	5046.6719	287.48566	10	20	A1100901	33000	27	68004	0	287.485589	5046.669875
10	Polygon	5930.9531	386.3551	11	21	A1100901	33001	29	68004	0	386.355087	5930.949025
11	Polygon	7371.5781	451.50757	12	22	A1100901	33001	13	68006	0	451.507583	7371.579325
12	Polygon	4075.3594	274.23035	13	23	A1100901	33001	5	68004	0	274.230299	4075.3581
13	Polygon	2836.9609	215.30699	14	24	A1100901	33001	8	68004	0	215.30702	2836.96135
14	Polygon	5759.2422	398.81277	15	25	A1100901	33001	26	68004	0	398.812712	5759.2383
15	Polygon	1835.4688	202.161	16	26	A1100901	33001	4	68004	0	202.161026	1835.46875
16	Polygon	5437.2188	294.74948	17	27	A1100901	33001	30	68004	0	294.749468	5437.21875
17	Polygon	47.765625	34.855461	18	28	A1100901	33001	-999	68004	0	34.855462	47.765625
18	Polygon	6604.8125	403.76465	19	29	A1100901	33001	25	68004	0	403.764571	6604.808725
19	Polygon	4109.4219	259.2608	20	30	A1100901	33001	9	68004	0	259.260787	4109.419325
20	Polygon	3084.3359	223.14029	21	31	A1100901	33002	11	68004	0	223.14029	3084.336075
21	Polygon	7831.3125	468.39447	22	32	A1100901	33002	24	68004	0	468.394465	7831.312025
22	Polygon	11522.648	450.82657	23	33	A1100901	33002	31	68004	0	450.82656	11522.652075
23	Polygon	5026.5391	340.08289	24	34	A1100901	33002	12	68005	0	340.082966	5026.5402
24	Polygon	3849.4141	250.95573	25	35	A1100901	33002	10	68004	0	250.955654	3849.411325
25	Polygon	6957.5391	388.52939	26	36	A1100901	33002	23	68004	0	388.529393	6957.54125
26	Polygon	5262.6563	348.0018	27	37	A1100901	33002	14	68005	0	348.001873	5262.658725
27	Polygon	2362.4922	195.85555	28	38	A1100901	33002	15	68005	0	195.855482	2362.490675
28	Polygon	9390.1172	416.0228	29	39	A1100901	33002	22	68004	0	416.022806	9390.117825
29	Polygon	6217.7656	338.25015	30	40	A1100901	33002	32	68004	0	338.250155	6217.76635
30	Polygon	3732.9297	325.94492	31	41	A1100901	33003	-999	68006	0	325.944818	3732.92745
31	Polygon	3113.9375	223.69026	32	42	A1100901	33003	16	68005	0	223.690258	3113.9375
32	Polygon	2452.3047	218.30078	33	43	A1100901	33003	33	68004	0	218.300695	2452.3039
33	Polygon	5678.8906	361.01587	34	44	A1100901	33003	21	68005	0	361.015806	5678.88655

Πίνακας 1 Attribute table Νέας Χαλκηδόνas

Στην συνέχεια στα shapfiles αυτά έγινε join με τα αρχεία excel του πληθυσμού, που δόθηκαν από την Στατιστική Υπηρεσία. Από τα αρχεία excel επιλέξαμε να γίνουν join μόνο οι στήλες με τις ενδιαφερόμενες ηλικίες, δηλαδή οι ηλικιακές ομάδες 5-9,

10-14 και 15-19. Φορτώθηκαν τα αρχεία excel στο πρόγραμμα και ενεργοποιήθηκε η επιλογή join and relates και μετέπειτα join. Επιλέχθηκε σαν πεδίο σύνδεσης το "ESYE91", δηλαδή ο κωδικός των οικοδομικών τετραγώνων που αποτελεί κοινό πεδίο και στους δύο πίνακες.



Σχήμα 14 Σύνδεση στοιχείων ΕΣΥΕ με οικοδομικά τετράγωνα

Με τον ίδιο τρόπο δημιουργήθηκαν δύο επιφανειακά shapfiles για τις εκπαιδευτικές περιφέρειες του δήμου, ekr perif dimotika xalkidona, ekr perif gymnasia xalkidona. Εδώ πρέπει να επισημανθεί, ότι η Χαλκηδόνα δεν έχει λύκεια, για αυτό και δεν υπάρχει αντίστοιχο shapfile. Η ψηφιοποίηση των περιφερειών έγινε με βάση τους χάρτες που προμηθευτήκαμε από τα σχολεία τα οποία επισκεφθήκαμε. Ο attribute table του κάθε shapfile έχει το αντίστοιχο πεδίο dimotika ή gymnasia ή lukeia που καθορίζει ποια σχολική μονάδα υπάγεται στην συγκεκριμένη περιφέρεια. Π.χ. 1ο για την περιφέρεια του 1<sup>ου</sup> δημοτικού. Επίσης, με την επιλογή calculate geometry με δεξί click στο field «area», έγινε υπολογισμός του εμβαδού κάθε εκπαιδευτικής περιφέρειας.

Attributes of eksp perif dimotika xalkidona						
FID	Shape *	Id	dimotika	area	perimeter	
0	Polygon	0	1ο	370551	2510	
1	Polygon	1	2ο	481936	4694	

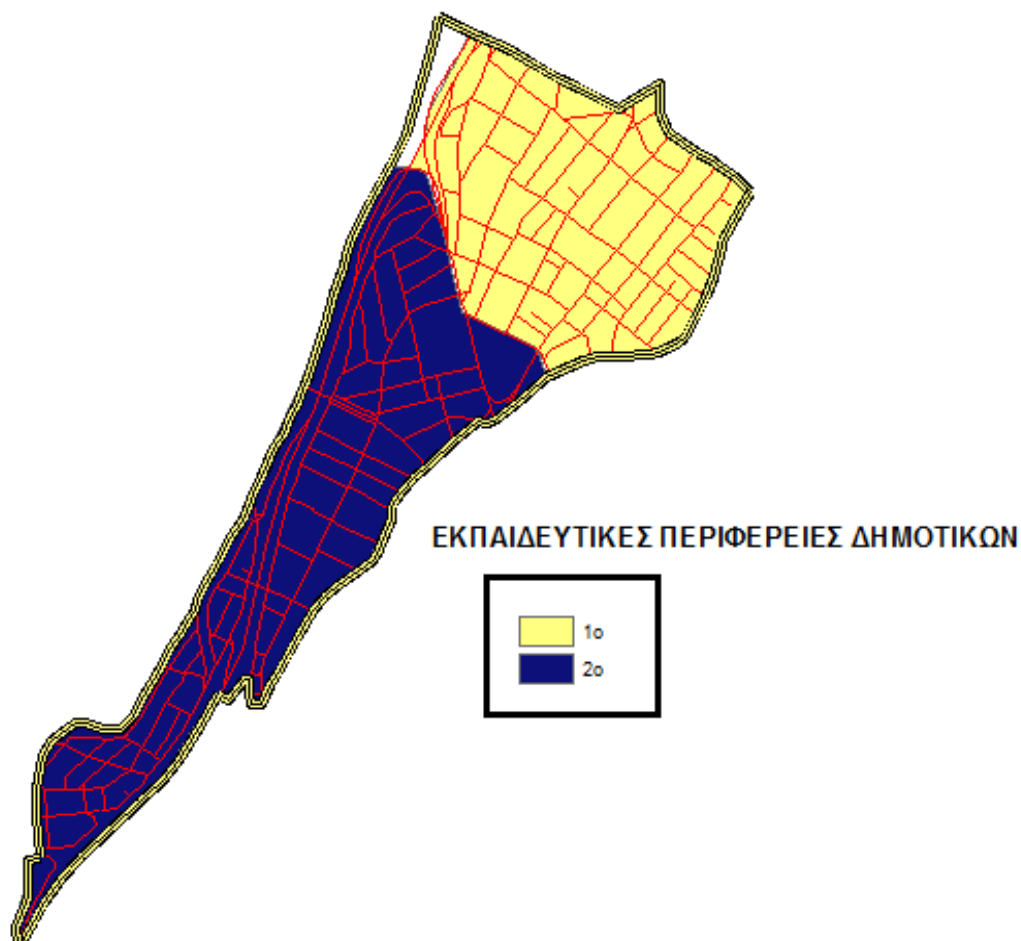
  

Attributes of eksp perif gymnasia xalkidona						
FID	Shape *	Id	gymnasia	area	perimeter	
0	Polygon	1	1ο	852438	6328	

Record: 0 Show: All Selected

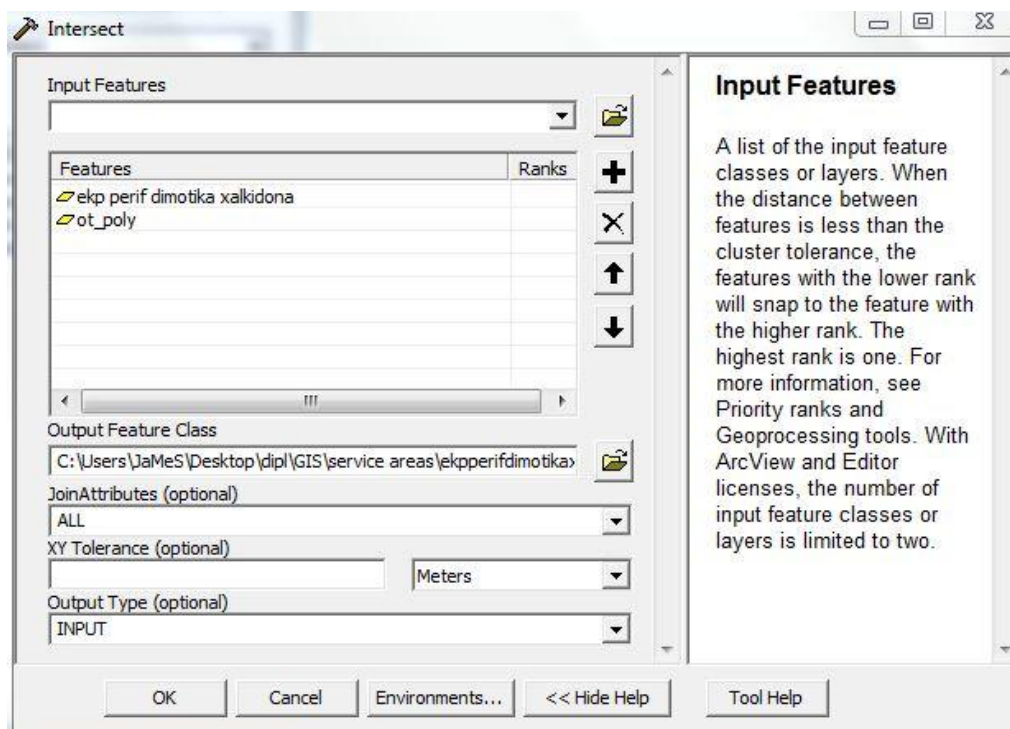
Πίνακας 2 Εμβαδά εκπαιδευτικών περιφερειών

Αφού δημιουργήθηκαν τα προαναφερθέντα shapefiles των εκπαιδευτικών περιφερειών, με το εργαλείο intersect κατασκευάστηκαν (output features) τα shapefiles dimperifereies\_xalk\_ot και gymperifereies\_xalk\_ot. Ενδεικτικά, παρουσιάζονται οι εκπαιδευτικές περιφέρειες των δημοτικών.



Χάρτης 6 Εκπαιδευτικές περιφέρειες δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας

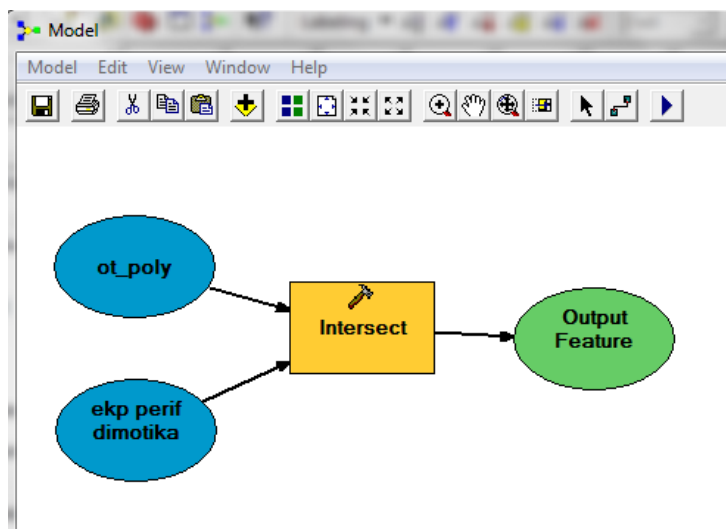
Στον arctoolbox επιλέχθηκε το analysis tools – overlay – intersect και σαν input features τοποθετήθηκαν οι εκπαιδευτικές περιφέρειες και τα οικοδομικά τετράγωνα. Έτσι, τα νέα αυτά shapefiles πλέον περιέχουν τις πληροφορίες των οικοδομικών τετραγώνων, άρα και τα πληθυσμιακά δεδομένα. Με την κίνηση αυτή γίνεται γνωστός ο αριθμός και οι ηλικίες των μαθητών σε επίπεδο εκπαιδευτικής περιφέρειας.



Σχήμα 15 Intersect εκπαιδευτικών περιφερειών με τα οικοδομικά τετράγωνα

Λόγω της ύπαρξης μεγάλου αριθμού περιφερειών, για να αποφευχθεί η επανάληψη της διαδικασίας των intersect μεταξύ περιφερειών και ot που θα ήταν αρκετά χρονοβόρα, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο model builder για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας. Η χρήση του model builder έγινε και σε αντίστοιχες περιπτώσεις που κρίθηκε απαραίτητο.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ



Σχήμα 16 Εφαρμογή εργαλείου model builder

Άρα, για κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης ενημερώθηκε ο attribute table με τις ηλικιακές μονάδες χωρισμένες σε κλάσεις (5-9, 10-14, 15-19). Για παράδειγμα, για τα δημοτικά της Νέας Φιλαδέλφειας δημιουργείται ο εξής πίνακας.

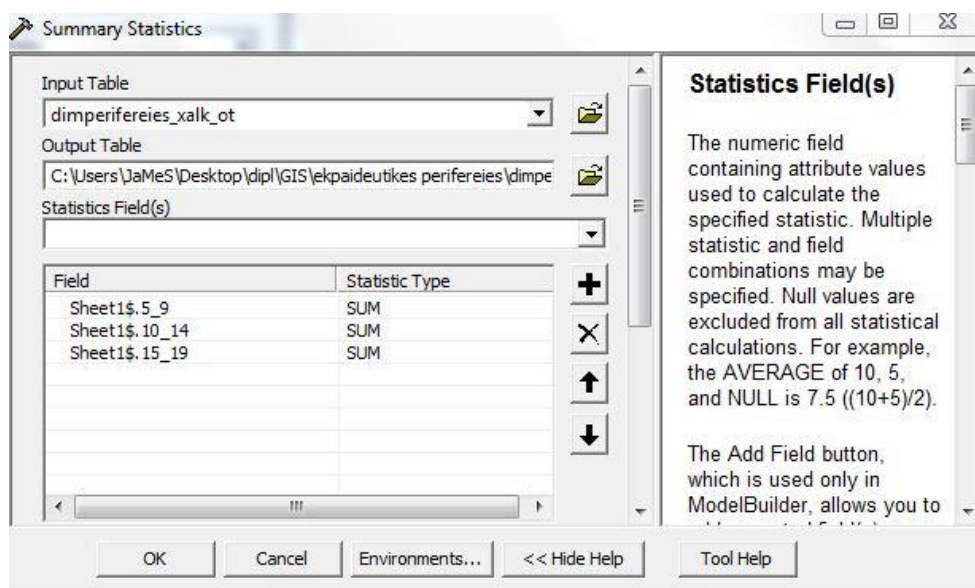
Shape*	dimoti	area	perimeter	AREA_1	PERIMETE_1	OT_	K_DHM	Shape_Leng	Shape_Area	Gewgrafiko	ESYE91	sum_pop	0_4	5_9	10_14	15_19
Polygon	1o	370551	2510	10186.2	472.742	2	A1100901	472.742315	10186.23315	A1320101	6	0	0	0	0	0
Polygon	1o	370551	2510	2517.8	372.76999	3	A1100901	372.770286	2517.7982	A1320101	-999	0	0	0	0	0
Polygon	1o	370551	2510	36.914101	36.362801	4	A1100901	36.362752	36.91375	A1320101	-999	0	0	0	0	0
Polygon	1o	370551	2510	2854	227.05099	5	A1100901	227.051254	2853.998325	A1320101	1	101	3	7	6	11
Polygon	1o	370551	2510	4982.1802	286.49301	6	A1100901	286.493319	4982.178975	A1320101	28	132	5	7	3	7
Polygon	1o	370551	2510	4387.2002	265.01599	7	A1100901	265.015916	4387.20455	A1320101	2	139	8	4	2	5
Polygon	1o	370551	2510	5136.23	327.85599	8	A1100901	327.856348	5136.2348	A1320101	3	160	6	12	6	12
Polygon	1o	370551	2510	2183.51	201.313	9	A1100901	201.31328	2183.50715	A1320101	7	30	1	0	1	1
Polygon	1o	370551	2510	5046.6699	287.48599	10	A1100901	287.485589	5046.669875	A1320101	27	135	3	3	6	12
Polygon	1o	370551	2510	5930.9502	386.35501	11	A1100901	386.355087	5930.949025	A1320101	29	205	7	9	12	24
Polygon	1o	370551	2510	7371.5801	451.508	12	A1100901	451.507583	7371.579325	A1320101	13	17	0	0	1	2
Polygon	1o	370551	2510	4075.3601	274.23001	13	A1100901	274.230299	4075.3581	A1320101	5	141	5	5	11	10
Polygon	1o	370551	2510	2836.96	215.30701	14	A1100901	215.30702	2836.96135	A1320101	8	60	2	1	8	4
Polygon	1o	370551	2510	5759.2402	398.81299	15	A1100901	398.812712	5759.2383	A1320101	26	147	8	4	7	4
Polygon	1o	370551	2510	1835.47	202.161	16	A1100901	202.161026	1835.46875	A1320101	4	52	4	3	3	2
Polygon	1o	370551	2510	5437.2202	294.74899	17	A1100901	294.749468	5437.21875	A1320101	30	250	8	13	11	15
Polygon	1o	370551	2510	47.765598	34.855499	18	A1100901	34.855462	47.765625	A1320101	-999	0	0	0	0	0
Polygon	1o	370551	2510	6604.8101	403.76501	19	A1100901	403.764571	6604.808725	A1320101	25	254	13	10	10	13
Polygon	1o	370551	2510	4109.4199	259.26099	20	A1100901	259.260787	4109.419325	A1320101	9	178	4	7	8	11
Polygon	1o	370551	2510	3084.3401	223.14	21	A1100901	223.14029	3084.336075	A1320101	11	51	1	0	4	2

Πίνακας 3 Ηλικιακές ομάδες Νέας Χαλκηδόνας

Τέλος, με το εργαλείο summary statistics υπολογίστηκε για κάθε περιφέρεια το σύνολο του μαθητικού πληθυσμού για κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης (δημοτικά, γυμνάσια). Σαν input table εισήχθησαν τα shapefiles dimperiferieies\_xalk\_ot και gymperiferieies\_xalk\_ot, σαν output table τα αρχεία μορφής dbf dimperiferieies\_xalk\_ot\_Statistics.dbf και ούτω καθ' εξής και σαν επιλεγμένα πεδία επισημάνθηκαν οι ηλικίες που μας ενδιαφέρουν. Εξαιτίας του γεγονότος ότι ο



διαχωρισμός των ηλικιακών ομάδων που μας δόθηκε (5-9, 10-14, 15-19) δεν συμπίπτει με τον επιδιωκόμενο που κατανέμεται σε κάθε βαθμίδα (5-12 για δημοτικά, 13-15 για γυμνάσια και 16-18 για λύκεια), έγινε κανονική κατανομή στον αρχικό διαχωρισμό. Έτσι, για τα δημοτικά επιλέχθηκε όλος ο πληθυσμός 5-9 και το ½ του πληθυσμού 10-14, για τα γυμνάσια το υπόλοιπο ½ του πληθυσμού 10-14 και το ¼ του πληθυσμού 15-19 και για τα λύκεια το ½ του πληθυσμού 15-19. Τουτέστιν, δεν λήφθηκε υπόψιν το ¼ του 15-19, ουσιαστικά παραλείποντας την ηλικία των 19 ετών, που θεωρητικά δεν ανήκει στο ηλικιακό εύρος μελέτης.



Σχήμα 17 Υπολογισμός μαθητικού πληθυσμού κάθε περιφέρειας ανά βαθμίδα εκπαίδευσης

Attributes of dimperiferieies_xalk_ot_Stati							
	OID	dimperifer	FREQUENCY	SUM_Sheet1	SUM_Shee_1	SUM_Shee_2	summa8ites
	0	1o	64	281	278	354	420
	1	2o	81	142	180	240	232

Attributes of gymperiferieies_xalk_ot_Stati							
	OID	gympferifer	FREQUENCY	SUM_Sheet1	SUM_Shee_1	SUM_Shee_2	summa8ites
	0	1o	144	423	458	594	378

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 1 Selected)

Πίνακας 4 Μαθητικός πληθυσμός Νέας Χαλκηδόνος

### 3.4.3 Γεωκωδικοποίηση διευθύνσεων

Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία της ψηφιοποίησης, ακολούθησε η διαδικασία γεωκωδικοποίησης των διευθύνσεων. Σαν δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν τα shapefiles *skoleia1* και *aksones\_xalkhdona* καθώς και το αρχείο *skoleia.dbf*, δηλαδή το αρχείο των διευθύνσεων των σχολείων που θα εντοπιστεί στην μαζική γεωκωδικοποίηση. Το αρχείο αυτό δημιουργήθηκε από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν σε προηγούμενο στάδιο.

Στην εφαρμογή του ArcCatalog, δημιουργήθηκε ο απαραίτητος address locator. Σαν reference data εισήχθη το shapefile με τους οδικούς άξονες, δηλαδή το *aksones\_xalkhdona*. Ο output address locator ονομάστηκε *diuthinseis\_xalk*. Με την toolbar tools, είναι δυνατή η εύρεση μιας διεύθυνσης στο οδικό δίκτυο, χρησιμοποιώντας το εργαλείο find.

Στην συνέχεια, έγινε γεωκωδικοποίηση του πίνακα *skoleia.dbf* με τις διευθύνσεις των σχολείων. Φορτώθηκε στο ArcMap ο πίνακας αυτός και με δεξί κλικ επιλέχθηκε το εργαλείο geocode addresses. Ενεργοποιήθηκε η φόρμα choose an address locator to use και επιλέχθηκε το *diuthinseis\_xalk*. Κάνοντας κλικ στο OK εμφανίστηκε η φόρμα geocode addresses η οποία και συμπληρώθηκε. Στο τέλος αυτής της διαδικασίας εμφανίζονται τα αποτελέσματα και τα ποσοστά επιτυχίας. Πλέον παρατηρούμε ότι ο χάρτης έχει εμπλουτιστεί με την γεωγραφική πληροφορία των διευθύνσεων.

Attributes of skoleia1									
OBJECTID *	Shape *	Id	dieuthinsi	dunamiko	tmimata	proswpiko	thlephono	onoma_schol *	
9	Point	1	grigoriou E 1	222	10	23	0	1 dimotiko NC	
1	Point	1	eptalofou 10	110	6	13	2511124	1 dimotiko NF	
19	Point	0	solomou-petala	227	10	31	0	1 gymnasio NC	
11	Point	2	trupia 47	249	10	38	2510301	1 gymnasio NF	
12	Point	3	trupia 47	180	8	29	2510832	1 lukeio NF	
10	Point	1	agiwn anargyrwn 2	231	11	24	0	2 dimotiko NC	
5	Point	1	efesou-trupia 1	224	11	25	2511264	2 dimotiko NF	
13	Point	2	troados 37	210	9	30	2521775	2 gymnasio NF	
14	Point	3	troados 37	202	9	28	2511036	2 lukeio NF	
2	Point	1	grammou 2	196	12	25	2510625	3 dimotiko NF	
15	Point	2	iasonidi 22	107	7	26	2519230	3 gymnasio NF	
18	Point	3	laxana-thessalonikhs	221	9	36	2513455	3 lukeio NF	
17	Point	1	laxana 1-3	134	8	18	2517246	4 dimotiko NF	
16	Point	2	iasonidi 22	110	7	25	2530869	4 gymnasio NF	
6	Point	1	nikitara 28	221	12	26	2514511	5 dimotiko NF	
4	Point	1	pelasgwn 16	123	6	14	2793900	6 dimotiko NF	
3	Point	1	papanikoli	127	7	15	2514813	7 dimotiko NF	
7	Point	1	maiandrou 85	94	6	11	2512063	8 dimotiko NF	
8	Point	1	maiandrou 85	100	6	10	2531888	9 dimotiko NF	

Πίνακας 5 Διευθύνσεις σχολικών μονάδων



Χάρτης 7 Οπτικοποίηση σχολικών μονάδων με τις διευθύνσεις τους

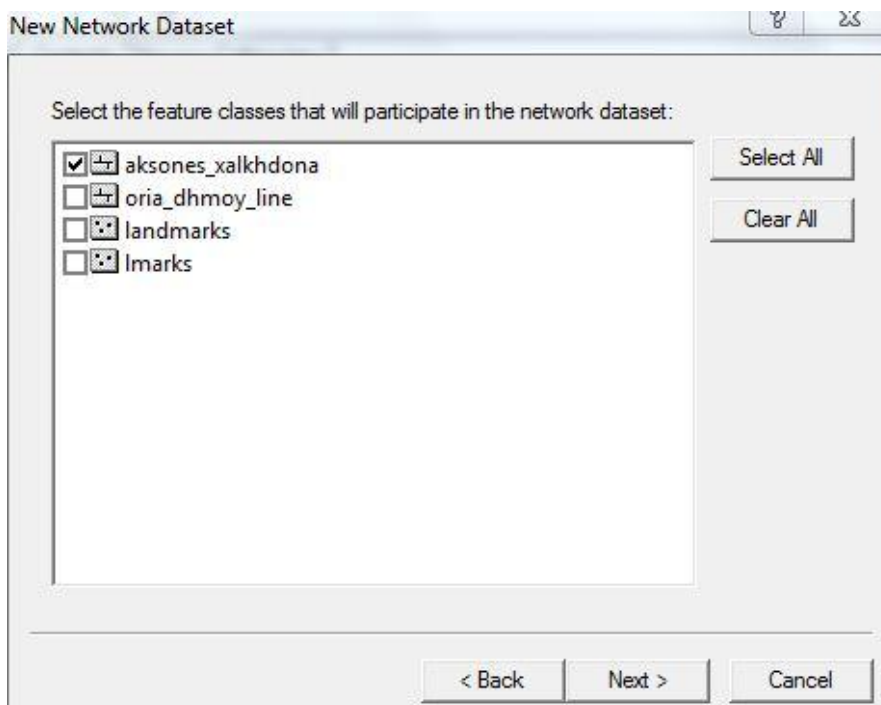
### 3.5 Ανάλυση

Επόμενο βήμα, μετά την συλλογή των δεδομένων και την οπτικοποίησή τους μαζί με τις απαραίτητες διεργασίες ψηφιοποίησης και σύνδεσης των στοιχείων, είναι η ανάλυση των δεδομένων. Τα δεδομένα πρέπει να αναλυθούν ώστε να προσδιοριστεί η υπάρχουσα κατάσταση, να παρουσιαστεί η ιδανική χωροθέτηση σχολείων με βάση αυτήν, καθώς και να παρατεθούν οι συγκεντρώσεις των μαθητών σε επίπεδο σχολείου, εκπαιδευτικής περιφέρειας και ολόκληρου δήμου. Έτσι, θα εντοπιστούν πιθανά προβλήματα, αν υπάρχουν, και θα γίνουν εισηγήσεις για επίλυση του προβλήματος.

#### 3.5.1 Ανάλυση δικτύου υπάρχουσας κατάστασης

Όπως αναφέρθηκε, στο πρώτο κεφάλαιο το ArcMap διαθέτει το εργαλείο network analyst, το οποίο δίνει την δυνατότητα να δημιουργήσουμε, να επεξεργαστούμε και να αναλύσουμε δίκτυα χρησιμοποιώντας διάφορου τύπου παραμέτρους. Αρχικά ενεργοποιήθηκε ο network analyst από το μενού του ArcMap ακολουθώντας την διαδρομή tools – extensions – network analyst. Στην συνέχεια από τον ArcCatalog

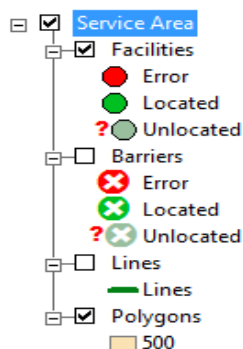
δημιουργήθηκε μια Network Dataset. Πάνω στην geodatabase του δήμου κάνοντας δεξί κλικ, επιλέχθηκε new και στην συνέχεια Network Dataset. Αυτή ονομάστηκε chalkidona\_network και επειδή η ανάλυση θα βασιστεί στους άξονες των δρόμων που καθορίζουν τις πορείες των μαθητών, οι άξονες των δρόμων που ψηφιοποιήθηκαν νωρίτερα, επιλέχθηκαν να είναι το feature class που θα συμμετάσχει στην Network Dataset.



Σχήμα 18 Δημιουργία network dataset

Αφού ρυθμίστηκαν όλες οι παράμετροι της Network Dataset, επιλέγουμε build για να την “χτίσουμε”.

Στην συνέχεια, τερματίζεται ο ArcCatalog και στον ArcMap ενεργοποιείται η toolbar Network Analyst. Όπως έχει προαναφερθεί, το εργαλείο αυτό δίνει πολλές επιλογές

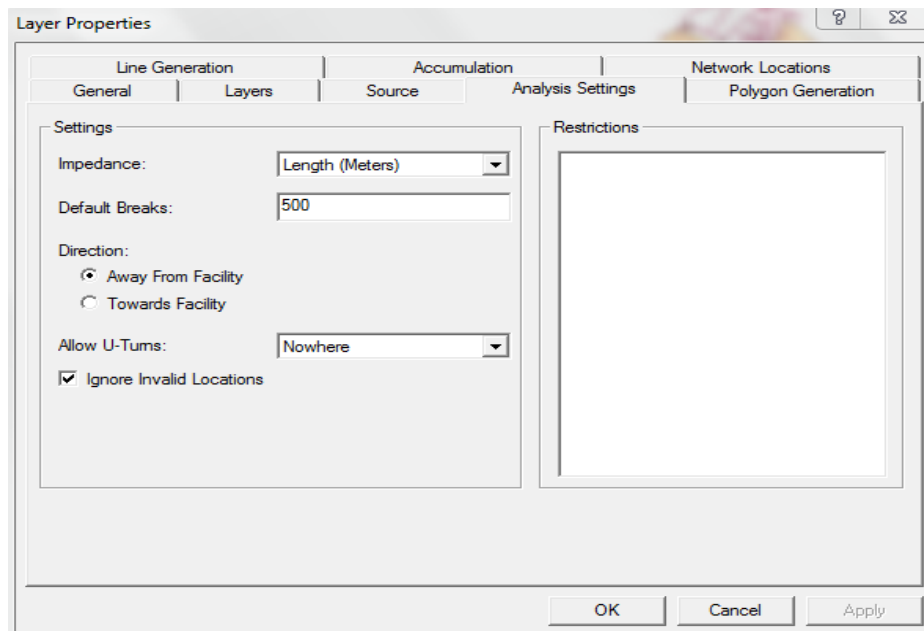


Σχήμα 19 menu των layers

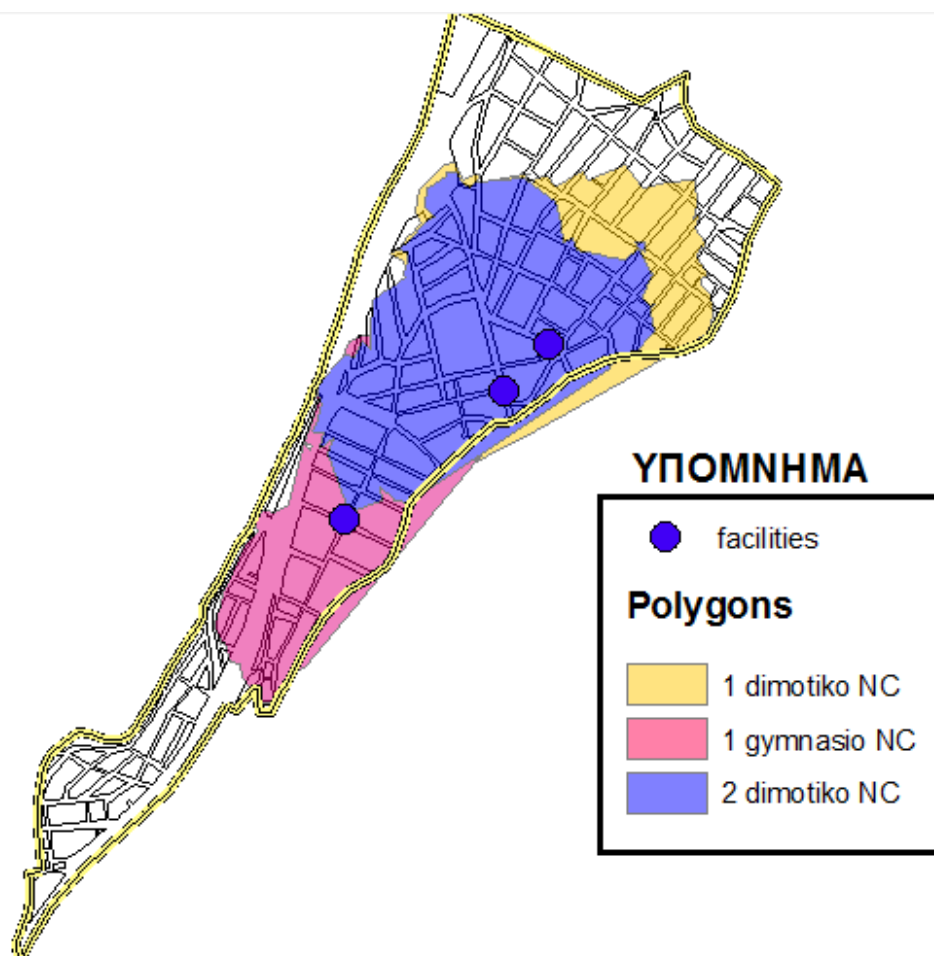
για την ανάλυση των δικτύων. Επιλέγεται η δημιουργία περιοχής εξυπηρέτησης (new service area). Έτσι, στο menu των layers εμφανίζεται η περιοχή εξυπηρέτησης που δημιουργήθηκε.

Πλέον γίνεται η φόρτωση των θέσεων των σχολείων, που προηγουμένως έχουν ψηφιοποιηθεί και να δημιουργηθούν γύρω από αυτά πολύγωνα εμβέλειας της επιλογής μας που

θα διαμορφώνουν την περιοχή εξυπηρέτησης καθενός από αυτά. Στις ιδιότητες της service area επιλέγεται η κατασκευή πολυγώνων 500 m γύρω από κάθε facility με βάση το οδικό δίκτυο. Τέλος, ενεργοποιείται το solve και επιλύεται το δίκτυο.



Σχήμα 20 Ιδιότητες network dataset



Χάρτης 8 Πολύγωνα 500 m σχολικών μονάδων Νέας Χαλκηδόνας

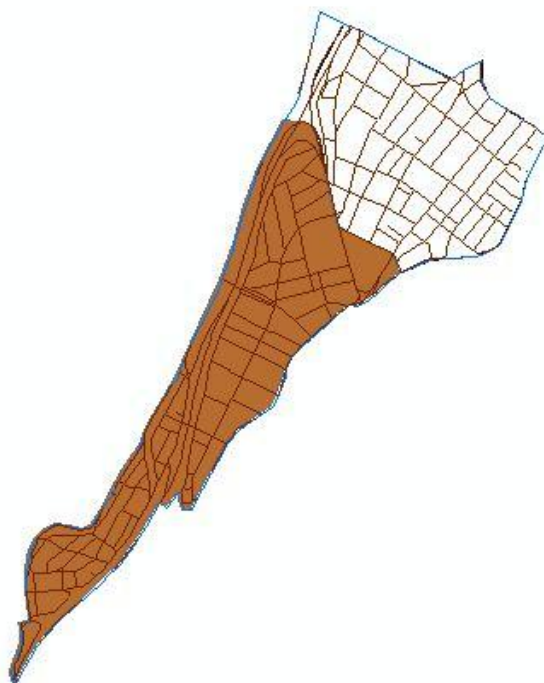
ObjectID	Shape	FacilityID	Name	FromBr	ToBreak	OBJE	Id	dieuthinsi	dunamiko	tmimata	proswpiko	thlephono	onoma_schol <sup>1</sup>	FacilityID <sup>1</sup>
7	Polygon	2	2 dimotiko NC : 0 - 500	0	500	10	1	agion anargyrown 2	231	11	24	0	2 dimotiko NC	2
8	Polygon	3	1 dimotiko NC : 0 - 500	0	500	9	0	grigoriou E 1	222	10	23	0	1 dimotiko NC	3
9	Polygon	1	1 gymnasio NC : 0 - 500	0	500	19	4	solomou-petala	227	10	31	0	1 gymnasio NC	1

Πίνακας 6 Attribute table πολυγώνων

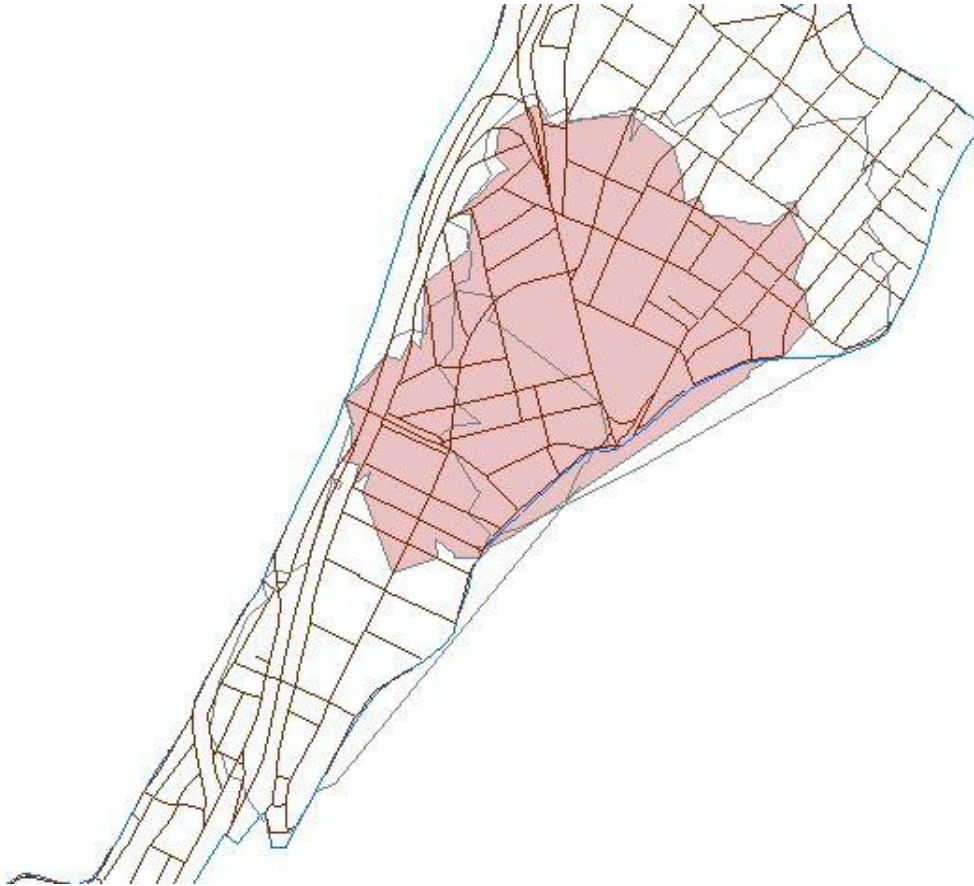
Η επιλογή των 500 m κρίθηκε επαρκής, έτσι ώστε το σύνολο των μαθητών να καλύπτει καθημερινά την απόσταση από και προς το σχολείο χωρίς την χρήση ιδιωτικών οχημάτων ή μέσων μαζικής μεταφοράς. Τα πολύγωνα που δημιουργήθηκαν αποτυπώνουν τις περιοχές με έντονο πρόβλημα, δηλαδή εκείνες,

όπου οι μαθητές υπερβαίνουν την απόσταση των 500 m για την μετάβασή τους στο σχολείο που υπάγονται και καταφεύγουν σε άσκοπες μετακινήσεις, καθώς μειώνεται ο ωφέλιμος χρόνος τους. Επίσης, θεωρώντας ότι οι μαθητές μετακινούνται στα σχολεία με τα πόδια, εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση του χρόνου καθυστέρησης καθώς και η αποφυγή αστάθμητων παραγόντων κατά την μετακίνησή τους με οχήματα.

Αφού δημιουργήθηκαν τα πολύγωνα, θα έπρεπε να τα συγκριθούν με την υπάρχουσα κατάσταση, δηλαδή να διαπιστωθεί η τομή των πολυγώνων 500 m του κάθε σχολείου με την αντίστοιχη εκπαιδευτική περιφέρειά του. Εδώ πρέπει να τονιστεί, ότι δεν επιδιώκεται η τροποποίηση των εκπαιδευτικών περιφερειών, αλλά ο έλεγχος της λειτουργικότητάς τους. Με το εργαλείο intersect προσδιορίζεται η τομή των πολυγώνων με τις εκπαιδευτικές περιφέρειες. Έτσι, εντοπίζεται το τμήμα κάθε περιφέρειας που είναι λειτουργικό με βάση τις παραμέτρους που έχουν τεθεί, καθώς και αυτό που αντιμετωπίζει προβλήματα. Σαν παράδειγμα παρατίθεται γραφικά σε τρία στάδια ( εκπαιδευτική περιφέρεια, πολύγωνο 500 m, περιοχή εξυπηρέτησης ) η κατάσταση του 2<sup>ου</sup> δημοτικού σχολείου.



Χάρτης 9 Εκπαιδευτική περιφέρεια 2<sup>ου</sup> δημοτικού Νέας Χαλκηδόνος



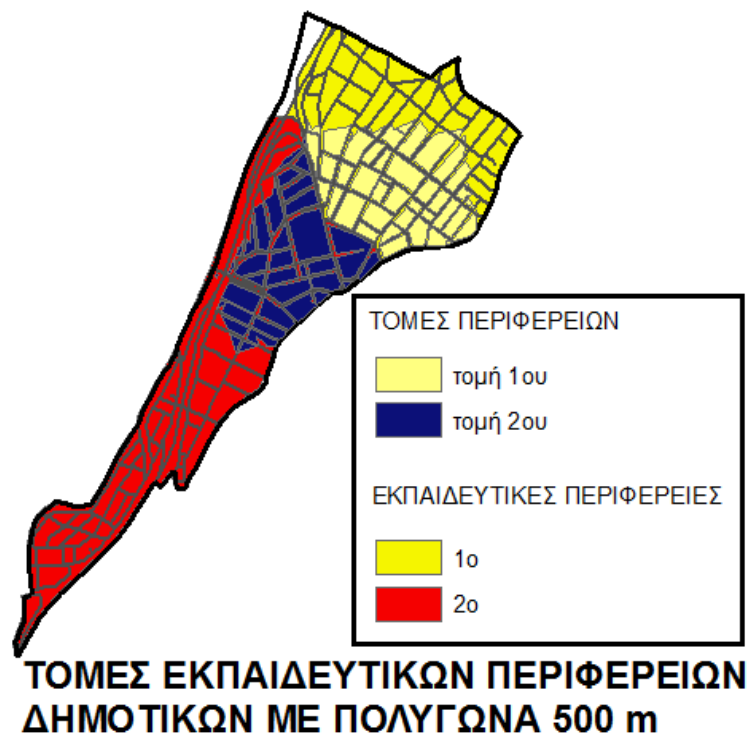
**Χάρτης 10** πολύγωνο 500 m 2<sup>ο</sup> δημοτικού Νέας Χαλκηδόνας



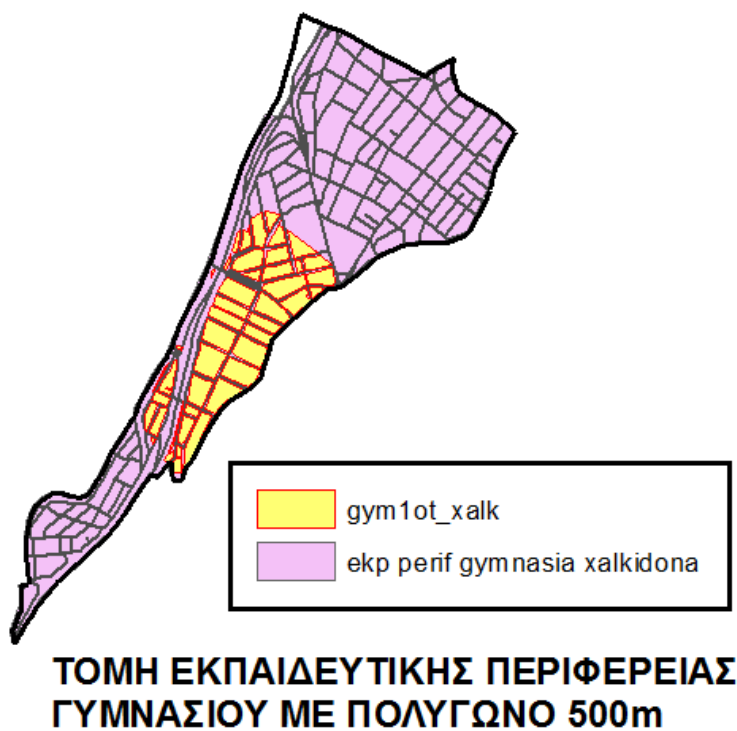


**Χάρτης 11 Περιοχή εξυπηρέτησης 2<sup>ου</sup> δημοτικού Νέας Χαλκηδόνας**

Αρχικά, θα πρέπει να εξαχθούν τα πολύγωνα σε μορφή shape file, έτσι ώστε να είναι επεξεργάσιμα με την επιλογή export data. Κάνοντας merge αυτά τα shapefiles για κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης, δημιουργείται το merge\_dim για τα πολύγωνα των δημοτικών και merge\_gym για τα γυμνάσια. Με το εργαλείο intersect μεταξύ των παραπάνω merge και των οικοδομικών τετραγώνων (το shapefile ot ) ουσιαστικά μεταφέρθηκε η πληροφορία του μαθητικού πληθυσμού στις τομές των εκπαιδευτικών περιφερειών με τα πολύγωνα, ξεχωριστά για κάθε σχολείο. Τέλος, έγινε ξανά merge τις τομές αυτές έτσι ώστε το αποτέλεσμα να συγκεντρώνεται σε ένα shapefile. Προέκυψαν τα συνολικά αρχεία merge\_dim\_ot, merge\_gym\_ot. Συνοψίζοντας, με δεδομένες τις θέσεις των σχολείων και τις υφιστάμενες εκπαιδευτικές περιφέρειες δημιουργήθηκαν περιοχές εξυπηρέτησης 500 m με ενσωματωμένη πληθυσμιακή πληροφορία, που δίνει την δυνατότητα υπολογισμού στατιστικών στοιχείων, ώστε να εξάγεται μια εικόνα σύγκρισης της υπάρχουσας με την ιδανική κατάσταση με βάση τους περιορισμούς που έχουν τεθεί. Η οπτικοποίηση των παραπάνω οντοτήτων επιτυγχάνεται με τις παρακάτω εικόνες.



Χάρτης 12 Τομές εκπαιδευτικών περιφερειών δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας με πολύγωνα 500 m

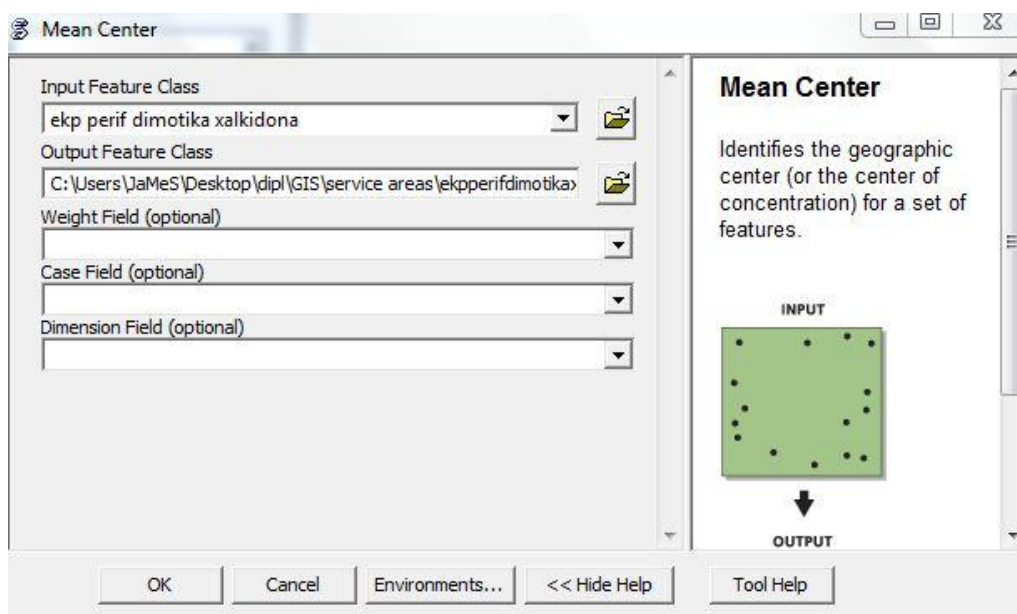


Χάρτης 13 Τομή εκπαιδευτικής περιφέρειας γυμνασίου Νέας Χαλκηδόνας με πολύγωνο 500 m

### 3.5.2 Χωρικοί μέσοι εκπαιδευτικών περιφερειών

Ακολούθως, μετά την ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης, προσδιορίστηκαν τα κέντρα ευθύνης κάθε περιφέρειας με σκοπό τον υπολογισμό της σχέσης εκπαιδευτικής περιφέρειας και θέσης κάθε σχολείου.

Τα κέντρα των περιφερειών υπολογίζονται από το toolbox/spatial statistics tools/measuring geographic distributions/mean center. Στην επιλογή input feature class εισάγεται 'ekp perif dimotika xalkidona' για τα δημοτικά και 'ekp perif gymnasia xalkidona' για τα γυμνάσια της Νέας Χαλκηδόνas. Έτσι, δημιουργήθηκαν δύο shapefiles με τα κέντρα κάθε εκπαιδευτικής περιφέρειας δημοτικών και γυμνασίων.



**Σχήμα 21** Παράδειγμα δημιουργίας χωρικού μέσου στις εκπαιδευτικές περιφέρειες δημοτικών Νέας Χαλκηδόνas

Στους attribute tables των shapefiles που προαναφέρθηκαν, στο field "NEAR\_DIST", φαίνεται η απόσταση του κάθε σχολείου από τον αντίστοιχο χωρικό μέσο της περιφέρειάς του. Οι πίνακες με τις αποστάσεις επιβεβαιώνουν αυτό που φαινόταν και πιο πάνω με τις γραφικές απεικονίσεις των κέντρων των εκπαιδευτικών περιφερειών, ως προς τις θέσεις των σχολείων. Μερικές αποστάσεις μεταξύ των χωρικών μέσων και των σχολείων είναι υπερβολικές.

Attributes of mergekentradi								
FID	Shape	Id	XCoord	YCoord	NEAR_FID	NEAR_DIST	sxoleia	
0	Point	0	476448	4208920	9	321.311754	1odimNC	
1	Point	0	475828	4208250	10	499.290063	2odimNC	

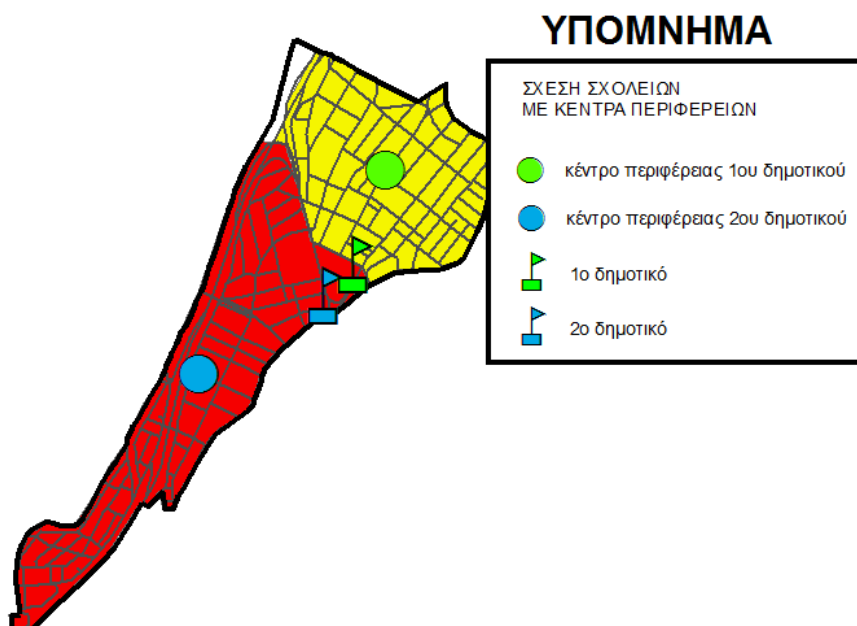
  

Attributes of kentro1gym								
FID	Shape *	Id	XCoord	YCoord	NEAR_FID	NEAR_DIST	sxoleia	
0	Point	0	476094	4208540	19	365.571789	1ogymNC	

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out)

Πίνακας 7 Αποστάσεις χωρικών μέσων από σχολεία

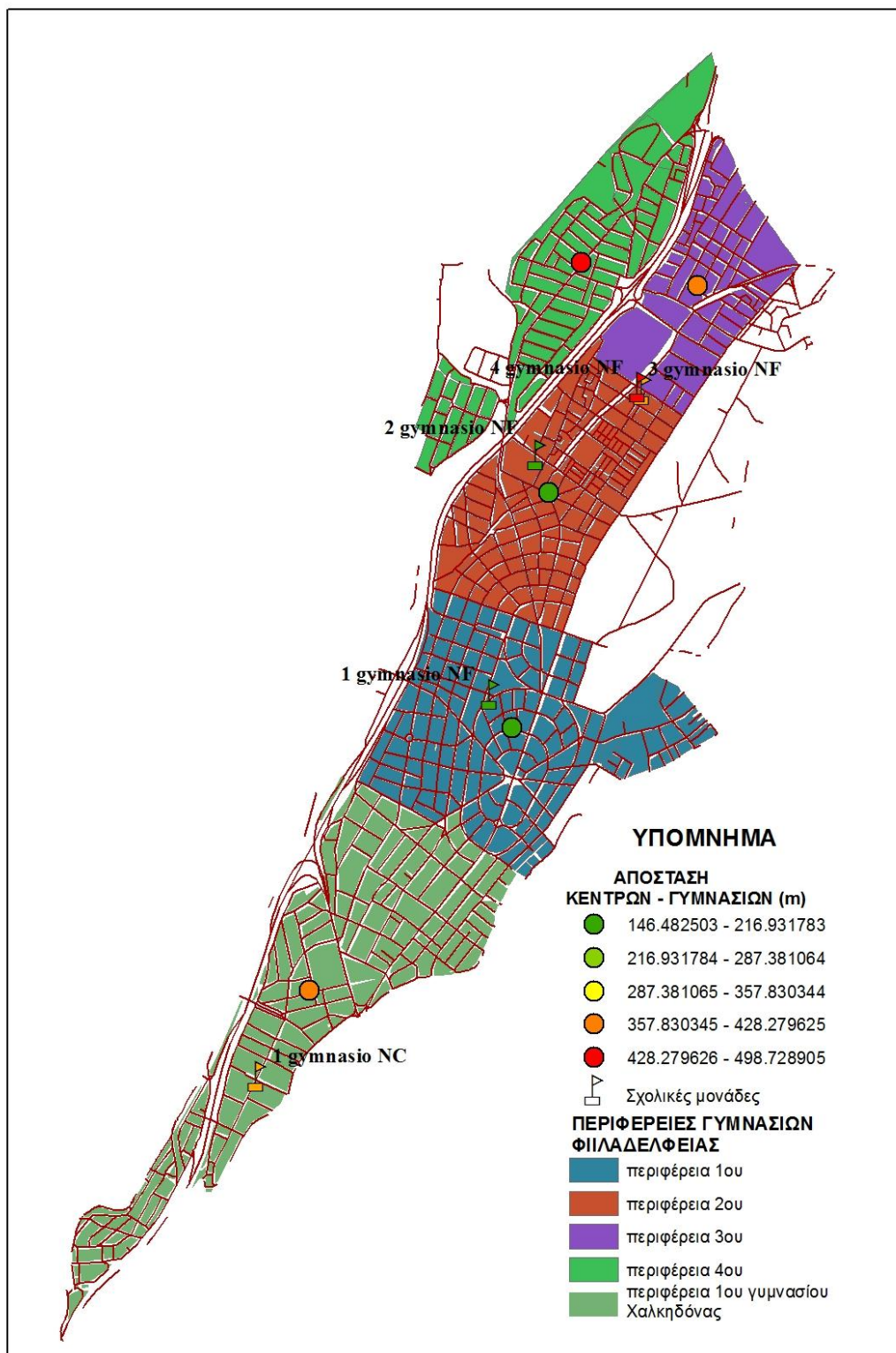
Ακόμη, παρακάτω φαίνονται με διαφορετική απόχρωση τα κέντρα των εκπαιδευτικών περιφερειών των δημοτικών της Νέας Χαλκηδόνας.



Χάρτης 14 Σχέση σχολείων με κέντρα περιφερειών δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας

Πιο συγκεντρωτικά, φαίνονται οι σχέσεις των χωρικών μέσων με τα σχολεία καθώς και οι εκπαιδευτικές περιφέρειες της Νέας Χαλκηδόνας αλλά και της Νέας Φιλαδέλφειας για κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης ξεχωριστά, σε κοινούς χάρτες:

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ

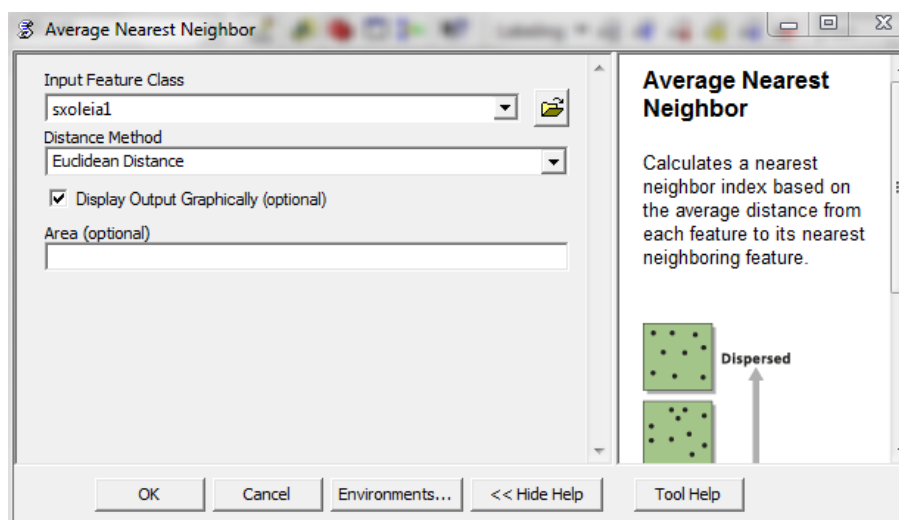


Χάρτης 15 Σχέση σχολείων με κέντρα περιφερειών γυμνασίων

### 3.5.3 Μέθοδος του Εγγύτερου γείτονα

Επόμενο βήμα ήταν η ανάλυση του χωρικού προτύπου του συνόλου των σχολείων.

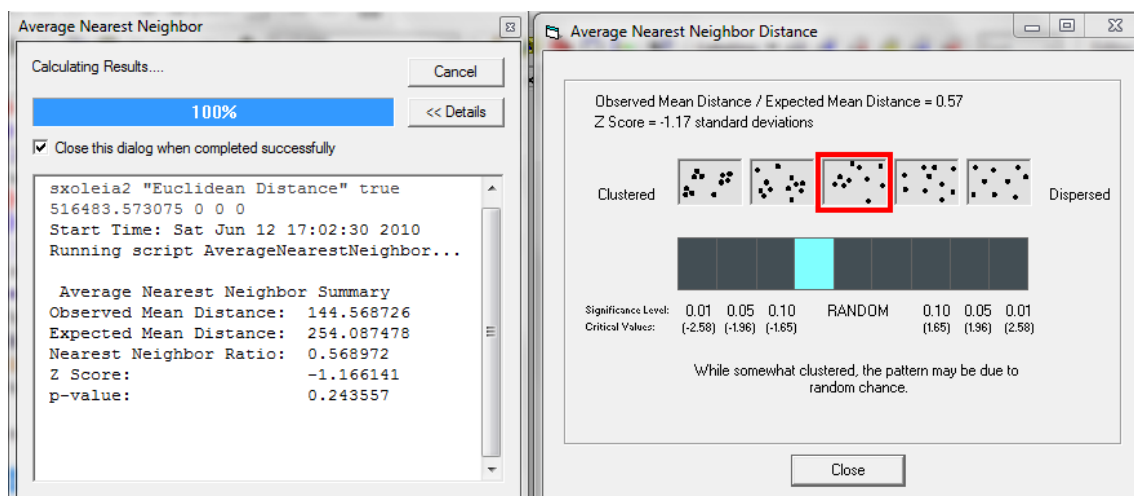
Ο δείκτης που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο average nearest neighbor distance. Το Average Nearest Neighbor Distance tool μετρά την απόσταση μεταξύ του κέντρου κάθε οντότητας και του κοντινότερου γειτονικού κέντρου και ακολούθως μετρά τους μέσους όρους αυτών των αποστάσεων. Αν ο μέσος όρος των αποστάσεων είναι μικρότερος από τον μέσο όρο μιας υποθετικής τυχαίας κατανομής, τότε η κατανομή των οντοτήτων θεωρείται ομαδοποιημένη (clustered). Αν η μέση απόσταση είναι μεγαλύτερη από την υποθετική τυχαία κατανομή, τότε οι οντότητες θεωρούνται διασπαρμένες (dispersed).



Σχήμα 22 εφαρμογή μεθόδου εγγύτερου γείτονα

Για τον υπολογισμό του average nearest neighbor, υπολογίζεται πρώτα το εμβαδόν της περιοχής μελέτης ώστε να σχηματιστεί το ορθογώνιο με το συγκεκριμένο εμβαδόν και σε αυτό να γίνει ο υπολογισμός του δείκτη.

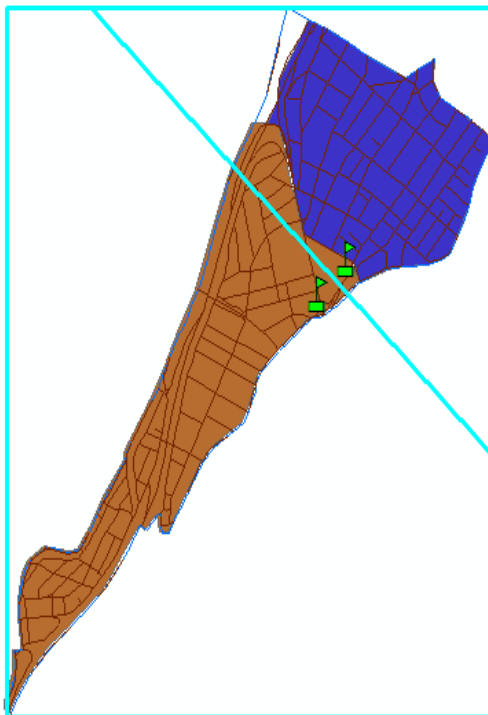
Στην προκειμένη περίπτωση ο δείκτης του εγγύτερου γείτονα υπολογίστηκε μόνο για τα δημοτικά, γιατί ο δήμος διαθέτει μονάχα ένα γυμνάσιο και κανένα λύκειο. Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, τα δημοτικά είναι μερικώς ομαδοποιημένα με  $\text{Observed Mean Distance/Expected Mean Distance} = 0.57$ .



Σχήμα 23 Εγγύτερος γείτονας δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας

### 3.5.4 Εγγύτερα πολύγωνα

Ακολούθησε η δημιουργία των εγγύτερων πολυγώνων (thiessen polygons). Με επιλογή ως κέντρο τη θέση των δημοτικών δημιουργήθηκαν τα εγγύτερα πολύγωνα περιοχής ευθύνης κάθε ενός από αυτά, με την εντολή του toolbox, proximity/create thiessen polygons. Παρακάτω φαίνονται κατά σειρά τα εγγύτερα πολύγωνα των δημοτικών της περιοχής μελέτης, σε σύγκριση με τις εκπαιδευτικές τους περιφέρειες.



Χάρτης 16 Εγγύτερα πολύγωνα δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας

### 3.5.5 Ανάλυση μαθητικού πληθυσμού

Τελευταίο στάδιο της ανάλυσης, είναι η συγκέντρωση όλων των πληθυσμιακών δεδομένων σε ένα φύλλο εργασίας excel, με σκοπό την σύγκρισή τους για την εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά στην κατάσταση και τον βαθμό εξυπηρέτησης των σχολικών μονάδων του δήμου Νέας Χαλκηδόνας.

Συγκεκριμένα, με την επιλογή export data, οι attribute tables των shapefiles merge\_dim\_ot, merge\_gym\_ot μετατράπηκαν σε πίνακες με μορφή dbf και έγινε επεξεργασία αυτών με το πρόγραμμα excel, ώστε να συγκεντρωθεί το σύνολο των μαθητών που εξυπηρετεί κάθε περιφέρεια με βάση την παράμετρο των 500 m που είχε τεθεί.

Επίσης, από τα dimperifereies\_ot\_Statistics.dbf, gymperifereies\_ot\_Statistics.dbf, που είχαν δημιουργηθεί, με το εργαλείο summary statistics παρατέθηκε το σύνολο των μαθητών κάθε περιφέρειας, όπως φαίνεται και στον πίνακα 5 του κεφαλαίου 3.

Άρα, με απλές συναρτήσεις του excel υπολογίστηκε ο μαθητικός πληθυσμός εκτός εμβέλειας 500 m και το ποσοστό εξυπηρέτησης κάθε περιφέρειας. Τέλος, τοποθετήθηκαν στον πίνακα τα δυναμικά κάθε σχολικής μονάδας για να γίνει η σύγκρισή τους με τον μαθητικό πληθυσμό των αντίστοιχων εκπαιδευτικών περιφερειών. Παρακάτω, φαίνεται ο πίνακας σύγκρισης του πληθυσμού κάθε



ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ

εκπαιδευτικής περιφέρειας με τον πληθυσμό της αντίστοιχης περιοχής εξυπηρέτησης που δημιουργήθηκε με βάση τα πολύγωνα των 500 m.

	ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ	ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΔΗΜΟΥ ΑΝΑ ΒΑΘΜΙΔΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΔΗΜΟΥ	ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΕΚΤΟΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ
1ο δημοτικό Ν.Χ	222	420	280	652	1030	140
2ο δημοτικό Ν.Χ	231	232	130	652	1030	102
1ο γυμνάσιο Ν.Χ	227	378	106	378	1030	272
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			516			514

Πίνακας 8 Πίνακας σύγκρισης πληθυσμών

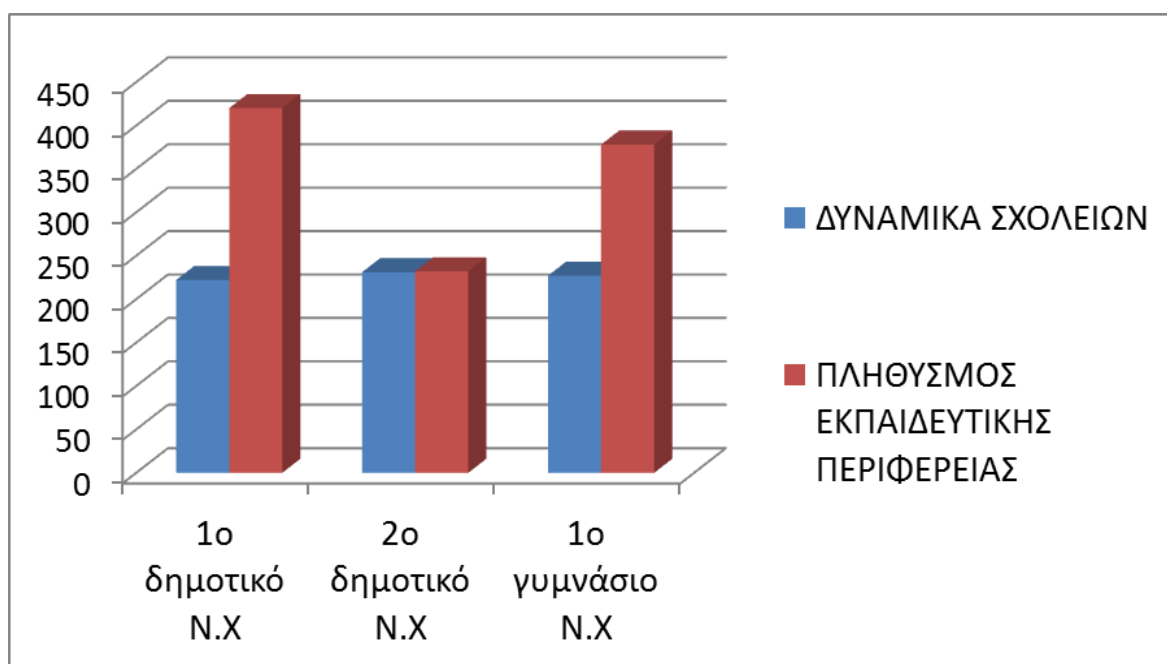
Στον επόμενο πίνακα παρατίθεται ο πληθυσμός εξυπηρέτησης της υπάρχουσας κατάστασης και ο πληθυσμός εξυπηρέτησης της ζώνης των 500 m και τα αντίστοιχα ποσοστά τους με βάση τα δυναμικά των σχολείων. Επίσης, έχουν δημιουργηθεί ανάλογα γραφήματα για την εξυπηρέτηση της υπάρχουσας κατάστασης και την σύγκριση δυναμικών με πληθυσμό εκπαιδευτικής περιφέρειας.

	ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΧΟΛΕΙΩΝ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ 500 m	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
1ο δημοτικό Ν.Χ	222	420	280	53%	-198	79%	-58
2ο δημοτικό Ν.Χ	231	232	130	100%	-1	178%	101
1ο γυμνάσιο Ν.Χ	227	378	106	60%	-151	214%	121
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	680	1030	516				

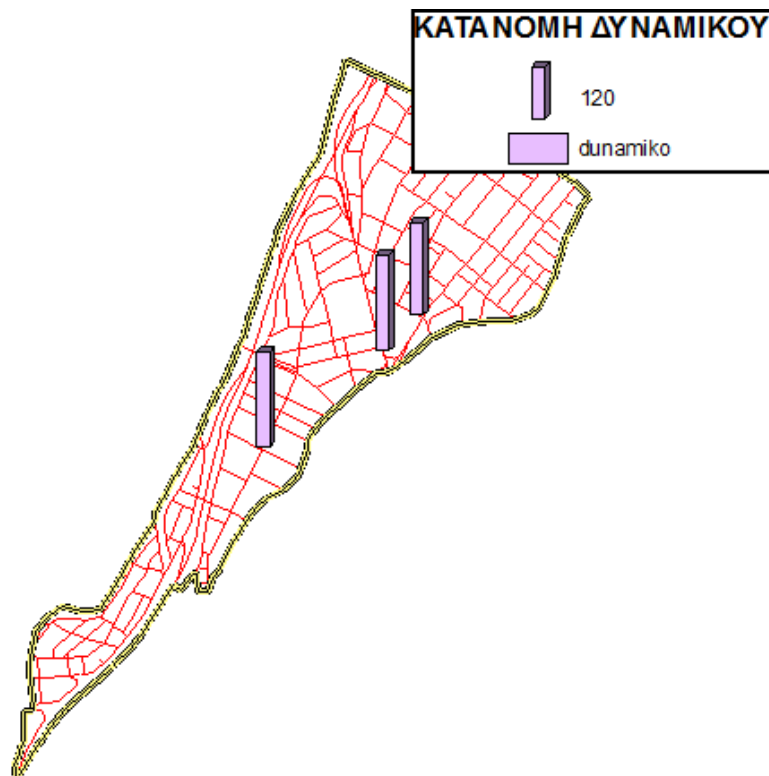
Πίνακας 9 Πίνακας ποσοστών εξυπηρέτησης



Σχήμα 24 Γράφημα ποσοστού εξυπηρέτησης υπάρχουσας κατάστασης



Σχήμα 25 Συγκριτικό γράφημα δυναμικών σχολείων με πληθυσμούς αντίστοιχων εκπαιδευτικών περιφερειών



**Χάρτης 17 Κατανομή δυναμικών σχολικών μονάδων**

Μετά το πέρας της ανάλυσης της υπάρχουσας κατάστασης υπάρχουν αρκετά στοιχεία ώστε να μπορεί να γίνει μια επαρκής αξιολόγησή της, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω κεφάλαιο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης που διεξήχθη από τρεις διαφορετικές οπτικές γωνίες, την ανάλυση δικτύων, τα μοντέλα χωρικών κατανομών και τα αριθμητικά δεδομένα του μαθητικού πληθυσμού. Στην πρώτη και πιο βασική προσέγγιση αναφέρονται τα συμπεράσματα της ανάλυσης του δικτύου των δύο δήμων με βάση τις παραμέτρους που τέθηκαν. Στην δεύτερη μέσω των θεωρητικών μοντέλων χωρικής κατανομής (εγγύτερα πολύγωνα, χωρικός μέσος και εγγύτερος γείτονας) απεικονίζεται και περιγράφεται η ιδανική κατάσταση συγκρίνοντάς την με την υπάρχουσα. Τέλος, στην τρίτη παρατίθενται όλα τα στατιστικά στοιχεία του μαθητικού πληθυσμού της περιοχής μελέτης, ώστε να γίνει η αξιολόγηση της λειτουργικότητας των σχολικών μονάδων. Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί, ότι ο στόχος της ανάλυσής είναι ο εντοπισμός των ενδεχόμενων δυσλειτουργιών του εκπαιδευτικού δικτύου και όχι η κατάργηση ή συγχώνευση σχολικών συγκροτημάτων και ο αναπροσδιορισμός των ορίων των περιφερειών ευθύνης τους.

### 4.1 Συμπεράσματα ανάλυσης δικτύου

Με δεδομένα τα αποτελέσματα της ανάλυσης του δικτύου των δύο δήμων, δηλαδή τις τομές των υφιστάμενων εκπαιδευτικών περιφερειών με τα πολύγωνα των 500 m, είναι δυνατή η εξαγωγή του βαθμού εξυπηρέτησης κάθε σχολικής μονάδας ξεχωριστά με βασικό κριτήριο την απόσταση από αυτές. Επίσης, για την άμεση εξαγωγή συμπερασμάτων δημιουργήθηκε ένας πίνακας, ο οποίος, με δεδομένα το συνολικό εμβαδό της εκπαιδευτικής περιφέρειας κάθε σχολείου και το αντίστοιχο εμβαδό της περιοχής εξυπηρέτησης 500 m, υπολογίζει ποσοστά εξυπηρέτησης.

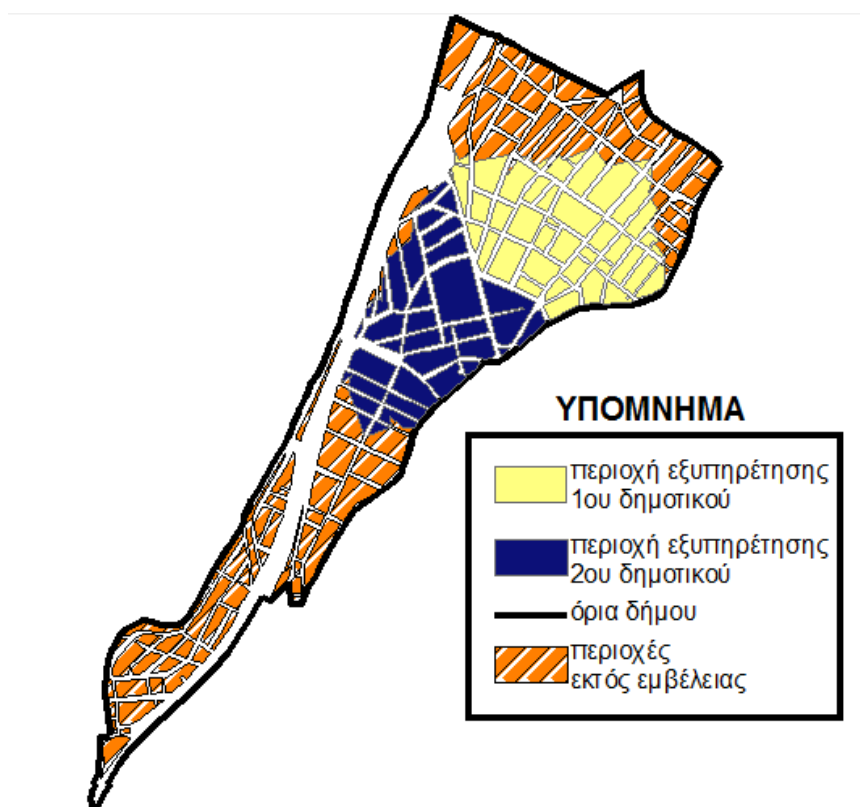
	ΕΜΒΑΔΟ		
	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ	ΕΜΒΑΔΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ 500 m	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΑΘΜΟΥ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ
1ο δημοτικό Ν.Χ	370551.9126	178863.5677	48%
2ο δημοτικό Ν.Χ	481936.2289	153653.4133	32%
1ο γυμνάσιο Ν.Χ	852438.6229	227901.4569	27%

Πίνακας 10 Πίνακας ποσοστών εξυπηρέτησης εκπαιδευτικών περιφερειών

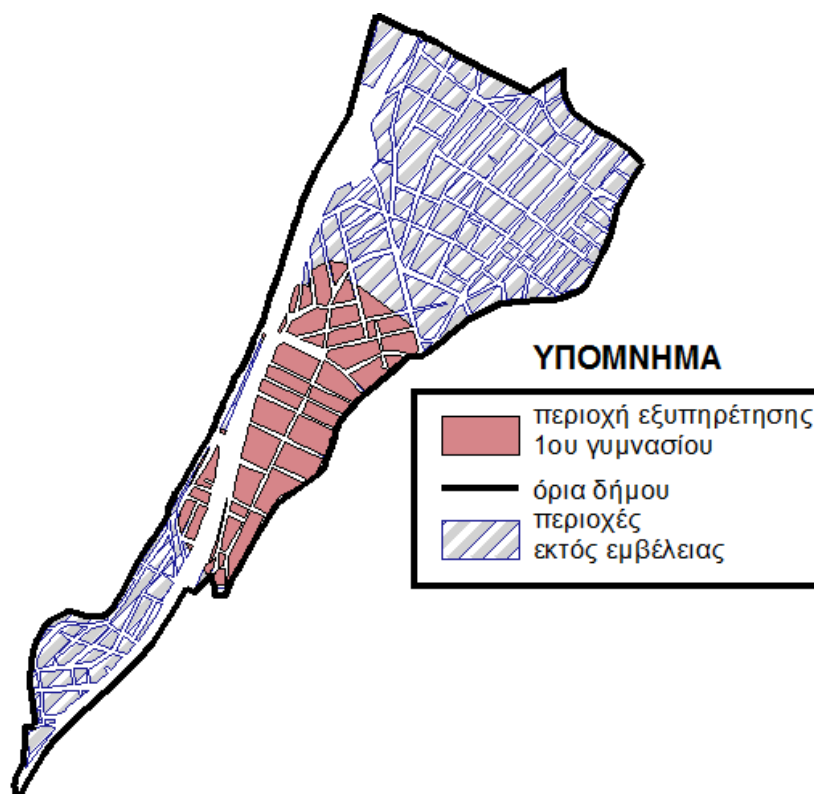
Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση υπάρχουν δύο δημοτικά στην Νέα Χαλκηδόνα. Όπως παρατηρείται από τον πίνακα 11, τα ποσοστά εξυπηρέτησης των δημοτικών της Ν. Χαλκηδόνας υπάρχει μικρός βαθμός εξυπηρέτησης, γεγονός που οφείλεται κυρίως στην ύπαρξη δύο μόνο δημοτικών για ολόκληρο τον δήμο. Πιο αναλυτικά στη Ν.Χαλκηδόνα, τα ποσοστά είναι πολύ χαμηλά, της **τάξης των 48% για το 1<sup>ο</sup> και μόλις 32% για το 2<sup>ο</sup> δημοτικό.**

Η Νέα Χαλκηδόνα, όπως προαναφέρθηκε, στεγάζει μόνο ένα γυμνάσιο το οποίο έχει ποσοστό εξυπηρέτησης μόλις 27%, κάτι που είναι απόλυτα φυσιολογικό, αφού είναι το μοναδικό στο δήμο.

Εκτός από την αριθμητική απεικόνιση του επιπέδου εξυπηρέτησης των σχολικών μονάδων κάθε δήμου, παρακάτω παρουσιάζονται οπτικά οι περιοχές εκτός εμβέλειας 500 m, δηλαδή τα οικοδομικά τετράγωνα που δεν εξυπηρετούνται.



Χάρτης 18 Επίπεδο εξυπηρέτησης δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας



Χάρτης 19 Επίπεδο εξυπηρέτησης γυμνασίου Νέας Χαλκηδόνας

#### 4.2 Συμπεράσματα μοντέλων χωρικών κατανομών

Τα μοντέλα χωρικών κατανομών που χρησιμοποιήθηκαν, τα οποία έχουν αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο είναι ο χωρικός μέσος (mean center), ο εγγύτερος γείτονας (nearest neighbor) και τα εγγύτερα πολύγωνα (thiessen polygons). Τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτών των μοντέλων αποτέλεσαν κριτήρια αξιολόγησης της υπάρχουσας θέσης των σχολικών μονάδων και των αντίστοιχων περιφερειών ευθύνης τους. Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των μοντέλων αυτών με αυτά της ανάλυσης δικτύων, μπορεί να εξαχθεί μια πιο σφαιρική εικόνα για την κατάσταση της περιοχής μελέτης.

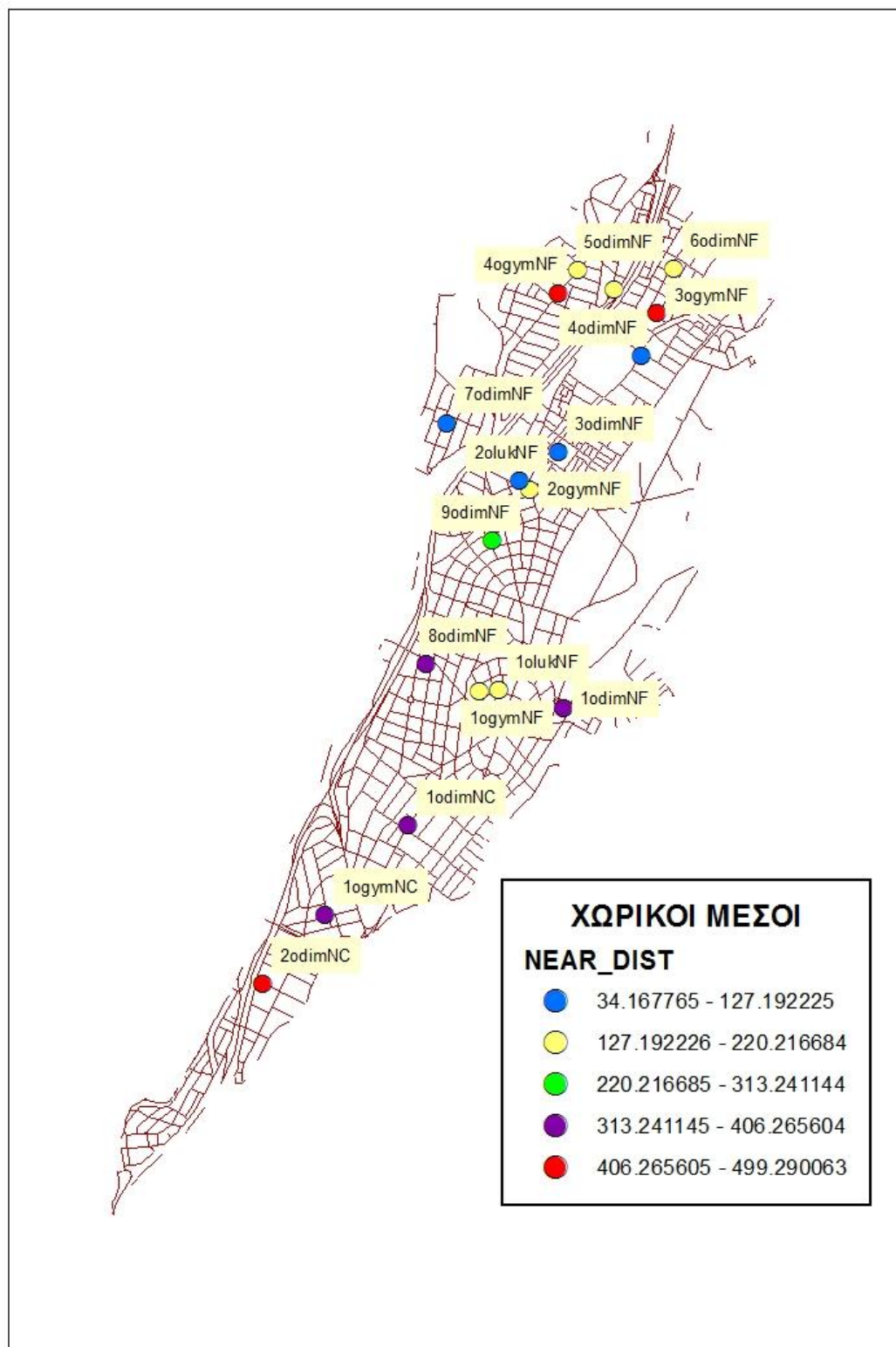
Εφαρμόζοντας το θεωρητικό μοντέλο του χωρικού μέσου, κατηγοριοποιήθηκαν τα σχολεία με βάση την απόστασή τους από τον χωρικό μέσο της κάθε εκπαιδευτικής περιφέρειάς τους. Παρατηρήθηκε, ότι οι αποστάσεις των χωρικών μέσων από τα σχολεία του δήμου είναι σχετικά μεγάλες. Το 1<sup>ο</sup> δημοτικό και το 1<sup>ο</sup> γυμνάσιο έχουν αποστάσεις από τον χωρικό τους μέσο 320 m και 365 m αντίστοιχα ενώ στην πιο δυσμενή θέση είναι το 2<sup>ο</sup> δημοτικό με απόσταση που αγγίζει το μισό χιλιόμετρο. Πρέπει να αναφέρουμε ότι δεν θα ήταν δυνατό τα σχολεία να ταυτιστούν με τα κέντρα

των περιφερειών τους λόγω συγκεκριμένων προδιαγραφών που απαιτεί ο τόπος ίδρυσής τους ( συντελεστής δόμησης, γειτονικές χρήσης γης, διαθέσιμος χώρος εγκατάστασης ), για αυτό το λόγο με βάση την παραδοχή αποδεκτής απόστασης από τον χωρικό μέσο έως 220 m παρατηρείτε πρόβλημα και στις τρεις σχολικές μονάδες αλλά κυρίως στο 2<sup>ο</sup> δημοτικό. Άλλωστε, η ταύτιση των χωρικών μέσων με τα σχολεία δεν σημαίνει απαραίτητα και την βέλτιστη χωροθέτηση των σχολικών μονάδων, αφού πρέπει να λάβουμε υπόψη και άλλους παράγοντες όπως την πυκνότητα – κατανομή χρήσεων γης και πληθυσμού ευθύνης.

NEAR_DIST	sxoleia
365.571789	1ogymNC
321.311754	1odimNC
499.290063	2odimNC

Πίνακας 11 Αποστάσεις χωρικών μέσων από σχολεία

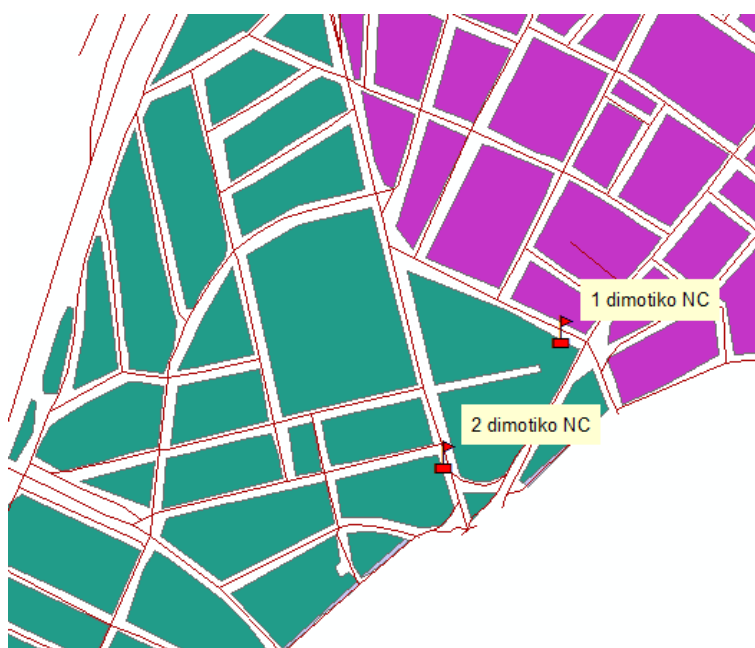
Ακολουθεί κοινός χάρτης με κατηγοριοποιημένους τους χωρικούς μέσους της περιοχής μελέτης καθώς και της Νέας Φιλαδέλφειας, σε πέντε κλάσεις, με βάση την απόστασή τους από τις αντίστοιχες σχολικές μονάδες.



Χάρτης 20 Κατηγοριοποίηση χωρικών μέσων



Ακολούθησε η ανάλυση των χωρικών προτύπων των σχολείων με βάση το εργαλείο *average distance neighbor tool*, με το οποίο έγινε ο χαρακτηρισμός του βαθμού ομαδοποίησης των σχολικών εγκαταστάσεων για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Τα δημοτικά της Νέας Χαλκηδόνas χαρακτηρίζονται μερικώς ομαδοποιημένα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι κάποια σχολεία βρίσκονται σε πολύ κοντινή απόσταση μεταξύ τους, επηρεάζοντας την ομοιομορφία του συνόλου των σχολείων στο χώρο. Τα εν λόγω δημοτικά σχολεία βρίσκονται, και τα δύο, σχεδόν πάνω στο κοινό σύνορο των εκπαιδευτικών περιφερειών τους κάτι που επιβεβαιώνει την ομαδοποίησή τους. Τα προβλήματα αυτά οπτικοποιούνται στις παρακάτω εικόνες.



**Χάρτης 21 Οπτικοποίηση προβλημάτων μετά την εφαρμογή της μεθόδου του εγγύτερου γείτονα**

Τέλος, με την εντολή *create thiessen polygons* του ArcToolbox δημιουργήθηκαν τα εγγύτερα πολύγωνα για κάθε σχολική μονάδα του δήμου. Ακολουθούν χάρτες ανά βαθμίδα εκπαίδευσης, όπου απεικονίζονται οι υπάρχουσες εκπαιδευτικές περιφέρειες σε σύγκριση με τα εγγύτερα πολύγωνα που αντιστοιχούν σε αυτές. Επίσης, δημιουργήθηκε πίνακας *excel*, όπου με δεδομένα εισόδου τα εμβαδά των περιφερειών και των εγγύτερων πολυγώνων, υπολογίζεται ο λόγος τους και η διαφορά τους. Τα πολύγωνα αυτά ουσιαστικά χωρίζουν την περιοχή μελέτης σε νέες εκπαιδευτικές περιφέρειες εξαρτώμενες αποκλειστικά από τις θέσεις των σχολείων. Πρέπει να σημειωθεί, ότι ο διαχωρισμός της περιοχής μελέτης με την μέθοδο των

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ

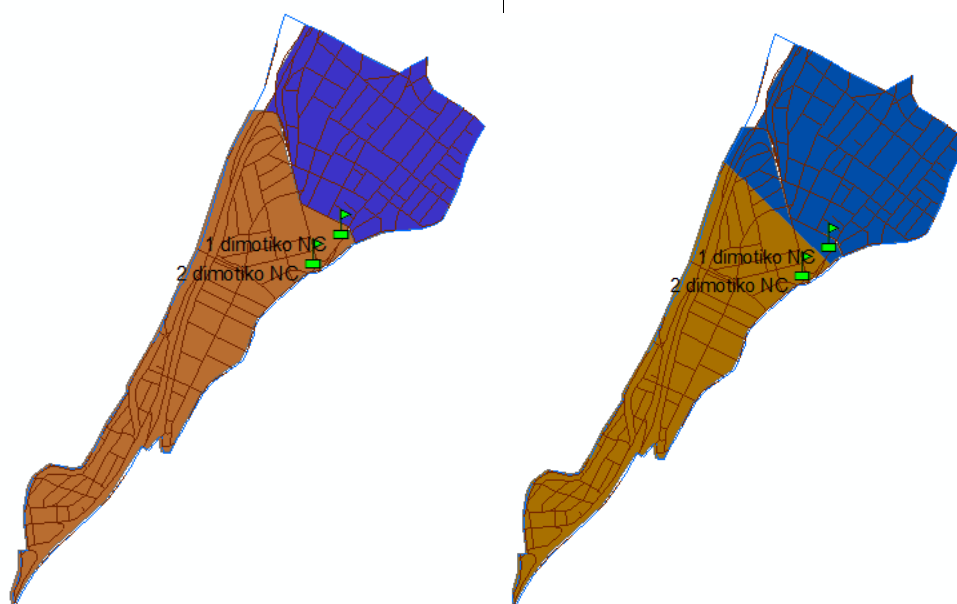
εγγύτερων πολυγώνων δεν μπορεί να θεωρηθεί ιδανική λύση-επιλογή, αλλά αποτελεί ακόμη ένα τρόπο αξιολόγησης της υπάρχουσας κατάστασης.

Συνδυάζοντας τα στοιχεία του πίνακα excel με αυτά των χαρτών γίνονται εμφανείς οι αλλαγές που επήλθαν.

	ΕΜΒΑΔΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ	ΕΜΒΑΔΟ ΕΓΓΥΤΕΡΩΝ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ	ΛΟΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ / ΕΓΓΥΤΕΡΟ ΠΟΛΥΓΩΝΟ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΜΕ ΕΓΓΥΤΕΡΟ ΠΟΛΥΓΩΝΟ
1ο δημοτικό Ν.Χ	370551	422608	0.876819653	-52057
2ο δημοτικό Ν.Χ	481936	429652	1.121689181	52284

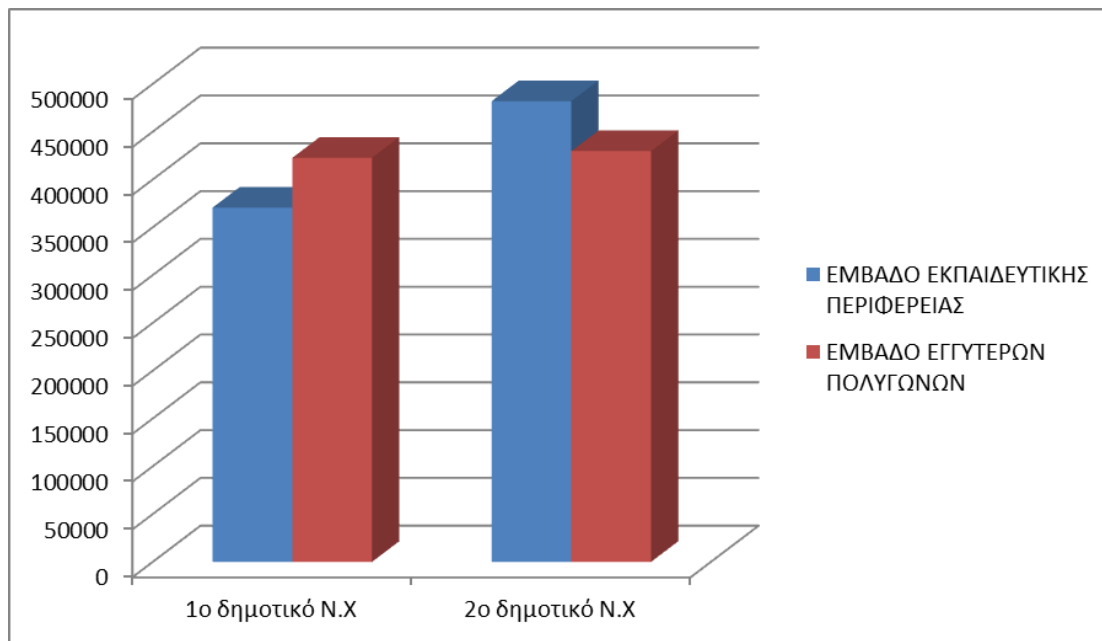
**Πίνακας 12 Πίνακας σύγκρισης εκπαιδευτικών περιφερειών με εγγύτερα πολύγωνα**

Πιο αναλυτικά, στα δημοτικά της Νέας Χαλκηδόνας έγιναν εγγύτερα πολύγωνα μόνο για τα δημοτικά, όπου και δεν παρουσιάστηκαν μεγάλες διαφοροποιήσεις σε σχέση με τις περιφέρειες, όπως φαίνεται και στους παρακάτω χάρτες.



**Χάρτης 22 Σύγκριση εκπαιδευτικών περιφερειών δημοτικών Νέας Χαλκηδόνας με αντίστοιχα εγγύτερα πολύγωνα**

Τέλος, παρατίθεται το συγκριτικό διάγραμμα εμβαδών εκπαιδευτικών περιφερειών με εγγύτερων πολυγώνων.



Σχήμα 26 συγκριτικό διάγραμμα εμβασών εκπαιδευτικών περιφερειών με εγγύτερων πολυγώνων

### 4.3 Συμπεράσματα ανάλυσης μαθητικού πληθυσμού

Σε αυτό το στάδιο, σκοπός είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων για την λειτουργικότητα της υπάρχουσας κατάστασης, με βάση τα δυναμικά των σχολείων και τον βαθμό εξυπηρέτησής τους. Παρακάτω, απομονώνεται κομμάτι του πίνακα 14 με τα ποσοστά εξυπηρέτησης της υπάρχουσας κατάστασης και τους αντίστοιχους πληθυσμούς. Στις στήλες των πληθυσμών οι αρνητικές τιμές συμβολίζουν τον αριθμό των μαθητών που δεν μπορεί να εξυπηρετήσει κάθε σχολείο με βάση το δυναμικό του, ενώ οι θετικές τιμές συμβολίζουν τον αριθμό των μαθητών που μπαίνει στην ζώνη ευθύνης του σχολείου από κάποια άλλη περιφέρεια, κάτι που δεν είναι δυνατόν με βάση τα στοιχεία που διατίθενται να είναι γνωστό.

	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
1ο δημοτικό Ν.Χ	53%	-198
2ο δημοτικό Ν.Χ	100%	-1
1ο γυμνάσιο Ν.Χ	60%	-151

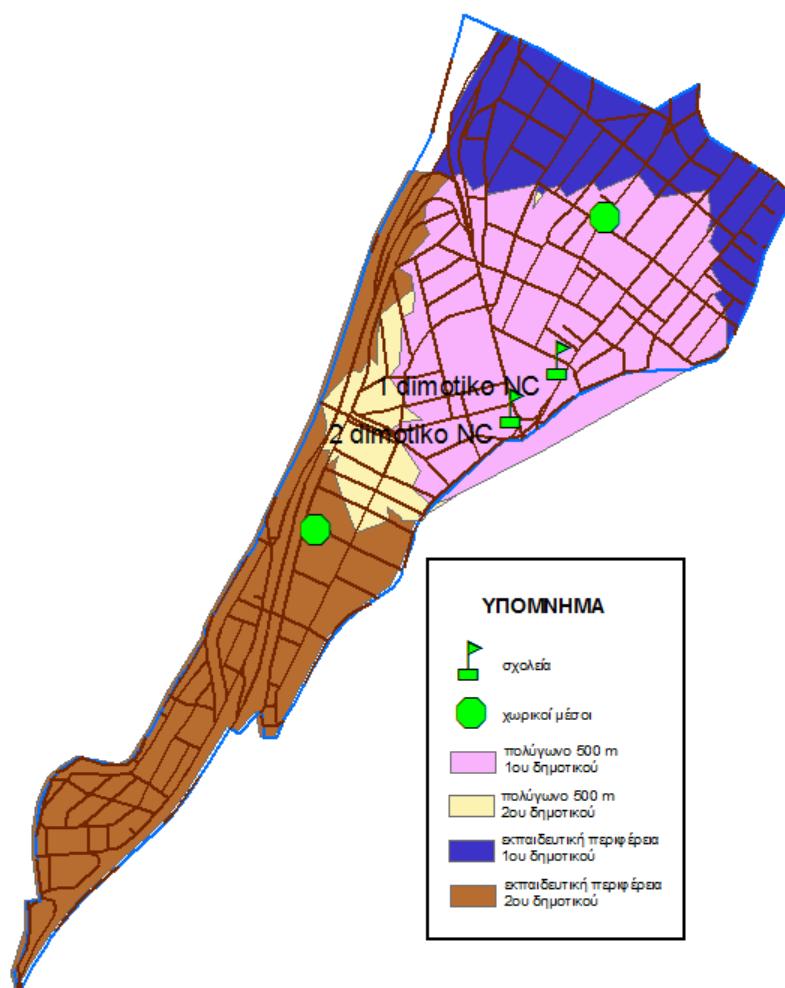
Πίνακας 13 Πίνακας πληθυσμών εξυπηρέτησης υπάρχουσας κατάστασης με τα αντίστοιχα ποσοστά

Στον δήμο της Νέας Χαλκηδόνος, το 2<sup>ο</sup> δημοτικό απορροφάει πλήρως το σύνολο των μαθητών της περιφέρειάς του, αντίθετα με το 1<sup>ο</sup> που αδυνατεί να εξυπηρετήσει 198 μαθητές. Παρόμοια κατάσταση αντιμετωπίζει το 1<sup>ο</sup> γυμνάσιο που καλύπτει μόνο το 60% του πληθυσμού της περιφέρειάς του. Επειδή δεν υπάρχει λύκειο στον δήμο, οι μαθητές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης πρέπει να καταφύγουν σε λύκεια γειτονικών δήμων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Αξιολόγηση

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων κάθε εργαλείου ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε, με σκοπό να εντοπιστούν οι σχολικές μονάδες που παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα προβλήματα, κυρίως λόγω θέσης και δευτερευόντως λόγω χωρητικότητας. Σχεδόν σε όλα τα σχολεία, ανεξαρτήτου βαθμίδας εκπαίδευσης, οι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα μετακίνησης. Έτσι, κάποιοι μαθητές θα πρέπει να διαθέτουν επιπλέον χρόνο για μετάβαση και επιστροφή στο σχολείο υποδοχής, με αποτέλεσμα, να μειωθεί επιπλέον ο σχεδόν ανύπαρκτος ωφέλιμος χρόνος τους.

Σοβαρά προβλήματα αντιμετωπίζουν τα δύο δημοτικά της Νέας Χαλκηδόνas. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, τα ποσοστά εξυπηρέτησης είναι 48% για το 1<sup>ο</sup> και 32% για το 2<sup>ο</sup>, ενώ το γεγονός ότι είναι και τα μοναδικά του δήμου, υπερτονίζει ακόμη περισσότερο το πρόβλημα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Μάλιστα, τα δύο σχολεία απέχουν τεράστιες αποστάσεις από τα κέντρα των περιφερειών τους, δηλαδή 321 μέτρα για το 1<sup>ο</sup> και σχεδόν 500 μέτρα για το δεύτερο. Παράλληλα, βρίσκονται στο σύνορο των περιφερειών τους, άρα και σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους, αναγκάζοντας τους μαθητές που βρίσκονται περιφερειακά του δήμου να διανύουν μεγάλες αποστάσεις. Όσον αφορά στη χωρητικότητά τους, στο 2<sup>ο</sup> δημοτικό, παρά την προβληματική θέση του, παρατηρείται πλήρης κάλυψη του μαθητικού πληθυσμού της περιφέρειας του, αντίθετα με το πρώτο που δεν εξυπηρετεί ένα σύνολο 198 μαθητών.



Χάρτης 23 Αξιολόγηση 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> δημοτικού Νέας Χαλκηδόνας

Όπως επιτάσσει το πρόγραμμα Καλλικράτης στις σχολικές μονάδες, με στόχο οι μαθητές να μπορούν απρόσκοπτα να συμμετέχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία αλλά και οι εκπαιδευτικοί να ασκήσουν επαρκώς τα καθήκοντά τους, τα σχολεία ελέγχονται με βάση την λειτουργικότητά τους έτσι ώστε να προκύψουν συγχωνεύσεις ή καταργήσεις, αλλά και να ανακατασκευαστούν ή να εκσυγχρονιστούν τα ήδη υπάρχοντα δημόσια σχολικά κτίρια προκειμένου να πληρούν τις προϋποθέσεις της σύγχρονης σχολικής εκπαίδευσης. Παρόλο που η παρούσα εργασία δεν είναι σε θέση να προτείνει νέες θέσεις, συγχωνεύσεις ή καταργήσεις σχολείων, είναι δυνατόν με τα κριτήρια που έχουν επιλεγεί να επισημανθούν οι σχολικές μονάδες του δήμου που θα είχαν προτεραιότητα σε μια εφαρμογή του προγράμματος αυτού.

Ερχόμαστε στο συμπέρασμα ότι είναι επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας τουλάχιστον ενός λυκείου στον δήμο Ν. Χαλκηδόνος αφού η απουσία τριτοβάθμιας εκπαίδευσης δημιουργεί μεγάλο πρόβλημα στις μετακινήσεις των μαθητών σε καθημερινή βάση. Τέλος το πρόβλημα χωρητικότητας των περισσότερων σχολείων διορθώνεται με αύξηση των δυναμικών των σχολείων, χωρίς να μπορεί να προσδιοριστεί το ακριβές ποσοστό αύξησης, αφού είναι αναγκαία η ύπαρξη δημογραφικών στοιχείων της εξέλιξης του πληθυσμού σε βάθος χρόνου.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ



## Επίλογος

Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε η ανάλυση χωροθέτησης σχολικών μονάδων του καλλικρατικού δήμου της Νέας Χαλκηδόνas στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των σπουδών μου. Η αφορμή για την πραγματοποίηση της ανάλυσης αυτής αποτέλεσε η εφαρμογή του προγράμματος Καλλικράτης στις σχολικές μονάδες των καλλικρατικών δήμων, που επιτάσσει την συγχώνευση ή την κατάργηση σχολείων σύμφωνα με διάφορα κριτήρια.

Απαραίτητο εργαλείο για τέτοιου είδους μελέτες είναι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών λόγω της δυνατότητάς τους να ενσωματώσουν, αποθηκεύουν, προσαρμόσουν, αναλύσουν και παρουσιάσουν γεωγραφικά συσχετισμένες πληροφορίες. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGis 9.3, το οποίο περιλαμβάνει πληθώρα εργαλείων και μεθόδων σε ένα φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον και μπορεί να παράγει ποιοτικά οπτικά αποτελέσματα.

Κλείνοντας, τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας μπορούν να αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο για την εύρυθμη λειτουργία του εκπαιδευτικού δικτύου της Νέας Χαλκηδόνas. Παράλληλα με ενημέρωση των δεδομένων με δημογραφικά στοιχεία μεταγενέστερων απογραφών, η μελέτη αυτή παραμένει εφαρμόσιμη. Επίσης η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε μπορεί να αποτελέσει βοήθημα σε παρόμοιες χωροθετήσεις εγκαταστάσεων όπως νοσοκομεία, αστυνομικά τμήματα, δημόσιες υπηρεσίες κ.τ.λ.

## Βιβλιογραφία

### Α

**Αργύρη Θ.**, «Θεωρία του Τόπου Εγκαταστάσεως», «Οικονομική του Χώρου», Τόμος Ι, Αδερφοί Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 1985.

**Ανδριανάκος Ν.**, Φώτης Γ., «Χωροθετικός σχεδιασμός δικτύων παροχής υπηρεσιών σε περιβάλλον GIS. Εφαρμογή στο Ν. Αρκαδίας», Πρακτικά από το 4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο συνέδριο της Hellas GI «Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση, ο ρόλος των ΓΣΠ», 2006.

### Κ

**Καπαγερίδης Ι.**, «Εισαγωγή στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών», Σημειώσεις μαθήματος, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Γεωτεχνολογίας και Περιβάλλοντος, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, 2006.

**Κουτσόπουλος Κ.**, «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2005.

**Κουτσόπουλος Κ.**, Ανδρουλακάκης Ν., «Εφαρμογές του Λογισμικού ArcGIS 9X Με Απλά Λόγια», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2005.

**Κουτσόπουλος Κ.**, «Ανάλυση Χώρου: Θεωρία, Μεθοδολογία και Τεχνικές», Τόμος 2, Εκδόσεις Διηλεκές, 2006.

### Λ, Π - Ρ, Σ,

**Δουκάκης Ι.**, «Το πρόβλημα χωροθέτησης των μονάδων πυρόσβεσης-διάσωσης. Θεωρία και μεθοδολογία της έρευνας.», Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, 2010.

**Παπαδοπούλου Μ.**, «Η ψηφιακή χαρτογραφική βάση: Διανυσματικά και Ψηφιδωτά μοντέλα», Διδακτικές Σημειώσεις στο μάθημα «Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών.

**Parmenter B.**, “Network Analysis Workflow – Service Areas”, Tufts University, PhD, 2007.

**Photis Y.N.**, Koutsopoulos K., "Supporting Locational Decision Making: regionalization of Service Delivery systems", *Studies in Regional & Urban Planning*, 1994.

**Σατρατζέμη Μ.**, «Επίλυση Προβλημάτων Χωροθέτησης Κέντρων Παροχής Υπηρεσιών», Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη, 1991.

## Φ

**Φυλάκης Π.**, «Προσέγγιση του προβλήματος χωροθέτησης και κατανομής επιχειρηματικών μονάδων.», Πρακτικά από το «Εθνικό Συνέδριο Διοίκησης και Οικονομίας», 2009.

**Φώτης Γ.**, «Δείκτες εξέλιξης μαθητικών πληθυσμών και χωροθέτηση εκπαιδευτικών μονάδων», Πρακτικά Συνεδρίου «Οι χωρικές διαστάσεις των δημογραφικών φαινομένων», 2000.

## Διαδίκτυο

**Δήμος Νέας Χαλκηδόνας,**

<http://www.neahalkidona.gr/>

**Διοικητική διαίρεση της Ελλάδος 2011,**

[http://el.wikipedia.org/wiki/Διοικητική\\_Διαίρεση\\_της\\_Ελλάδας\\_2011](http://el.wikipedia.org/wiki/Διοικητική_Διαίρεση_της_Ελλάδας_2011)

**Πρόγραμμα Καλλικράτης,**

[http://el.wikipedia.org/wiki/Πρόγραμμα\\_Καλλικράτης](http://el.wikipedia.org/wiki/Πρόγραμμα_Καλλικράτης)

**Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων,**

<http://www.opengov.gr/ypεpθ/?p=615>

**A methodological note on location-allocation models,**

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1651888/>

**ArcGis Desktop help,**

<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome>.

**ArcGis Resource Center,**

<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/004700000050000000>

**Average Nearest Neighbor (Spatial Statistics),**

[http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisengine/java/gp\\_toolref/spatial\\_statistics\\_tools/average\\_nearest\\_neighbor\\_spatial\\_statistics\\_.htm](http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisengine/java/gp_toolref/spatial_statistics_tools/average_nearest_neighbor_spatial_statistics_.htm)

**Build Thiessen Polygons Wizard,**

[http://www.ian-ko.com/ET\\_GeoWizards/UserGuide/thiessenPolygons.htm](http://www.ian-ko.com/ET_GeoWizards/UserGuide/thiessenPolygons.htm)

**Michael C Glen «A guide to network analysis»,**

<http://project.mvps.org/networkanalysis.htm>

**How Average Nearest Neighbor Distance (Spatial Statistics) works,**

[http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/NET/shared/geoprocessing/spatial\\_statistics\\_tools/how\\_average\\_nearest\\_neighbor\\_distance\\_spatial\\_statistics\\_works.htm](http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/NET/shared/geoprocessing/spatial_statistics_tools/how_average_nearest_neighbor_distance_spatial_statistics_works.htm)

**Network Analysis.**

[http://www.colasoft.com/resources/network\\_analysis.php](http://www.colasoft.com/resources/network_analysis.php)

**Network Analysis Tutorials,**

[http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072283645/student\\_view0/network\\_analysis\\_tutorials.html](http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072283645/student_view0/network_analysis_tutorials.html)

**Thiessen Polygons,**

<http://h2g2.com/dna/h2g2/A901937>

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ