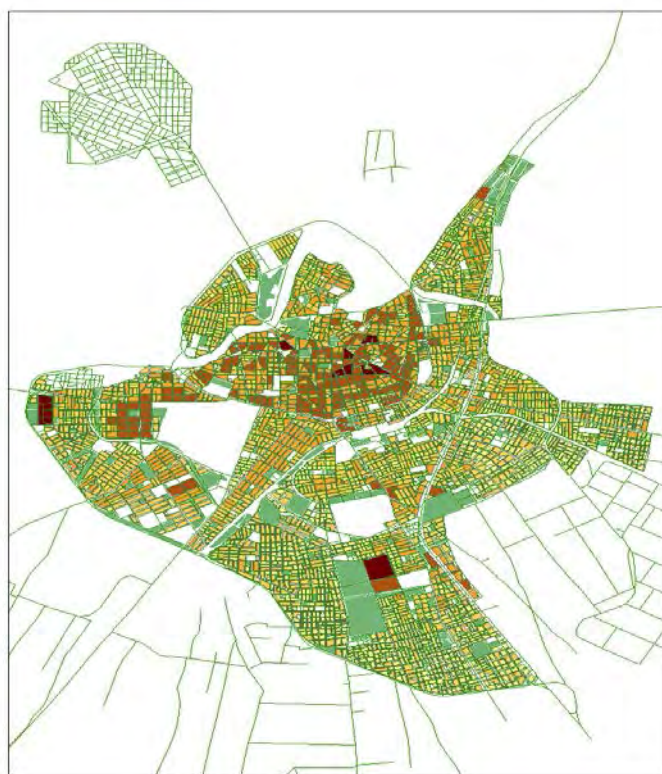




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΠΜΣ : «ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ :

**ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ. ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ**



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ : ΚΟΚΚΑΛΗΣ ΧΡ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΦΩΤΗΣ Ν. ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	2
ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ - ΕΙΚΟΝΩΝ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	9
1.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ ..	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ – ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΕΚΤΑΚΤΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	13
2.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	13
2.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	16
2.2.1 ΦΑΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ.....	16
2.2.2 ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	17
2.3 ΣΧΕΔΙΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ	23
2.3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ.....	23
2.3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ.....	28
3.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	28
3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ – ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	28
3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	31
3.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ	32
3.4.1 ΓΕΩΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ.....	32

3.4.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΗΝΑ (KERNEL DENSITY)	34
3.4.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ	34
3.4.4 ΤΟ NETWORK ANALYST ΤΟΥ ArcGIS	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΕΦΑΡΜΟΓΗ	39
4.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	39
4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	44
4.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	53
4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	78
5.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	78
5.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ	78
5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	79
5.4 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	79
5.5 ΕΠΙΛΟΓΟΣ	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81

ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ - ΕΙΚΟΝΩΝ

Πίνακας 3.1 : Υπολογισμός πληθυσμού αναλόγως της χρήσης του κτιρίου. Πηγή : Κτιριοδομικός κανονισμός, ιδία επεξεργασία.	30
Πίνακας 3.2 : Ποσοστό συμμετοχής ηλικιακών ομάδων στις διάφορες δραστηριότητες, σε πλήρη λειτουργία πόλης. Πηγή : Ιδία επεξεργασία.	31
Χάρτης 4.2. Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας Ελλάδος. Πηγή : Διαδικτυακός τόπος : http://digitalschool.minedu.gov.gr	41
Ορθοφωτοχάρτης 4.3 : Περιοχή Νέας Πολιτείας, Δ. Λαρισαίων. Απεικόνιση Ο.Τ. που δεν είχαν πληθυσμό κατά την απογραφή του 2001. Πηγή: Δεδομένα πληθυσμού : ΕΛΣΤΑΤ, Υπόβαθρα: Google Earth – Ιδία επεξεργασία.	42
Πίνακας 4.1 : Στοιχεία της υπό μελέτη περιοχής. Πηγή : Ιδία επεξεργασία	43
Πίνακας 4.4 : Τυπικές αποστάσεις σημειακών παραγόντων που συμμετέχουν στην ανάλυση. Πηγή : Ιδία επεξεργασία.	44
Πίνακας 4.2 : Συντελεστές συμμετοχής των τριών ηλικιακών ομάδων στο σενάριο της πλήρους λειτουργίας της πόλης. Πηγή : Ιδία επεξεργασία.	54
Εικόνα 4.1 : Διαδικασία ενοποίησης ομοειδών πολυγώνων(ίδια χαρακτηριστικά) σε κοινά πολύγωνα. Πηγή : ArcGIS 10.1/help.	54
Εικόνα 4.2 : Διαδικασία μετατροπής πολυγώνου σε σημείο. Πηγή: ArcGIS10.1/Help.	55
Εικόνα 4.3 : Διαδικασία μετατροπής σημείων σε πολύγωνο. Πηγή: ArcGIS10.1/Help.	55
Εικόνα 4.4 : Διαδικασία γεωκωδικοποίησης από πίνακα διευθύνσεων.. Πηγή: ArcGIS10.1/Help	57
Πίνακας 4.3 : Ποσοστό επί του συνολικού πληθυσμού, των τριών ηλικιακών ομάδων στο σενάριο της πλήρους λειτουργίας της πόλης. Πηγή : Ιδία επεξεργασία.	64
Εικόνα 4.5 : Διαδικασία location-allocation. Facilities & Demand Points. Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία.	67
Εικόνα 4.6 : Διαδικασία location-allocation. Demand to Facilities. Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία.	68
Εικόνα 4.7 : Διαδικασία location-allocation. Minimize Impendance. Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία.	69

Εικόνα 4.8 : Διαδικασία OD cost matrix. Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία.	71
Πίνακας 4.5 : Διανυόμενες αποστάσεις φορέων πολ. προστασίας. Πηγή : Ιδία επεξεργασία.	72
Εικόνα 4.9: Οδηγίες διαδρομής πρόσβασης αστυνομίας προς Κ.Χ.. Πηγή: ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία.	73
Πίνακας 4.6 : Κατανομή πληθυσμού, στο σενάριο της πλήρους λειτουργίας της πόλης για κάποιους χώρους ενδεικτικά. Πηγή : Ιδία επεξεργασία.	74
Γράφημα 4.1 : Υπερκαλυπτόμενοι και καλυπτόμενοι χώροι. Πηγή : Ιδία επεξεργασία.	74

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαχείριση εκτάκτων καταστάσεων περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ενεργειών, αλλά και εμπλεκόμενων φορέων της ευρύτερης διοίκησης, που είναι υπεύθυνοι για την αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων. Από την κεντρική κυβέρνηση με τη Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, του υπουργείου Προστασίας του Πολίτη, έως τα γραφεία πολιτικής προστασίας των Δήμων της χώρας. Είναι φανερό λοιπόν, πως η λήψη αποφάσεων σε έκτακτες συνθήκες, με την εμπλοκή πολλών φορέων, απαιτεί εκπαίδευση, ετοιμότητα, σωστή πληροφόρηση και κυρίως κατάλληλη προετοιμασία. Στην κατεύθυνση της ορθής αντιμετώπισης έρχονται να συμβάλουν τα συστήματα υποστήριξης της λήψης αποφάσεων. Τέτοια συστήματα είναι και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) ή GIS, όπως έχουν καθιερωθεί με τη διεθνή τους ονομασία. Στην παρούσα εργασία γίνεται χρήση του λογισμικού ArcGIS της εταιρείας ESRI για την περίπτωση αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης, που θα προκύψει μετά από την εμφάνιση σεισμικής διέγερσης στην πόλη της Λάρισας. Γίνεται κατανομή του πληθυσμού της πόλης στους ελεύθερους χώρους, με τη χρήση σεναρίων για εμφάνιση του φαινομένου σε διαφορετική ώρα της ημέρας. Εντοπίζονται οι βέλτιστες διαδρομές προς τους χώρους αυτούς, τόσο για τους κατοίκους που εκκενώνουν τα κτίρια, όσο και για τους φορείς πολιτικής προστασίας που πρέπει να τους προσεγγίσουν. Η ανάλυση των δεδομένων γίνεται με τη χρήση της επέκτασης Network Analyst του ArcGIS. Χρησιμοποιούνται οι μέθοδοι ανάλυσης δικτύου για την εύρεση βέλτιστων διαδρομών, αλλά και μέθοδοι χωροθέτησης – κατανομής για την κατανομή του πληθυσμού στους χώρους συγκέντρωσης.

Λέξεις κλειδιά : ΓΣΠ, Διαχείριση Εκτάκτων Καταστάσεων, Σεισμός, Ανάλυση Δικτύου, Χωροθέτηση Κατανομή, Προσβασιμότητα.

ABSTRACT

The emergency management encompasses a wide range of activities, but also the wider stakeholder management, which is responsible for dealing with such situations. It is obvious, therefore, that the decision in exceptional circumstances, with the involvement of many actors, requires education, preparedness, accurate information and mostly adequate preparation. For such cases good deal come with the help of support decision systems. Such systems are and Geographical Information Systems (GIS) The present work use the ArcGIS software for emergency event, which will occur after the appearance of an earthquake in the city of Larissa. It evacuates the population of the city in open spaces, using scenarios to show the phenomenon at different hours of the day. Identify best routes to these places for both residents evacuate buildings and for civil protection actors to be their closer. Data analysis was done using the Network Analyst extension of ArcGIS. There were used network analysis methods for finding the best routes and methods of location - allocation to the population distribution in the repositories.

Key Words: GIS, Emergency Management, Earthquake, Network Analysis, Location – Allocation, Accessibility.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο **«Τα ΓΣΠ στη Διαχείριση Εκτάκτων Καταστάσεων. Εφαρμογή στην πόλη της Λάρισας σε περίπτωση σεισμού.»**, εκπονείται στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών **«Χωρική Ανάλυση και Διαχείριση Περιβάλλοντος»** του τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης, της Πολυτεχνικής Σχολής, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Η εργασία εκπονήθηκε κατά το διάστημα του εαρινού εξαμήνου του ακαδημαϊκού έτους 2011-2012 και του χειμερινού εξαμήνου του ακαδημαϊκού έτους 2012-2013.

Αποτελεί μια θεωρητική προσέγγιση του τρόπου εκκένωσης των κτιρίων της πόλης της Λάρισας σε περίπτωση σεισμού, χρησιμοποιώντας στοιχεία που βασίζονται στο μέγιστο πληθυσμό που δύναται να στεγαστεί στην πόλη.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, μέσα από αυτές τις γραμμές, τον Καθηγητή κ. Φώτη Ν. Γεώργιο, επιστημονικώς υπεύθυνο για τη διπλωματική μου εργασία. Πρώτα για την ανάθεσή της, διότι αποτελούσε ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον για εμένα θέμα και από την πλευρά του πολιτικού μηχανικού. Επίσης, για την επίβλεψή της και την πολύτιμη επιστημονική καθοδήγηση που μου παρείχε.

Ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και προς τον Δρ. Αγρ. Τοπογράφο μηχαν. Μανέτο Παναγιώτη, για την πολύτιμη βοήθεια του, ιδίως σε ότι αφορά στη χρήση του λογισμικού ArcGIS και στην ανάλυση των δεδομένων. Επίσης, θα ήταν παράληψη εκ μέρους μου, να μην ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του Εργαστηρίου Χωρικής Ανάλυσης, GIS και Θεματικής Χαρτογραφίας, για τη συνδρομή τους στην εκπόνηση της παρούσας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά και τους φίλους μου, που ανέχθηκαν την απουσία μου, για τις υποχρεώσεις του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, που ολοκληρώνεται με αυτήν εδώ την εργασία.

Δημήτριος Χρ. Κόκκαλης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η δημιουργία μιας μεθοδολογίας, αντιμετώπισης εκτάκτων καταστάσεων, με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ). Πιο συγκεκριμένα επιχειρείται η δημιουργία ενός προτύπου εκκένωσης των οικοδομικών τετραγώνων τα οποία είναι δομημένα, προς χώρους συγκέντρωσης – καταφυγής. Σε πρώτη φάση θα αναπτυχθούν κάποιες γενικές έννοιες που αφορούν στα ΓΣΠ, ως προς τη δομή τους, τον τρόπο λειτουργίας τους, αλλά και σε κάποιες πιο εξειδικευμένες λειτουργίες, που μπορούν να πραγματοποιηθούν με αυτά. Τέτοιες είναι η ανάλυση δικτύου και οι μέθοδοι χωροθέτησης – κατανομής. Κρίνεται σκόπιμη αυτή η αναφορά, διότι η παρούσα εργασία βασίστηκε ως επί το πλείστον στην ανάλυση δικτύου και στη χωροθέτηση – κατανομή πληθυσμού.

Ως Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ), ορίζεται «ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάληψη ανά πάσα στιγμή, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου»(Burrough, 1983· Κουτσόπουλος, 2005) Ένα ΓΣΠ επιτρέπει τη διαχείριση και την απεικόνιση χωρικών δεδομένων, υποστηρίζει τη διαδικασία του σχεδιασμού παρέχοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργεί αναλύσεις των γεωγραφικών πληροφοριών για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό, σύμφωνα με το μοντέλο λήψης αποφάσεων που έχει ορίσει. Μας επιτρέπουν να δούμε, να κατανοήσουμε, να εξετάσουμε και στη συνέχεια να απεικονίσουμε πληροφορίες με πολλούς τρόπους οι οποίοι αποκαλύπτουν σχέσεις, μοτίβα και τάσεις με τη μορφή χαρτών, αναφορών και πινάκων. Επίσης μας βοηθούν να απαντήσουμε σε ερωτήσεις και να λύσουμε προβλήματα με το να διαχειρίζονται τα στοιχεία με έναν γρήγορα κατανοητό και εύκολα οπτικοποιημένο τρόπο.

Οι ορισμοί που προηγήθηκαν δεν είναι οι μοναδικοί. Υπάρχει πληθώρα ορισμών, που σχετίζεται με τα επιστημονικά εκείνα πεδία που χρησιμοποιούν τα ΓΣΠ. Τέτοια πεδία είναι η Γεωγραφία, η Χωρική ανάλυση, ο Αστικός σχεδιασμός, η Αρχιτεκτονική τοπίου, οι Περιβαλλοντικές επιστήμες, οι Πολιτικές επιστήμες αλλά και πλήθος άλλων τέτοιων. Γίνεται λοιπόν φανερό από τα προηγούμενα, πως τα ΓΣΠ διαδραματίζουν και πρόκειται να διαδραματίσουν βασικό ρόλο στην ανάπτυξη και εξέλιξη αρκετών

επιστημονικών πεδίων. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει πως θα πρέπει αυτά τα συστήματα να είναι πολύ αποτελεσματικά. Ένα ΓΣΠ για να είναι αποτελεσματικό πρέπει να στηρίζεται στις εξής βασικές αρχές(Κουτσόπουλος, 2005):

- Το σύστημα που θα αναπτυχθεί πρέπει να είναι χρήσιμο στους πολιτικούς υπεύθυνους που λαμβάνουν αποφάσεις, δηλαδή στους χρήστες.
- Οι τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων, πρέπει να είναι προσαρμοσμένες στην τεχνογνωσία και γενικότερα στην υποδομή που υπάρχει.
- Το επίπεδο απόδοσης του συστήματος και κατ' επέκταση οι δυνατότητες του Η/Υ, να είναι σύμφωνα με τις ανάγκες και κυρίως τα οικονομικές δυνατότητες και την τεχνογνωσία.
- Οι παραδοχές που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων, πρέπει να αναφέρονται ρητά και κατηγορηματικά σε κάθε επιλογή προγραμμάτων που βασίζονται στις πληροφορίες του ΓΣΠ.

Οι αρχές αυτές, που σχετίζονται μεταξύ τους με αμφίδρομες σχέσεις, καθορίζουν αφενός τα βασικά συστατικά μέρη ενός ΓΣΠ και αφετέρου τις διαδικασίες και τα στάδια δημιουργίας ενός κατάλληλου ΓΣΠ.

Τα τελευταία χρόνια τα ΓΣΠ χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο σε πληθώρα εφαρμογών. Για κάθε ζήτημα ανάλυσης και σχεδιασμού, όπου υπεισέρχεται η παράμετρος του «χώρου», γίνεται η χρήση των ΓΣΠ. Για παράδειγμα σε ζητήματα χωροταξίας, αστικού σχεδιασμού, αστικής και περιφερειακής ανάλυσης και σχεδιασμού, διαχείρισης φυσικών πόρων, οικολογικών ερευνών, στο κτηματολόγιο, αλλά και στη διαχείριση εκτάκτων καταστάσεων, όπως θα αναλυθεί εκτενώς στη συνέχεια. Πιο αναλυτικά:

- **Περιφερειακός προγραμματισμός και σχεδιασμός.** Περιλαμβάνει τη χωρική ανάλυση περιφερειακών ανισοτήτων, τη διαχείριση ολοκληρωμένων αναπτυξιακών προγραμμάτων και βάσεων κοινωνικοοικονομικών δεδομένων, επενδυτικά σχέδια και εναλλακτικές στρατηγικές, χωροθετήσεις – κατανομές οικονομικών δραστηριοτήτων, αξιολόγηση αναπτυξιακών προγραμμάτων και συστήματα λήψης αποφάσεων.
- **Αστικός προγραμματισμός και σχεδιασμός.** Περιλαμβάνει τη χωρική ανάλυση αστικών περιοχών, όπως Δήμων, Δημοτικών Ενοτήτων, Συνοικιών κλπ, τη

διαχείριση ολοκληρωμένων προγραμμάτων αστικής ανάπτυξης, τη εκπόνηση πολιτικών αναπλάσεων και πολιτικών χρήσεων γης, καθώς και τη δημιουργία και καθιέρωση κτηματολογίου.

- **Συγκοινωνίες – μεταφορές.** Περιλαμβάνεται η διαχείριση συστημάτων μεταφορών, η διαχείριση αστικών συγκοινωνιών και η πολιτική πρόληψης ατυχημάτων.
- **Πολιτική προστασία.** Περιλαμβάνει τις διαδικασίες αντιμετώπισης εκτάκτων καταστάσεων, με την καθιέρωση πολιτικών πρόληψης, την ελαχιστοποίηση διαδρομών των φορέων πολιτικής προστασίας(πυροσβεστική, αστυνομία, ΕΚΑΒ, κλπ) και μείωσης του κόστους και των συνεπειών από την εμφάνιση εκτάκτων καταστάσεων.

Πέραν των ανωτέρω αναφερομένων, υπάρχουν και πολλοί άλλοι τομείς που έχουν εφαρμογή τα ΓΣΠ, αλλά η αναφορά τους δεν κρίνεται αναγκαία στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Κλείνοντας, ως προς τη χρησιμότητα των συστημάτων αυτών και δεδομένης της συνθετότητας που παρουσιάζουν οι τομείς που προαναφέρθηκαν, αντιλαμβάνεται εύκολα κανείς πως τα ΓΣΠ μπορούν να συμβάλουν στην ενιαία καταγραφή, οργάνωση, διαχείριση και ανάλυση των δεδομένων που συνθέτουν τα προβλήματα κάθε κοινωνικής δομής.

1.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ

Θεωρητικά η κάθε κατηγορία των χώρων καταφυγής (εντός του αστικού ιστού και περιαστικοί), πρέπει να επαρκεί για το σύνολο του πληθυσμού του θεωρούμενου Δήμου. Ανάλογα με το βαθμό επάρκειας των χώρων καταφυγής του αστικού ιστού λαμβάνονται προσεισμικά οι απαιτούμενες σχετικές αποφάσεις από τους αρμοδίους. Η δυναμικότητα των διαθέσιμων χώρων καταφυγής εντός του αστικού ιστού υπολογίζεται με βάση την αναλογία των 2 τ.μ. ανά άτομο και την έκταση των χώρων. Στους επιλεγμένους αρχικά χώρους γίνονται αυτοψίες και κατόπιν υπολογίζονται οι «ενεργές επιφάνειες», δηλαδή οι επιφάνειες που μπορούν να αξιοποιηθούν από τον πληθυσμό μετά από ένα σεισμό, αφού εξαιρεθούν αυτές που δεν πληρούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές ασφαλείας. Η απαιτούμενη δυναμικότητα σε χώρους εντός του αστικού ιστού υπολογίζεται με βάση τη **μέγιστη πληθυσμιακή πυκνότητα της περιοχής**. Η απαιτούμενη δυναμικότητα των κεντρικών περιοχών μιας πόλης υπολογίζεται με βάση τον πληθυσμό αυτών των περιοχών τις ώρες αιχμής, δηλαδή τον πληθυσμό των

υπηρεσιών, των καταστημάτων, των κατοικιών, καθώς και τον πληθυσμό που βρίσκεται σε πεζοδρόμια ή οδικές αρτηρίες. Εάν η διαθέσιμη δυναμικότητα σε ελεύθερους χώρους εντός των πολεοδομικών ενοτήτων υπολείπεται της απαιτούμενης, λαμβάνοντας υπόψη και τα υπόλοιπα προαναφερόμενα κριτήρια επιλογής, θα πρέπει να υπάρξει προσεισμικά πρόβλεψη για εναλλακτικές λύσεις με επεξεργασία διαφορετικών σεναρίων (π.χ. αξιοποίηση κάποιων περιαστικών χώρων), που θα υιοθετηθούν ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ – ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΕΚΤΑΚΤΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

2.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Αναμφίβολα, η άμεση αντίδραση μετά από την εμφάνιση εκτάκτων καταστάσεων, αποτελεί από τα πιο κρίσιμα σημεία για τη διασφάλιση της ανθρώπινης ζωής αλλά και περιουσίας. Εξ' αυτού του γεγονότος γίνεται εύκολα αντιληπτό, πως η αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων έχει απασχολήσει σε μεγάλο βαθμό την επιστημονική κοινότητα ανά τον κόσμο. Υπάρχει Ελληνική αλλά και διεθνής βιβλιογραφία που ασχολείται με το θέμα της εκκένωσης μετά από σεισμό, αλλά και γενικότερα με τις διαδικασίες εκκένωσης μετά από καταστροφές, είτε είναι σεισμός, είτε κύματα βαρύτητας (τσουνάμι) κλπ.

Οι Tarabanis & Tsionas (Tarabanis και Tsionas, 1999) ασχολήθηκαν με το ζήτημα της εκκένωσης μετά από σεισμό με τη χρήση της ανάλυσης δικτύου. Επικεντρώθηκαν σε μια περιοχή 1000 τ.μ. του Δήμου Καλαμαριάς Θεσσαλονίκης. Τα στοιχεία πληθυσμού που χρησιμοποιήσαν, ελήφθησαν από τη διαθέσιμη επιφάνεια προς δόμηση, με τη χρήση του συντελεστή δόμησης της περιοχής. Δεν ελήφθη υπόψη ο υποχρεωτικός ακάλυπτος χώρος των οικοδομικών τετραγώνων για τον υπολογισμό και ως απαιτούμενη επιφάνεια ανά άτομο θεωρήθηκαν τα 15 τ.μ.. Για τους χώρους καταφυγής εφαρμόστηκε η οδηγία του ΟΑΣΠ με απαίτηση 2 τ.μ. ανά άτομο. Οι κύριες παράμετροι του προβλήματος που αντιμετώπισαν, είχαν να κάνουν με τα εξής τρία στοιχεία :

- Την εγγύτητα του χώρου προς την οικία του ατόμου,
- Το βαθμό ασφάλειας του χώρου &
- Το γεγονός, αν ο χώρος είχε ήδη κορεστεί.

Χρησιμοποιήθηκαν τα μήκη των πλευρών των οικοδομικών τετραγώνων για την κατανομή του πληθυσμού στο δίκτυο και εξετάστηκαν διάφορες περιπτώσεις.

Από την άλλη οι Τσιωνάς κ.α. (Τσιωνάς κ.ά., 2010) προχώρησαν στη δημιουργία ενός γεωγραφικού πληροφοριακού συστήματος σεισμικής διακινδύνευσης. Αυτό το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών σεισμικής διακινδύνευσης GEM (Geographical information system Earthquake/emergency Management) είχε ως στόχο να συμβάλει προσεισμικά στην καλύτερη προετοιμασία των φορέων της πολιτείας και του γενικού

πληθυσμού για την αντιμετώπιση των συνεπειών από ισχυρό σεισμικό συμβάν αλλά και μετασεισμικά στη διαχείριση της κρίσης. Το σύστημα υλοποιήθηκε με τη χρήση εργαλείων CASE σε περιβάλλον GIS. Λειτουργεί σε τέσσερα στάδια που περιλαμβάνουν την Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης, τον Σχεδιασμό των επεμβάσεων που απαιτούνται, την Ενημέρωση και τη Λειτουργία μετά το συμβάν. Για τον υπολογισμό του πληθυσμού των οικοδομικών τετραγώνων, η πρώτη εναλλακτική πηγή είναι τα πληθυσμιακά στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου. Αν δεν είναι διαθέσιμα για ολόκληρη την περιοχή, για τμήμα της περιοχής, ή αν θεωρούνται πεπαλαιωμένα, τότε υπολογίζεται ο πληθυσμός με σταθερότυπα από τη δόμηση. Υπολογίζουν τη συνολική δόμηση ανά οικοδομικό τετράγωνο ως γινόμενο του αριθμού των ορόφων και της καλυπτόμενης επιφάνειας των κατασκευών. Εάν ο αριθμός των ορόφων δεν είναι διαθέσιμος, υπολογίζουν τη συνολική δομημένη επιφάνεια ανά οικοδομικό τετράγωνο ως γινόμενο του συντελεστή δόμησης και της κάλυψης των κτιρίων. Εάν η κάλυψη των κτιρίων δεν είναι διαθέσιμη λαμβάνουν υπόψη την επιτρεπόμενη κάλυψη κατά περιοχή. Εάν κανένα από τα παραπάνω δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα, ο πληθυσμός ανά οικοδομικό τετράγωνο εκτιμάται από τον συνολικό πληθυσμό του Ο.Τ.Α. ως σταθμισμένος μέσος όρος, ως προς το εμβαδόν του κάθε οικοδομικού τετραγώνου. Θεωρούν ως σημαντική παράμετρο, η οποία επηρεάζει την κατανομή του πληθυσμού στις επί μέρους περιοχές της πόλης τη χρονική στιγμή στη διάρκεια του 24ώρου ή και τη μέρα της εβδομάδας, ακόμα και την εποχή που θα συμβεί η ισχυρή σεισμική δόνηση. Αυτό διότι ο πληθυσμός μετακινείται μέσα στον αστικό ιστό από την κατοικία του, στην εργασία του, σε χώρους αναψυχής, αθλητισμού και πολιτισμού, διαφορετικές ώρες και μέρες. Μέσα στο σύστημα προβλέπεται η αναγωγή του πληθυσμού σε διαφορετικές χρονικές στιγμές με βάση τις χρήσεις γης κάθε οικοδομικού τετραγώνου. Ως παράδειγμα, ένα οικοδομικό τετράγωνο κατοικιών έχει μειωμένο πληθυσμό τις πρωινές ώρες, αυξημένο τις απογευματινές ώρες, και το σύνολο του πληθυσμού τις νυκτερινές ώρες. Κατασκευές με άλλες χρήσεις έχουν διαφορετικό βαθμό πληρότητας στις ίδιες χρονικές στιγμές. Έτσι πραγματοποιούν διαφορετικά σενάρια πληθυσμού ανάλογα με την ώρα της ημέρας και ο πληθυσμός σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο, ανεξάρτητα από τη μέθοδο που έχει προκύψει, παραμετροποιείται σε σχέση με τη χρήση.

Οι Song κ.α (Song κ.ά., 2009) από την άλλη, κατασκεύασαν ένα μαθηματικό μοντέλο για την εκκένωση, μέσω μιας συνάρτησης, η οποία ελάμβανε υπόψη της, τους κόμβους,

τα τόξα και τις ροές πληθυσμού σε ένα δίκτυο. Επέλεξαν ως βέλτιστη λύση αυτή της συντομότερης διαδρομής. Επίσης χρησιμοποίησαν την πλατφόρμα του ArcGIS για την πιο ρεαλιστική απεικόνιση των δεδομένων της ανάλυσής τους. Ως αποτέλεσμα είχαν την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής στο συντομότερο χρόνο.

Η πλατφόρμα του ArcGIS, χρησιμοποιήθηκε και σε μια άλλη μελέτη, αλλά με την λειτουργία του Model Builder, για την απλούστευση της διαδικασίας εφαρμογής. Συσχετίστηκαν έξι χωρικές παράμετροι, για τη δημιουργία του μοντέλου. Ελήφθησαν υπόψη οι διαδρομές εκκένωσης, οι ελεύθεροι χώροι, τα νοσοκομεία, η αστυνομία, η πυροσβεστική και τα δίκτυα διανομών. Η σύνθεση όλων αυτών οδήγησε στη δημιουργία ενός δείκτη ασφαλείας για τους ελεύθερους χώρους συγκέντρωσης. Η συγκεκριμένη μελέτη δεν λάμβανε υπόψη της καθόλου τον πληθυσμό. (Tai κ.ά., 2010b)

Πολυκριτηριακή ανάλυση, χρησιμοποιήθηκε και σε μια άλλη εφαρμογή για τη βελτιστοποίηση του σχεδίου εκκένωσης. Οι επιλύσεις των αλγορίθμων που χρησιμοποιήθηκαν, πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του λογισμικού Matlab και η παρουσίασή τους έγινε σε περιβάλλον ΓΣΠ. Η μελέτη εφαρμογής αφορά στην πόλη της Τεχεράνης, σε ένα τμήμα αυτής, λαμβάνοντας ως πληθυσμό 1000 άτομα. (Saadatseresht κ.ά., 2009)

Σε κάποια άλλη περίπτωση (Mingwu κ.ά., 2012), εξετάζεται για την πόλη της Σαγκάη η εκκένωση λόγω σεισμού κατά μήκος ενός μεγάλου δρόμου. Επιλέγεται σενάριο εκκένωσης κατά τη διάρκεια της νύχτας. Υπολογίστηκε ότι στην περιοχή εξυπηρέτησης του συγκεκριμένου δρόμου, υπάρχουν περισσότεροι από 69.000 κάτοικοι και η επιλογή αυτή έγινε από τους μελετητές θεωρώντας την μια τυπική περιοχή μελέτης. Τα δεδομένα της ανάλυσης προέκυψαν από συνδυασμό αεροφωτογραφιών, στατιστικών στοιχείων και επιτόπου έρευνας. Στη συνέχεια θεωρώντας κάποιες ακτίνες εξυπηρέτησης, με τη χρήση του Network analyst βρέθηκαν οι περιοχές εξυπηρέτησης. Ως κέντρα ελήφθησαν οι εισοδοί – εξοδοί των χώρων καταφυγής. Με τη μέθοδο αυτή υπερκαλύφθηκαν τα πιο κοντινά κέντρα και κάποια άλλα δεν είχαν φτάσει το μέγιστο της φέρουσας ικανότητάς τους.

Σε κάποιες άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν και άλλες μέθοδοι της χωρικής ανάλυσης, όπως της χωρικής αυτοσυσχέτισης με τη χρήση δεικτών. Είτε συνολικούς δείκτες (Moran I), είτε τοπικούς. (Local Indicators spatial autocorrelation, LISA) (Tai κ.ά., 2010a) Στην περίπτωση αυτή ελήφθησαν 6 δείκτες υπόψη. Η μικρότερη διαδρομή

από μια ζώνη κατοικιών σε δρόμο με πλάτος μεγαλύτερο των 20 μ., η μικρότερη διαδρομή από ζώνη κατοικιών σε σταθμό πυροσβεστικής και δρόμο πλάτος μεγαλύτερο των 8 μ., τη μικρότερη διαδρομή από ζώνη κατοικιών σε αστυνομικό τμήμα και δρόμο πλάτους μεγαλύτερου των 8 μ., τη μικρότερη διαδρομή από ζώνη κατοικιών σε χώρο καταφυγής με πλάτος δρόμου μεγαλύτερο των 8 μ., τη δημιουργία ζωνών σε πλάτος 1500 μ. σε κατοικημένη περιοχή, με την κατηγοριοποίηση 1-5 όπου 1 σημαίνει πολύ λίγα κτίρια. Τέλος ο έκτος δείκτης περιελάμβανε το εύρος της περιοχής εξυπηρέτησης του ελεύθερου χώρου, για ηλικίες κάτω των 15 και άνω των 65.

2.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Έκτακτες καταστάσεις είναι πιθανόν να προκύψουν ανά πάσα στιγμή σε οποιαδήποτε οργανωμένη κοινωνία. Αυτές οι καταστάσεις, είτε προέρχονται από τις δραστηριότητες των ανθρώπων (π.χ. πυρηνικά ατυχήματα, τρομοκρατικές ενέργειες, κλπ), είτε από φυσικά φαινόμενα (σεισμοί, πλημμύρες, κλπ). Σε κάθε περίπτωση μπορεί να υπάρξουν μεγάλες απώλειες από την εμφάνιση τέτοιων καταστάσεων και για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο να υπάρχει πάντοτε ένα οργανωμένο σχέδιο αντίδρασης – διαχείρισης μιας κρίσης. Στο σημείο αυτό καλό θα ήταν να αναλυθεί τι περιλαμβάνει η διαχείριση μιας έκτακτης κατάστασης.

2.2.1 ΦΑΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

Στην πιο ολοκληρωμένη της μορφή, η διαχείριση μιας έκτακτης κατάστασης μετατρέπεται σε διαχείριση μιας κρίσης. Αυτή συμπεριλαμβάνει τη διαχείριση όλων των πλευρών των κρίσιμων καταστάσεων που παρουσιάστηκαν πριν την εκδήλωση της κρίσης, κατά τη διάρκεια και μετά από αυτή.(Heath, 1998)

Η αποτελεσματική διαχείριση μιας κρίσης περιλαμβάνει την αναζήτηση των τρόπων, μέσω των οποίων :

- Κατευνάζεται ή μειώνεται η προέλευση, το μέγεθος και οι επιπτώσεις μιας κρίσης.
- Μπορεί να αυξηθεί η διαχείριση της έναρξης.
- Μπορεί να βελτιωθεί η διαχείριση της αντίδρασης των επιπτώσεων από την κρίση.

- Η διαχείριση σχετικά με την ανάκαμψη, να μπορεί να διορθώσει αποτελεσματικά και γρήγορα τη ζημιά, που προκλήθηκε από τις επιπτώσεις της κρίσης.

Από τα προηγούμενα γίνεται φανερό πως το ζητούμενο σε μια έκτακτη κατάσταση είναι αυτή να μην μετατραπεί σε κρίση. Από την πλευρά της διαχείρισης μιας έκτακτης κατάστασης έχουμε να κάνουμε με κρίση όταν :

- Υπάρχει πολύ περιορισμένος χρόνος, στον οποίο πρέπει να αντιδράσουμε (ή ο χρόνος φαίνεται πολύ περιορισμένος)
- Πρέπει να παρθούν πολύ γρήγορα αποφάσεις (δεδομένου του πολύ περιορισμένου χρόνου)
- Οι διαθέσιμες πληροφορίες φαίνονται αναξιόπιστες ή ελλιπείς.
- Οι απαιτήσεις για την αντίδραση από την άποψη των ανθρώπων και του εξοπλισμού υπερβαίνουν (ή φαίνεται ότι είναι έτσι) τους διαθέσιμους πόρους.

Οι κρίσιμες καταστάσεις επομένως, δημιουργούν την ανάγκη για εύρεση περισσότερου χρόνου, τη συλλογή περισσότερων αξιόπιστων πληροφοριών καθώς επίσης την προστασία και την αποτελεσματική ανάπτυξη των διαθέσιμων πόρων. Στο σημείο αυτό έρχονται να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο τα ΓΣΠ. Η συμβολή τους θα αναλυθεί στα επόμενα.

2.2.2 ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΑΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Όλες οι φάσεις ανάπτυξης ενός σχεδίου αντιμετώπισης εκτάκτου ανάγκης, εξαρτώνται από δεδομένα και πληροφορίες, οι οποίες προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Αυτό όπως είδαμε και στα προηγούμενα αποτελεί κρίσιμο σημείο. Πρέπει να εξασφαλίζεται η εγκυρότητα και ακρίβεια των δεδομένων, που έχει στη διάθεσή του ο επικεφαλής μιας ομάδας διαχείρισης, μιας έκτακτης κατάστασης. Η ύπαρξη ενός ΓΣΠ που έχει δημιουργηθεί για την αντιμετώπιση τέτοιων περιπτώσεων, μπορεί να αποτελέσει το εργαλείο εκείνο, που θα οδηγήσει - με κατάλληλους πάντα χειρισμούς - στην ορθή αντιμετώπιση.

Τα ΓΣΠ αποτελούνται από τρία βασικά συστατικά μέρη, τα οποία βρίσκονται σε απόλυτη ισορροπία και εξάρτηση μεταξύ των. Αυτά είναι η υλικοτεχνική υποδομή

(hardware), το λογισμικό εφαρμογής (software) και ένα σύνολο διαθεσίμων (resource ware).

Η υλικοτεχνική υποδομή αποτελείται από τρία μέρη : την κεντρική μονάδα (CPU), τα περιφερειακά και το τερματικό (VDU). Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας ενός ΓΣΠ δε διαφέρει σε τίποτα από αυτήν οποιουδήποτε άλλου γενικής χρήσης συστήματος πληροφοριών. Βασικά χαρακτηριστικά της είναι το λειτουργικό σύστημα, η μνήμη και η ταχύτητα επεξεργασίας. Τα περιφερειακά διακρίνονται σε εισόδου που επιτρέπουν την είσοδο στοιχείων (ψηφιοποιητές, σαρωτές κλπ), εξόδου που χρησιμεύουν στην απεικόνιση των στοιχείων (σχεδιογράφοι, εκτυπωτές κλπ) και περιφερειακά διαχείρισης που βοηθούν στην αποθήκευση και τη διαχείριση των στοιχείων (εξωτερικοί δίσκοι αποθήκευσης κλπ).

Το λογισμικό ενός ΓΣΠ μπορεί να περιλαμβάνει επί μέρους υποσυστήματα. Τέτοια είναι (Burrough και MacDonnell, 1998· Κουτσόπουλος, 2005):

- Λογισμικό Εισαγωγής και Επαλήθευσης Στοιχείων.
- Λογισμικό Αποθήκευσης και Διαχείρισης Στοιχείων.
- Λογισμικό Μετασχηματισμού Στοιχείων.
- Λογισμικό Παρουσίασης.
- Λογισμικό Αναζητήσεων.
- Λογισμικό Ανάλυσης χώρου.

Τα διαθέσιμα διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην εγγύηση ότι οι διαδικασίες των ΓΣΠ είναι οι πλέον κατάλληλες και αποδοτικές. Η αγορά ενός υπολογιστικού συστήματος με το αναγκαίο λογισμικό δεν εξασφαλίζει σε καμία περίπτωση επιτυχία, παρά μόνο αν υπάρχουν οι κατάλληλες εκείνες προϋποθέσεις. Τέτοιες είναι οι κατάλληλοι χειριστές που θα ενασχοληθούν, τα δεδομένα που θα εισαχθούν και γενικά η όλη οργάνωση της διαχείρισης ενός τέτοιου συστήματος.

Με ένα ΓΣΠ τα δεδομένα συλλέγονται, οργανώνονται και παρουσιάζονται με μια λογική, ώστε να μπορεί ανά πάσα στιγμή αυτός που τα χειρίζεται να απαντά σε ερωτήματα, που σχετίζονται με την υποβοήθηση λήψης αποφάσεων. Για παράδειγμα ποια η βέλτιστη διαδρομή για ένα σωστικό συνεργείο να προσεγγίσει ένα χώρο, ποιος μπορεί να είναι ο πιθανός χρόνος απόκρισης, σε ποια σημεία πρέπει η αστυνομία να διαθέσει προσωπικό για τη ρύθμιση της κυκλοφορίας, κλπ. Είναι σημαντικό να

επισημανθεί, πως τα περισσότερα δεδομένα και πληροφορίες που απαιτούνται για την αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων, είναι χωρικού χαρακτήρα. Για το λόγο αυτό είναι πολύ εύκολο να απεικονισθούν πάνω σε χάρτες.

Οι διαδικασίες διαχείρισης εκτάκτων καταστάσεων, επικεντρώνονται σε τρεις πρωταρχικούς στόχους. Αυτοί είναι, η προστασία της ανθρώπινης ζωής, της περιουσίας και του περιβάλλοντος. Προκειμένου να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι ακολουθούνται οι παρακάτω διεργασίες :

- Σχεδιασμός
- Μείωση – Μετρίαση
- Ετοιμότητα
- Απόκριση
- Ανάκτηση(Johnson, 2000)

Σχεδιασμός. Η εκπόνηση των σχεδίων διαχείρισης εκτάκτων καταστάσεων ξεκινούν με τον εντοπισμό και την επισήμανση πιθανών προβλημάτων που θα προκύψουν από μια έκτακτη κατάσταση. Με τη χρήση ΓΣΠ οι υπεύθυνοι μπορούν να επισημάνουν κινδύνους και να αξιολογήσουν τις επιπτώσεις των πιθανών σεναρίων εμφάνισης κάποιων καταστάσεων. Όταν οι πιθανοί κίνδυνοι (σεισμός, πλημμύρα, κλπ), απεικονίζονται σε χάρτες μαζί με άλλα δεδομένα (δρόμους, δίκτυα μεταφοράς ενέργειας, κτίρια, κλπ), τότε είναι ευκολότερο για τους υπεύθυνους να εκπονήσουν πιο ρεαλιστικά σχέδια αντιμετώπισης. Επίσης είναι πολύ εύκολο να μπορούν να τα τροποποιούν, αναλόγως της εξέλιξης ενός φαινομένου. Έτσι προτού κάποιο πρόβλημα εμφανιστεί, υπάρχει η δυνατότητα μέσω των ΓΣΠ να γίνει διεξοδική ανάλυση και σχεδιασμός. Τα ΓΣΠ διευκολύνουν αυτή τη διαδικασία, επιτρέποντας στους μελετητές να δουν τους κατάλληλους συνδυασμούς χωριών δεδομένων μέσω χαρτών που παράγονται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Μείωση – μετρίαση. Με τον εντοπισμό και την αναγνώριση πιθανών καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης, οι διαδικασίες μείωσης και μετριασμού των πιθανών συνεπειών πρέπει να καθορισθούν και ιεραρχηθούν. Για παράδειγμα σε περίπτωση εμφάνισης ενός σεισμού, θα πρέπει να έχουν εντοπιστεί ποιες κατασκευές βρίσκονται στη ζώνη επιρροής πιθανών ρηγμάτων. Ή με βάση άλλα στοιχεία, όπως γεωλογικές – γεωτεχνικές μελέτες (μικροζωνικές μελέτες περιοχών πόλεων), στοιχεία εδάφους, στοιχεία κτιρίων (κανονισμοί κατασκευής κλπ), θα πρέπει να γνωρίζουν οι υπεύθυνοι ποιες είναι οι

πιθανές περιοχές εμφάνισης προβλημάτων και άρα ποιες διαδικασίες θα ακολουθηθούν για την μείωση των συνεπειών. Όλες αυτές οι διαδικασίες μπορούν εύκολα να απεικονισθούν και να υλοποιηθούν σε ένα ΓΣΠ.

Συνεπώς παρατηρούμε πως με τα ΓΣΠ μπορούμε να μετριάσουμε τις συνέπειες από την εμφάνιση ενός φαινομένου, προτού καν αυτό εμφανισθεί. Το κυριότερο είναι πως η ανθρώπινη ζωή και οι περιουσίες που μπορεί να εκτεθούν σε κίνδυνο, είναι πιο εύκολο να προστατευθούν

Ετοιμότητα. Περιλαμβάνει τις διαδικασίες εκείνες που απαιτούνται για την προετοιμασία της αντίδρασης σε πραγματικές καταστάσεις. Τα ΓΣΠ έχουν τη δυνατότητα να απαντήσουν σε διάφορες ερωτήσεις που αποσκοπούν στην ετοιμότητα αντίδρασης. Τέτοιες ερωτήσεις για παράδειγμα είναι, *Πόσες ομάδες πρώτων βοηθειών απαιτούνται και σε ποιες θέσεις πρέπει να βρίσκονται;* ή *Ποιες οι διαδρομές εκκένωσης από ένα κτίριο προς ένα χώρο συγκέντρωσης μετά από σεισμό;*

Επίσης, με τη δυνατότητα που παρέχουν τα ΓΣΠ για παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο διαφόρων φαινομένων, όπως των κινήσεων της γης(σεισμός), ή της στάθμης ενός φράγματος, ή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κλπ, επιτυγχάνεται αύξηση της επιχειρησιακής ετοιμότητας σε μέγιστο βαθμό. Αν όλα αυτά τα δεδομένα διαδοθούν μέσω διαδικτύου προς ενημέρωση του κοινού, αντιλαμβανόμαστε την μεγιστοποίηση της ωφέλειας από τη χρήση των ΓΣΠ.

Απόκριση. Τα ΓΣΠ μπορούν να αποδειχθούν ως ένα από τα κυριότερα εργαλεία σχεδιασμού. Ομάδες άμεσης απόκρισης μπορούν να βρίσκονται χωροθετημένες σε συγκεκριμένες θέσεις και έτσι να κατευθύνονται μέσω ενός κέντρου επιχειρήσεων στους χώρους συμβάντων. Η καθοδήγηση θα γίνεται μέσω συγκεκριμένων διαδρομών που θα έχουν σχεδιαστεί για τέτοιες καταστάσεις και αναλόγως της πληροφόρησης που υπάρχει.

Αναλόγως την περίπτωση, ένα ΓΣΠ μπορεί να δώσει ακριβείς πληροφορίες πριν την άφιξη των πρώτων ομάδων στη περιοχή ενός συμβάντος. Για παράδειγμα σε περίπτωση πυρκαγιάς ενός εμπορικού κέντρου, μπορεί ο συντονιστής της επιχείρησης να γνωρίζει και να καθοδηγήσει το συνεργείο πυρόσβεσης στη θέση των πυροσβεστικών κρουνών. Επίσης μπορεί να γνωρίσει τα σχέδια εκκένωσης του κτιρίου από τη μελέτη ενεργητικής πυροπροστασίας που έχει στη διάθεσή της η Πυροσβεστική Υπηρεσία.

Σε μια άλλη περίπτωση εκδήλωσης ενός σεισμικού φαινομένου, όπου μπορεί να υπάρχουν εκτεταμένες καταστροφές και περιστατικά διάσπαρτα στο χώρο, τότε με τη χρήση ΓΣΠ είναι πολύ πιο εύκολος ο συντονισμός των ομάδων πολιτικής προστασίας.

Μπορεί πιο εύκολα να γίνεται ανακατανομή δυνάμεων, ή η καθοδήγηση πρόσθετων μονάδων προερχόμενων από άλλες περιοχές, δίνοντας στοιχεία για τον τρόπο πρόσβασης στις πληγείσες περιοχές.

Ανάκτηση. Οι διαδικασίες ανάκτησης διακρίνονται σε δύο φάσεις. Στις διαδικασίες μικρής διάρκειας και στις διαδικασίες μακράς διάρκειας.

Οι μικρής διάρκειας διαδικασίες ανάκαμψης περιλαμβάνουν ζωτική σημασίας υπηρεσίες και συστήματα. Αυτές μπορεί να είναι προσωρινές υπηρεσίες σίτισης, διανομής φρέσκου νερού, παροχής προσωρινών καταλυμάτων, παροχή πρώτων βοηθειών σε τραυματίες κλπ.

Ένα ΓΣΠ μπορεί να διαδραματίσει ιδιαίτερο ρόλο και σε αυτό το στάδιο. Μια από τις δυσκολότερες εργασίες που πρέπει να σε αυτή τη φάση εξέλιξης ενός σχεδίου αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης, είναι η αποτίμηση των καταστροφών. Ένα ΓΣΠ σε συνδυασμό με συστήματα εντοπισμού της θέσης (GPS), μπορεί να εντοπίσει κάθε χώρο που παρουσιάζει καταστροφές, να αναγνωρίσει τον τύπο και το μέγεθος των ζημιών και να εκκινήσει τις διαδικασίες καθορισμού των προτεραιοτήτων για δράση.

Τα ΓΣΠ μπορούν να απεικονίζουν τον αριθμό των χώρων – καταφυγίων που απαιτούνται καθώς και τη θέση που πρέπει να βρίσκονται για να έχουν βέλτιστη πρόσβαση. Με αυτά τα συστήματα οι διαδικασίες μικρής διάρκειας για την ανάκαμψη, μπορούν να απεικονίζονται και να ελέγχονται εύκολα, άμεσα και κυρίως με ακρίβεια έως ότου ολοκληρωθεί αυτό το στάδιο.

Οι μακράς διάρκειας διαδικασίες ανάκτησης, μπορεί να διαρκέσουν και χρόνια. Περιλαμβάνουν αποκατάσταση των πληγέντων, επιδιόρθωση δικτύων, δρόμων, νοσοκομείων κλπ. Η πρόοδος και εξέλιξη των εργασιών αυτού του σταδίου, μπορεί να ελέγχεται με την αξιοποίηση ενός ΓΣΠ. Επίσης η ολοκλήρωση αυτών των διαδικασιών μπορεί να απεικονίζεται σε χάρτες παραγόμενους από τέτοια συστήματα.

Συνοψίζοντας, η διαχείριση σχεδίων αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών, αναπτύσσεται και υλοποιείται μέσω της ανάλυσης των διαθέσιμων πληροφοριών. Η πλειοψηφία δε των πληροφοριών είναι χωρικής φύσης και μπορεί να απεικονισθεί σε ένα χάρτη. Από τη στιγμή που η πληροφορία αποκτηθεί και τα δεδομένα αποδοθούν σε ένα χάρτη, ο σχεδιασμός ενός προγράμματος αντιμετώπισης εκτάκτου ανάγκης μπορεί να ξεκινήσει. Η εμφάνιση εκτάκτων φαινομένων μπορεί να μοντελοποιηθεί και προσομοιωθεί σε ένα ΓΣΠ, έτσι ώστε να είναι δυνατή η προετοιμασία των υπεύθυνων πολιτική προστασίας. Με τον τρόπο αυτό μπορεί το προσωπικό να εκπαιδευτεί και προετοιμαστεί για να αποδίδει σε έκτακτες συνθήκες, πολύ πριν αυτές εμφανιστούν.

2.3 ΣΧΕΔΙΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ

2.3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΑΦΥΓΗΣ

Αρμόδιος φορέας για την επεξεργασία και το σχεδιασμό της αντισεισμικής πολιτικής της χώρας καθώς και για το συντονισμό των ενεργειών δημόσιου και ιδιωτικού δυναμικού για την εφαρμογή της πολιτικής αυτής είναι με βάση το θεσμικό του πλαίσιο ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ), εποπτευόμενος οργανισμός του Υπουργείου Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών & Δικτύων (Ν.1349/1983, ΦΕΚ 52Α).

Τις προδιαγραφές των χώρων καταφυγής μετά από σεισμό τις καθορίζει ο ΟΑΣΠ(Σαπουντζάκη, 2001). Για το λόγο αυτό έχει εκπονήσει κάποια εγχειρίδια, από τα οποία γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των βασικών στοιχείων τους.

Σε γενικές γραμμές κατάλληλοι χώροι καταφυγής του πληθυσμού, μετά από σεισμό, σύμφωνα με τον ΟΑΣΠ, είναι αυτοί που έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Είναι ανοικτοί, ελεύθεροι, ασφαλείς (πάρκα, πλατείες, ανοιχτές αθλητικές εγκαταστάσεις κ.α.) και προορίζονται για ολιγόωρη παραμονή των σεισμοπλήκτων. Σε ότι αφορά στους χώρους αυτούς, η πολιτεία μεριμνά προ της εμφάνισης σεισμού, ώστε να προσδιοριστούν επακριβώς οι χώροι αυτοί, να επιλεγούν οι διαδρομές διαφυγής – εκκένωσης και να ενημερωθούν οι πολίτες σχετικά με τους διαθέσιμους χώρους καταφυγής στην περιοχή τους, αλλά και τον τρόπο πρόσβασης σε αυτούς.

Βασικά στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη για τον καθορισμό των χώρων καταφυγής, είναι :

- Το πλήθος των ανοικτών χώρων μιας περιοχής,
- Η χρήση των χώρων σε κανονικές συνθήκες,
- Η προσβασιμότητα και τα μέσα προσέγγισης
- Οι προδιαγραφές ασφάλειας των χώρων καταφυγής,
- Οι υποδομές – ο εξοπλισμός που διαθέτουν,
- Το ιδιοκτησιακό καθεστώς.

Το πλήθος διαφέρει ανά περιοχή και είναι κάτι που εξετάζεται κατά περίπτωση. Η χρήση των χώρων σε κανονικές συνθήκες, είναι συνήθως κοινόχρηστοι χώροι, όπως

πλατείες, πάρκα, προαύλια εκκλησιών & πολιτιστικών ιδρυμάτων, αθλητικές εγκαταστάσεις κλπ.

Για την προσβασιμότητα ισχύουν σε γενικές γραμμές τα εξής: Για τους χώρους εντός του αστικού ιστού, πρέπει να υπάρχει προσέγγιση μέσω εναλλακτικών διαδρομών εκκένωσης, που παρέχουν ασφάλεια για το σύνολο των κατοίκων και οι οποίες αποτελούν το **πεζοδρομικό δίκτυο εκκένωσης**. Η μέγιστη αποδεκτή απόσταση των χώρων εντός του αστικού ιστού δεν είναι σταθερή. Σε γενικές γραμμές θεωρείται ως μέγιστη αποδεκτή απόσταση αυτή των 300-500 μ. περίπου από το πιο απομακρυσμένο σημείο του τομέα που εξυπηρετεί και ισοδυναμεί με 5'-6' περίπου γρήγορο βήδισμα. Σε πυκνοδομημένες περιοχές με μη ασφαλή πεζοδρόμια για την προσέγγιση των χώρων, η απόσταση αυτή θα πρέπει να είναι μικρότερη των 250 μ. Οι περιαστικοί χώροι θα πρέπει να προσεγγίζονται και με αυτοκίνητα μέσω εναλλακτικών οδικών διαδρομών εκκένωσης, που αποτελούν το **οδικό δίκτυο εκκένωσης**.

Οι προδιαγραφές ασφάλειας των χώρων καταφυγής διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος της καταστροφής. Σε περίπτωση σεισμού οι χώροι πρέπει να βρίσκονται :

- Σε απόσταση από περιβάλλοντα κτίρια,
- Μακριά από γεωλογικά επικίνδυνα εδάφη,
- Σε υψομετρική θέση σε σχέση με τις παράκτιες περιοχές,
- Μακριά από μεγάλα τεχνικά έργα,
- Μακριά από γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας,
- Σε απόσταση από περιοχές με μεγάλες εγκαταστάσεις.

Στην επιλογή των χώρων καταφυγής, εμπλέκεται και το κριτήριο της ύπαρξης υποδομών. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι υποδομές και ο εξοπλισμός που ήδη υπάρχει στους χώρους αυτούς. Μετά από προσεισμική καταγραφή που πρέπει να γίνει, θα γίνουν προτάσεις για τη δημιουργία υποδομών και την προμήθεια εξοπλισμού για όσους χώρους δεν διαθέτουν τα απαραίτητα. Στα απαραίτητα περιλαμβάνονται τα εξής:

- Ηλεκτροφωτισμός,
- Υδροδότηση,
- Χώροι υγιεινής, ή δυνατότητα τοποθέτησης προσωρινών, με γνώμονα την απαίτηση για ένα χώρο ανά σαράντα άτομα.
- Κάδοι απορριμμάτων,

- Σήμανση.

Όσον αφορά στο ιδιοκτησιακό καθεστώς, αποτελεί ένα από τα πιο καθοριστικά στοιχεία επιλογής και χαρακτηρισμού ενός χώρου, ως χώρου καταφυγής. Είναι κρίσιμο στοιχείο, διότι σχετίζεται με τη δυνατότητα συντήρησης του χώρου και την ύπαρξη των απαιτούμενων υποδομών. Για το λόγο αυτό προτιμούνται δημόσιοι χώροι, ή χώροι που ελέγχονται από δημόσιους φορείς.

Θεωρητικά η κάθε κατηγορία των χώρων καταφυγής (εντός του αστικού ιστού και περιαστικοί), πρέπει να επαρκεί για το σύνολο του πληθυσμού του θεωρούμενου Δήμου. Ανάλογα με το βαθμό επάρκειας των χώρων καταφυγής του αστικού ιστού λαμβάνονται προσεισμικά οι απαιτούμενες σχετικές αποφάσεις από τους αρμοδίους. Η δυναμικότητα των διαθέσιμων χώρων καταφυγής εντός του αστικού ιστού υπολογίζεται με βάση την αναλογία των 2 τ.μ. ανά άτομο και την έκταση των χώρων. Στους επιλεγμένους αρχικά χώρους γίνονται αυτοψίες και κατόπιν υπολογίζονται οι «ενεργές επιφάνειες», δηλαδή οι επιφάνειες που μπορούν να αξιοποιηθούν από τον πληθυσμό μετά από ένα σεισμό, αφού εξαιρεθούν αυτές που δεν πληρούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές ασφαλείας. Η απαιτούμενη δυναμικότητα σε χώρους εντός του αστικού ιστού υπολογίζεται με βάση τη **μέγιστη πληθυσμιακή πυκνότητα της περιοχής**. Η απαιτούμενη δυναμικότητα των κεντρικών περιοχών μιας πόλης υπολογίζεται με βάση τον πληθυσμό αυτών των περιοχών τις ώρες αιχμής, δηλαδή τον πληθυσμό των υπηρεσιών, των καταστημάτων, των κατοικιών, καθώς και τον πληθυσμό που βρίσκεται σε πεζοδρόμια ή οδικές αρτηρίες. Εάν η διαθέσιμη δυναμικότητα σε ελεύθερους χώρους εντός των πολεοδομικών ενοτήτων υπολείπεται της απαιτούμενης, λαμβάνοντας υπόψη και τα υπόλοιπα προαναφερόμενα κριτήρια επιλογής, θα πρέπει να υπάρξει προσεισμικά πρόβλεψη για εναλλακτικές λύσεις με επεξεργασία διαφορετικών σεναρίων (π.χ. αξιοποίηση κάποιων περιαστικών χώρων), που θα υιοθετηθούν ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες.

2.3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

Μετά την εκδήλωση ενός σεισμικού φαινομένου, ο πληθυσμός σπεύδει να εκκενώσει τις κτιριακές κατασκευές και να καταφύγει σε ανοικτούς χώρους. Οι ενέργειες που κάνουν οι πολίτες, χαρακτηρίζονται από

- *Πανικό*, κάτω από την επίδραση του οποίου γίνονται άσκοπες μετακινήσεις χωρίς συγκεκριμένο προορισμό.

- *Κυκλοφοριακή αναρχία*, που οφείλεται στην ταυτόχρονη μετακίνηση πεζών και οχημάτων και μάλιστα στους δρόμους ή και στους πεζοδρόμους.
- *Άγνοια των χώρων που παρέχουν ασφάλεια* από το σεισμό, με αποτέλεσμα την καταφυγή σε ακατάλληλους χώρους, ίσως πιο επικίνδυνους από αυτούς που εκκενώθηκαν.
- *Άγνοια των διαδρομών πρόσβασης* που εξασφαλίζουν ασφαλή μετάβαση των πεζών στους ανοιχτούς χώρους καταφυγής.
- *Άγνοια των βέλτιστων διαδρομών πρόσβασης* των ασθενοφόρων για την παροχή πρώτων βοηθειών στους χώρους καταφυγής.
- *Άγνοια του καταλληλότερου χρόνου παραμονής* στους χώρους καταφυγής και του επόμενου προορισμού.

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, πρέπει προσεισμικά να προσδιορίζονται, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, οι χώροι καταφυγής. Πρέπει να γνωρίζει ο πληθυσμός, ποια χρονική στιγμή είναι πιο κατάλληλη για να ξεκινήσει την εκκένωση, ποιες πορείες να ακολουθήσει, αν θα πρέπει να πάει πεζός ή με το αυτοκίνητο, τι θα πρέπει να πάρει μαζί του, πόσο χρόνο θα μείνει στο χώρο καταφυγής, πως θα επικοινωνήσει με τους οικείους του που βρίσκονται σε άλλους χώρους, κλπ.

Όπως προαναφέρθηκε και στα προηγούμενα, σε θέματα που αφορούν στο σχεδιασμό, εκπόνηση, συντονισμό και παρακολούθηση του έργου της εκπαίδευσης και ενημέρωσης του πληθυσμού και στελεχών φορέων του δημοσίου, σε θέματα αντισεισμικής προστασίας και αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών που προέρχονται από σεισμούς αποτελούν αρμοδιότητα του ΟΑΣΠ. Στη φάση, όμως, ανάπτυξης και εξέλιξης ενός σχεδίου έκτακτης ανάγκης, υπεύθυνη είναι η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας.

Μετά την εκδήλωση ενός σεισμού οι δυνάμεις πολιτικής προστασίας πρέπει να υλοποιήσουν σειρά δράσεων που αποσκοπούν στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων σχετικά με την αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών και την άμεση διαχείριση των συνεπειών. Οι δράσεις πολιτικής προστασίας ακολουθούν τις φάσεις εξέλιξης ενός καταστροφικού φαινομένου και εντάσσονται στα αντίστοιχα της καταστροφής στάδια επιχειρήσεων.

Ειδικά για τους σεισμούς, τα στάδια των επιχειρήσεων για την αντιμετώπιση καταστροφών από σεισμό προσδιορίζονται ως εξής :

- Αρχική αναγγελία / ειδοποίηση Σεισμού

- Αρχική εκτίμηση κατάστασης συνεπειών – Επίσημη ανακοίνωση χαρακτηριστικών σεισμικού φαινομένου
- Κινητοποίηση δυνάμεων
- Επιχείρηση Έρευνας, Διάσωσης – Έλεγχος και καταστολή επαγόμενων φαινομένων
- Περίθαλψη – Διοικητική μέριμνα πληγέντων
- Μετασεισμικός έλεγχος κτιρίων και υποδομών
- Συνολική αποτίμηση ζημιών
- Αποκατάσταση – Αποκλιμάκωση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ

3.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ένα από τα βασικότερα στάδια στη δημιουργία ενός ΓΣΠ, είναι η συλλογή δεδομένων. Η ποιότητα των αποτελεσμάτων είναι συνυφασμένη με την ποιότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν. Για την περίπτωση που αντιμετωπίζει η παρούσα είναι απαραίτητα κάποια συγκεκριμένα υπόβαθρα, τα οποία παρουσιάζονται στη συνέχεια.

- Τα πολύγωνα των Οικοδομικών Τετραγώνων της πόλης,
- Οι άξονες του οδικού δικτύου,
- Τα πολύγωνα των ελεύθερων χώρων,
- Ο πληθυσμός ανά Ο.Τ. και η ηλικιακή διαβάθμιση,
- Οι θέσεις των φορέων πολιτικής προστασίας,
- Οι θέσεις των σχολείων, των εκκλησιών,
- Οι θέσεις των δημόσιων υπηρεσιών,
- Οι θέσεις των επιχειρήσεων κ.α.

Τα δεδομένα αυτά συλλέγονται κατά το δυνατόν από επίσημους φορείς, ώστε να είναι όσο το δυνατό πιο αξιόπιστα. Όσα δεν μπορούν να ευρεθούν, είτε κατασκευάζονται (με εργασίες πεδίου κλπ), είτε υπολογίζονται (πχ ο πληθυσμός).

3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ – ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται οι κύριες μεταβλητές που καθορίζουν την ανάλυση. Για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας της παρούσας εργασίας, βασικό στοιχείο αποτέλεσε ο προσδιορισμός της πληθυσμιακής πυκνότητας. Κρίσιμο στοιχείο για την ανάπτυξη μιας τέτοιας μεθοδολογίας, είναι ο προσδιορισμός του πληθυσμού. Ένα δεδομένο το οποίο μπορεί να προκύψει από διαφορετικές πηγές, αλλά και με διάφορους τρόπους εκτίμησης. Βασική πηγή μπορεί να αποτελέσει η ΕΛΣΤΑΤ. Σημαντικό ρόλο στο αν θα αξιοποιηθούν στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, είναι η χρονολογία απογραφής η οποία είναι διαθέσιμη. Εάν η χρονολογία είναι πρόσφατη και ανταποκρίνεται στη σημερινή κατάσταση, τότε μπορεί να αξιοποιηθεί. Αν, όμως, τα στοιχεία που υπάρχουν από την

ΕΛΣΤΑΤ είναι διαστήματος πλέον των 8-9 ετών, τότε καλό είναι ο πληθυσμός να εκτιμάται με διαφορετικό τρόπο.

Ένας τρόπος είναι η εκτίμηση βάσει της διατιθέμενης επιφάνειας των οικοδομικών τετραγώνων και του ισχύοντος συντελεστή δόμησης για το οικοδομικό τετράγωνο που ενδιαφερόμαστε. Ο κτιριοδομικός κανονισμός θα συνδράμει στην τελική εκτίμηση, λαμβάνοντας υπόψη τα σταθερότυπα που ορίζει ανά χρήση κτιρίου. Για την παρούσα εργασία λαμβάνεται ως χρήση κτιρίων αυτή της κατοικίας, αφού και στα περισσότερα οικοδομικά τετράγωνα έχουμε χρήση κατοικίας. Έτσι ο τύπος που προκύπτει για την εκτίμηση του θεωρητικού πληθυσμού που μπορεί να στεγάσει μια πόλη είναι :

$$P = \frac{E_{OT} * \Sigma \Delta.}{18}$$

Όπου **E_{OT}** είναι το εμβαδό του οικοδομικού τετραγώνου, που βάσει του ισχύοντος οικοδομικού κανονισμού δύναται να δομηθεί. Οι Tarabanis & Tsionas (Tarabanis και Tsionas, 1999) αφαιρούν από το εμβαδό του Ο.Τ. το εμβαδόν εκείνο που απομένει υποχρεωτικά για πρασιά ή ακάλυπτος χώρος. Στην παρούσα δεν αφαιρείται το εμβαδόν της πρασιάς ή του ακάλυπτου χώρου διότι για τον υπολογισμό της επιτρεπόμενης δόμησης λαμβάνεται υπόψη το συνολικό εμβαδό των οικοπέδων που απαρτίζουν το οικοδομικό τετράγωνο. Εξάλλου οι ιδιοκτησίες καθορίζονται από το περίγραμμα της ρυμοτομικής γραμμής, άρα το περίγραμμα του Ο.Τ. κατ επέκταση.

Σ.Δ. είναι ο επιτρεπόμενος ανά περιοχή συντελεστής δόμησης.

Ο παρονομαστής του κλάσματος προκύπτει από τον κτιριοδομικό κανονισμό για χρήση κτιρίου κατοικία και λαμβάνεται από τον πίνακα 3.1 που ακολουθεί.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ	
Χρήση Κατοικίας	1 άτομο ανά 18 τ.μ μικτού εμβαδού
Χρήση Προσωρινής Διαμονής	1 άτομο ανά 18 τ.μ μικτού εμβαδού
Χρήση Συνάθροισης Κοινού <i>Ζαχαροπλαστεία, καφετέριες, εστιατόρια κα</i>	1 άτομο ανά 1,40 τ.μ καθαρού εμβαδού δαπέδου
Χρήση Εκπαίδευσης <i>Στις αίθουσες διδασκαλίας</i>	1 άτομο ανά 1,5 τ.μ. εμβαδού δαπέδου αίθουσας
Χρήση Γραφείων	1 άτομο ανά 9 τ.μ μικτού εμβαδού

Χρήση Βιομηχανίας - Βιοτεχνίας	1 άτομο ανά 10 τ.μ μικτού εμβαδού
Χρήση Αποθήκευσης	1 άτομο ανά 50 τ.μ μικτού εμβαδού

Πίνακας 3.1 : Υπολογισμός πληθυσμού αναλόγως της χρήσης του κτιρίου. **Πηγή** : Κτιριοδομικός κανονισμός, ίδια επεξεργασία.

Όπως αναφέρθηκε και στο κομμάτι της επισκόπησης της διαθέσιμης βιβλιογραφίας, οι Tarabanis & Tsionas (Tarabanis και Tsionas, 1999) επιλέγουν ως συντελεστής τα 15 τ.μ. ανά άτομο, θεωρώντας το πιο ρεαλιστικό. Στη συγκεκριμένη περίπτωση θεωρούμε χρήση κατοικίας για τα Ο.Τ. που εκκενώνονται και για το λόγο αυτό λαμβάνουμε το 18.

Για την αντιμετώπιση, όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικής κατάστασης, επιλέγεται η χρήση σεναρίων για τον έλεγχο της εκκένωσης. Τα σενάρια που επιλέγονται προς υλοποίηση, είναι δύο και αφορούν στη λειτουργία της πόλης στη διάρκεια της ημέρας :

- Το 1^ο αφορά σε πλήρη λειτουργία της πόλης (ροές πληθυσμού), ενώ
- Το 2^ο αφορά σε πλήρη αδράνεια της πόλης (όλοι στις θέσεις τους)

Συνεπώς μια επιπλέον μεταβλητή που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και σχετίζεται με τον πληθυσμό, είναι η μεταβλητή του χρόνου, δηλαδή σε ποια χρονική στιγμή της ημέρας εμφανίζεται το συμβάν και πρέπει να μπει σε εφαρμογή το σχέδιο εκκένωσης. Στην ουσία η μεταβλητή του χρόνου που υπεισέρχεται και είναι δυναμικής φύσης, θα πρέπει μετατραπεί σε στατική μεταβλητή, η οποία θα μεταφράζεται σε πληθυσμό.

Οι κύριες συνιστώσες αυτής της μεταβλητής, είναι η ελκυστικότητα του Ο.Τ. σε εκείνο το χρονικό διάστημα, και η ηλικιακή σύνθεση των ατόμων που το απαρτίζουν.

Όσον αφορά στην ελκυστικότητα, αυτή προκύπτει ως συνδυασμός των διατιθέμενων δημοσίων υπηρεσιών, ιδιωτικών υπηρεσιών και επιχειρήσεων, σχολείων, πλατειών και αθλητικών χώρων. Προκύπτει έτσι από τη σύνθεση όλων αυτών η ελκυστικότητα των επί μέρους περιοχών της πόλης αναλόγως του σεναρίου εμφάνισης.

Ως προς τον παράγοντα της ηλικίας, αυτός λαμβάνεται υπόψη χωρίζοντας τον πληθυσμό κάθε Ο.Τ. σε τρεις ηλικιακές ομάδες. Την 1η από 0 έως 20 ετών, τη δεύτερη από 21 έως 65 και την τρίτη άνω των 66 ετών. Η κάθε μια από αυτές τις ομάδες «κινείται» διαφορετικά μέσα στη διάρκεια της ημέρας, άρα συμμετέχει με διαφορετικό ποσοστό στην δημιουργία ελκυστικότητας μιας περιοχής.

ΕΙΔΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	1η ΟΜΑΔΑ (0-20)	2η ΟΜΑΔΑ (21-65)	3η ΟΜΑΔΑ (66+)
Επιχειρήσεις	0	0,6	0,4
Σχολεία	1	0	0
Δημόσιες Υπηρεσίες	0	0,4	0,5
Πλατείες	0	0	0,1
Αθλητικοί Χώροι	0	0	0

Πίνακας 3.2 : Ποσοστό συμμετοχής ηλικιακών ομάδων στις διάφορες δραστηριότητες, σε πλήρη λειτουργία πόλης. **Πηγή :** Ιδία επεξεργασία.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.2, θεωρούμε ότι η πρώτη ομάδα βρίσκεται σε σχολεία, ενώ οι άλλες δύο ομάδες, κινούνται κυρίως μεταξύ επιχειρήσεων και δημοσίων υπηρεσιών. Στην ουσία αυτό το σενάριο αφορά στις εργάσιμες ώρες 08:00 – 16:00.

Αφού λοιπόν έχουν περιγραφεί οι βασικές μεταβλητές του προβλήματος που αντιμετωπίζει η παρούσα διπλωματική εργασία, θα γίνει αναφορά στη συνέχεια των τεχνικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση.

3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η βασική αντιμετώπιση του προβλήματος, έγκειται στη χρήση των ΓΣΠ και της χωρικής ανάλυσης. Για την αντιμετώπιση του ζητήματος χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες τεχνικές ανάλυσης που παρουσιάζονται εν συνεχεία. Πέραν των μεταβλητών που αναλύθηκαν στα προηγούμενα, κάποια βασικά στοιχεία της ανάλυσης προκύπτουν με τη χρήση συγκεκριμένων τεχνικών. Αυτά τα στοιχεία αποτελούν και προαπαιτούμενα για την εξέλιξη της μεθοδολογίας. Στη περίπτωση που αντιμετωπίζει η παρούσα, το γενικό πλαίσιο που εφαρμόζεται, είναι αυτό της χωροθέτησης – κατανομής. Για να φτάσουμε στο σημείο αυτό, να κατανεμηθεί ο πληθυσμός στους χώρους καταφυγής δηλαδή, χρησιμοποιούνται και άλλες τεχνικές της ανάλυσης χώρου, οι οποίες παρουσιάζονται και αυτές. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούνται κυρίως οι εξής :

- Εύρεση Γεωστατιστικών Δεικτών :
 - Χωρικός Μέσος,
 - Τυπική Απόσταση
- Ανάλυση Σημειακών προτύπων :

- Μέτρηση πυκνότητας πυρήνα (kernel density)
- Ανάλυση Δικτύου
 - Χωροθέτηση – κατανομή
 - Εύρεση Βέλτιστων διαδρομών

3.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ

3.4.1 ΓΕΩΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Οι γεωστατιστικοί δείκτες αποτελούνται από έναν αριθμό μετρήσεων και δεικτών για την περιγραφή και την ανάλυση γεωγραφικών δεδομένων, που ορίζονται ως σημεία σε ένα χωρικό σύστημα. Οι δείκτες αυτοί είναι ισοδύναμοι ή παρόμοιοι με τους δείκτες σε άλλους τομείς της στατιστικής που αναφέρονται σε μη γεωγραφικά δεδομένα. Επομένως, οι γεωστατιστικοί δείκτες παρέχουν στον ερευνητή – μελετητή στοιχεία ισοδύναμα με μερικά από τα πιο βασικά εργαλεία της μη χωρικής στατιστικής για την περιγραφή και την ανάλυση των χωρικών δεδομένων (Κουτσόπουλος, 2009).

Οι χωρικές κατανομές, όμως, σε αντίθεση με τις μη χωρικές, παρουσιάζουν μια ιδιαιτερότητα. Συγκεκριμένα, η δομή τους είναι πολλαπλών διαστάσεων (multi-variable). Στην πιο απλή μορφή της μια χωρική κατανομή αποτελείται μόνο από χωρικές πληροφορίες, που συνήθως παρουσιάζονται με τη μορφή ενός χάρτη με πολλά σημεία. Για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης, όμως, αυτός ο απλός χάρτης είναι ήδη σύνθετος, αφού κάθε σημείο του έχει δύο διαστάσεις (X, Y) για την τετμημένη και την τεταγμένη αντίστοιχα. Έτσι στην πραγματικότητα υπάρχουν δύο υπό-κατανομές ή, όπως αποκαλείται, μια δι-μεταβλητή κατανομή. Βέβαια, οι περισσότερες από τις χωρικές κατανομές ή χάρτες παρουσιάζουν ακόμα μεγαλύτερες στατιστικές δυσκολίες, αφού μπορούν να αποδοθούν σε καθένα από τα σημεία της κατανομής επιπλέον μεγέθη ή ιδιότητες. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια τρι-μεταβλητή σειρά (Κουτσόπουλος, 2009).

Παρατηρούμε πως τα χωρικά δεδομένα, για τους λόγους που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα, απαιτούν τους δικούς τους στατιστικούς δείκτες. Υπάρχουν πολλοί τρόποι, ανάλογοι των μη χωρικών για την παρουσίαση στοιχείων χωρικών κατανομών. Καθεμιά από τις μεθόδους αυτές έχει και ορισμένα μειονεκτήματα. Ακόμα και αν αυτά τα μειονεκτήματα δεν αφορούν παρά συγκεκριμένες περιπτώσεις, είναι χρονοβόρο να

παρασταθεί ολόκληρη η κατανομή που ενδιαφέρει. Επομένως, συχνά είναι ευκολότερο και πιο αποδοτικό να δίνεται έμφαση σε ορισμένα μόνο χαρακτηριστικά των κατανομών, που είναι δυνατόν να προσδιορίσουν την κατανομή ως σύνολο. Τέτοια χαρακτηριστικά μπορούν να συνοψιστούν σε μια ή περισσότερες αριθμητικές τιμές, οι οποίες περιλαμβάνουν ένα μέρος μόνο της πληροφορίας που περιλαμβάνει ολόκληρη η κατανομή. Δύο τέτοια χαρακτηριστικά κάθε κατανομής είναι οι μετρήσεις της χωρικής κεντρικότητας και της χωρικής διασποράς. Οι δείκτες της χωρικής κεντρικότητας είναι οι τρόποι που περιγράφουν την τυπική ή μέση τιμή της μεταβλητής. Οι δείκτες διασποράς περιγράφουν την έκταση των διαφορών ανάμεσα στις πιθανές τιμές της μεταβλητής (Κουτσόπουλος, 2009).

Στην παρούσα εργασία οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν είναι ο χωρικός μέσος από τους δείκτες κεντρικότητας και η τυπική απόσταση από τους δείκτες χωρικής διασποράς.

Ο Χωρικός μέσος είναι αντίστοιχος με τον αριθμητικό μέσο μιας μη χωρικής

κατανομής ($\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$). Συγκεκριμένα, αν κάθε σημείο i στο χώρο περιγράφεται με τις συντεταγμένες του (X_i, Y_i), τότε οι συντεταγμένες του χωρικού μέσου προκύπτουν από τους τύπους :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n},$$

όπου n ο αριθμός των σημείων της χωρικής κατανομής.

Η τυπική απόσταση από την άλλη, είναι η μέτρηση της χωρικής διασποράς σε σχέση με το χωρικό μέσο. Η τυπική απόσταση δίνεται από τον τύπο :

$$TA = \sqrt{\frac{\sum d_{im}^2}{n}}, \text{ όπου :}$$

TA = τυπική απόκλιση,

d_{im} = απόσταση του σημείου i από το χωρικό μέσο m .

Η χρήση των συγκεκριμένων δεικτών εξυπηρετεί την περαιτέρω ανάλυση, αλλά δείχνει και με παραστατικό τρόπο τη διασπορά και τον τρόπο κατανομής των διαφόρων λειτουργιών της πόλης. Κρίνεται σκόπιμη η χρήση των δεικτών αυτών για τον προσδιορισμό στατιστικών στοιχείων που απαιτούνται για την ανάλυση, αλλά επίσης οπτικοποιούν σημαντικά στοιχεία της πόλης.

Εκτός της χρήσης γεωστατιστικών δεικτών, στις διαθέσιμες προς χρήση τεχνικές περιλαμβάνονται και οι μέθοδοι χωροθέτησης και οι οποίες παρουσιάζονται στην συνέχεια.

3.4.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΠΥΡΗΝΑ (KERNEL DENSITY)

Οι μέθοδοι μέτρησης της πυκνότητας πυρήνα, αποσκοπούν στον να υπολογιστεί η πυκνότητα κάποιου χαρακτηριστικού ενός σημείου, σε μια γειτονιά γύρω από αυτό. Χρησιμοποιείται για παράδειγμα, για την εύρεση της πυκνότητας των κτιρίων μιας περιοχής, της πυκνότητας εμποριών δραστηριοτήτων, των δικτύων κοινής ωφέλειας, των δρόμων μιας πόλης κλπ. Μπορεί να εφαρμοστεί είτε για σημειακά δεδομένα, είτε για γραμμικά. Το πλεονέκτημα που εισάγει, είναι ότι από διανυσματικά δεδομένα(vector) μπορούμε να μεταβούμε σε ψηφιδωτά (raster).

Η εφαρμογή τέτοιων μεθόδων στην συγκεκριμένη εργασία, είχε να κάνει με την δημιουργία επιφανειών που να απεικονίζουν την πυκνότητα των διαφόρων δραστηριοτήτων. Την πυκνότητα των εμπορικών δραστηριοτήτων, την πυκνότητα των σχολείων, των δημοσίων υπηρεσιών, των πλατειών και των αθλητικών χώρων. Από τις επιφάνειες αυτές και σύμφωνα με όσα προηγήθηκαν στην ανάλυση των μεταβλητών, προκύπτει η ελκυστικότητα του κάθε οικοδομικού τετραγώνου στην πόλη.

3.4.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ

Οι μέθοδοι χωροθέτησης λειτουργιών αποσκοπούν στην εύρεση της βέλτιστης θέσης των εξεταζόμενων λειτουργιών μέσω της ικανοποίησης κάποιων ποσοτικοποιημένων στόχων που έχουν καθοριστεί στην αρχή της μελέτης. Είναι σαφές πως οι στόχοι είναι αναγκαστικά περιορισμένοι αφού δεν είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθούν όλες οι παράμετροι του επιθυμητού αποτελέσματος.

Παρόλα αυτά, οι μέθοδοι χωροθέτησης παρέχουν μία πρόταση για τη θέση που αποτελεί άλλωστε τον κρισιμότερο παράγοντα σε ένα σύστημα λειτουργιών και μπορεί στη συνέχεια να επανεξεταστεί υπό το πρίσμα κάποιων ποιοτικών στόχων. Ο ρόλος

δηλαδή των μεθόδων χωροθέτησης δεν είναι πάντα καθοριστικός για την επιλογή της θέσης αλλά μπορεί να αποτελέσει μια πρόταση που θα κατευθύνει στην συνέχεια την τελική απόφαση.

Οι δύο βασικές κατηγορίες μεθόδων χωροθέτησης είναι οι πολυκριτηριακές μέθοδοι (Multiple Criteria Analysis) και τα υποδείγματα χωροθέτησης - κατανομής (Location-Allocation Models). Οι πολυκριτηριακές μέθοδοι περιλαμβάνουν απλές αναζητήσεις βάσει κριτηρίων που σχετίζονται με την απόσταση, το χρόνο, το πλήθος των υπηρεσιών ανά μονάδα επιφάνειας κ.α. Τα υποδείγματα χωροθέτησης - κατανομής είναι μέθοδοι σύμφωνα με τις οποίες προσδιορίζεται το βέλτιστο σύνολο λύσεων για μία ή περισσότερες λειτουργίες που καλούνται να εξυπηρετήσουν τον πληθυσμό που δημιουργεί την ζήτηση. Η παραδοχή που γίνεται στα περισσότερα υποδείγματα χωροθέτησης - κατανομής είναι πως «όλα τα άτομα... θα επισκέπτονται πάντα το πλησιέστερο κέντρο ή υπηρεσία που παρέχει το είδος εξυπηρέτησης που επιθυμούν» (Bailey και Gatrell, 1995)

Η ιστορία των υποδειγμάτων αυτών αρχίζει το 1965 με το υπόδειγμα του Hakimi (Hakimi, 1964) όπου «σε δοσμένο δίκτυο η κόμβων ζητείται η τοποθέτηση p κέντρων εξυπηρέτησης και η κατανομή των υπολοίπων $n-p$ στα κέντρα αυτά, ώστε η συνολική απόσταση μετακίνησης των πληθυσμών των κόμβων προς τα πλησιέστερα προς αυτούς κέντρα να είναι η ελάχιστη δυνατή» (Κουτσόπουλος, 2000). Στο πλαίσιο ενός υποδείγματος χωροθέτησης κατανομής γίνεται αρχικά η χωροθέτηση των λειτουργιών και στη συνέχεια ακολουθεί η κατανομή των κόμβων ζήτησης. Βέβαια, η εξέλιξη που έχει επέλθει και σε αυτόν τον τομέα, έχει κατάληξη στη δημιουργία υποδειγμάτων που πραγματοποιούν και τις δύο διαδικασίες (χωροθέτηση και κατανομή) ταυτόχρονα.

3.4.4 TO NETWORK ANALYST TOY ArcGIS

Η ανάλυση δικτύου γίνεται με τη χρήση κάποιων προγραμμάτων επεκτάσεων των ΓΣΠ. Ένα τέτοιο είναι το Network Analyst του ArcGIS 10.1. Αυτό 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 για τα προβλήματα χωροθέτησης - κατανομής.

Χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο εργαλείο, μπορούμε να δημιουργούμε 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, ένα εξελιγμένο μοντέλο δικτύου δεδομένων.

Με το Network Analysis του ArcGIS 10.1 :

- Εντοπίζουμε βέλτιστες διαδρομές
- Είναι το πλέον αποδοτικό εργαλείο για εύρεση διαδρομών για ένα αριθμό οχημάτων που πρέπει να επισκεφτούν 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

3.4.4.1 LOCATION – ALLOCATION

Η βασική έννοια του location-Allocation βασίζεται σε προϋπάρχουσες μελέτες, όπως το μοντέλο του Weber (Weber, 1909) και την εξέλιξη αυτών. Έτσι και στη γενική τους μορφή τα προβλήματα Χωροθέτησης - Κατανομής ορίζονται ως εξής: *Με δεδομένο ένα χωρικό σύστημα ζήτησης, να χωροθετηθούν κέντρα παροχής υπηρεσιών (προσφορά) και να περιφερειοποιηθεί ο χώρος (ζήτηση) ως προς αυτά τα κέντρα, κατά τον "καλύτερο δυνατό τρόπο". Όπου ο «καλύτερος δυνατός τρόπος» επιτυγχάνεται μέσω της βελτιστοποίησης κάποιας αντικειμενικής συνάρτησης, όπου μεγιστοποιείται το όφελος ή ελαχιστοποιείται η απώλεια από τη χρησιμοποίηση των εν λόγω κέντρων εξυπηρέτησης(Φώτης, 1997)*

Η γενική μεθοδολογία βασίζεται στην θεωρία ύπαρξης ενός συστήματος ζήτησης στην οποία θέλουμε να χωροθετηθούν σε αυτό το χώρο (location), θέσεις τέτοιες ούτως ώστε

να καταταμηθεί (allocation) ο χώρος ως προς αυτά. Η εφαρμογή του δηλαδή αναζητά την βέλτιστη λύση της κατανομής των θέσεων ως προς τον χώρο για την μέγιστη κάλυψη με τις ελάχιστες θέσεις, δηλαδή την βέλτιστη χωρική κατανομή.

Η εφαρμογή του location-allocation αποτελεί μία εξέλιξη μαθηματικών τύπων και αλγορίθμων οι οποίοι σχετίζονται με τον χώρο και τον χρόνο μετακίνησης με βάση το δίκτυο μεταφοράς μεταξύ των θέσεων. Την προβληματική των αλγορίθμων και την εξέλιξη αυτών παρουσιάζουν οι Liu και Zhu (Liu και Zhu, 2006) στην μελέτη τους για την δημιουργία ενός νεότερου αλγορίθμου ‘fuzzy capacitated location-allocation’.

Η ανάπτυξη των μοντέλων χωροθετήσεων-κατανομών (location-allocation) διακρίνεται σε 3 μοντέλα (Zhou και Liu, 2003):

(α) Το μοντέλο P-διάμεσος (P-median) που επιλύει το χωροθετικό πρόβλημα συγκεκριμένων κέντρων παροχής υπηρεσιών με τον βέλτιστο τρόπο, έτσι ώστε το άθροισμα των κορυφών από τα πλησιέστερα προς αυτά κέντρα παροχής υπηρεσιών να είναι ελάχιστο (Hakimi, 1965 Λουκάκης, 2010). Σε αυτό τίθενται και μία σειρά περιορισμών όπως το μέγιστο κόστος, η χωρητικότητα κτλ.

(β) Το μοντέλο P-Διάκεντρων (P-centers), που αναφέρεται σε προβλήματα στα οποία, μέσω της βελτιστοποίησης της αντικειμενικής συνάρτησης, επιδιώκεται η τοποθέτηση ενός δεδομένου αριθμού κέντρων παροχής υπηρεσιών (P) με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η ελάχιστη απόσταση ή ο χρόνος ενός οποιουδήποτε σημείου από το κοντινότερο κέντρο παροχής υπηρεσιών (Λουκάκης, 2010)

(γ) Το μοντέλο Κάλυψης (Covering model) που επιλύει το χωροθετικό πρόβλημα ενός αριθμού κέντρων παροχής υπηρεσιών (P) έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η κάλυψη των πελατών, μέσα σε μία συγκεκριμένη απόσταση ή χρόνο μεταφοράς S (Λουκάκης, 2010). Το συγκεκριμένο μοντέλο ονομάζεται επίσης και μοντέλο απόστασης ή χρόνου.

Έτσι μέσα από την θεωρητική προσέγγιση του location-allocation μπορούμε να καταλάβουμε πως η προσέγγιση της βέλτιστης θέσης ως προς τον χώρο αποτελεί και το κύριο μέλημα της και στις τρεις κατηγορίες που την αποτελούν. Μέσα στα ΓΣΠ υπάρχει μία σειρά επιλογών (έτοιμων αλγορίθμων) για την εφαρμογή του location-allocation. Αυτοί είναι:

- η ελαχιστοποίηση της μέσης απόστασης (p-median) από το κέντρο εξυπηρέτησης (minimize impedance),
- η μέγιστη κάλυψη των σημείων εξυπηρέτησης (maximize coverage),
- η μέγιστη κάλυψη των σημείων εξυπηρέτησης για συγκεκριμένη δυναμικότητα (maximize capacitated coverage)
- η ελαχιστοποίηση των σημείων εξυπηρέτησης με την μέγιστη κάλυψη (minimize facilities),
- η μεγιστοποίηση του επιπέδου εξυπηρέτησης με δεδομένο τον αριθμό των σημείων εξυπηρέτησης (maximize attendance),
- η μεγιστοποίηση του αγοραστικού κοινού (maximize market share),
- ο υπολογισμός των κατάλληλων σημείων εξυπηρέτησης με βάση ένα δεδομένο ποσοστό αγοραστικού κοινού (target market share).

Κάθε ένας από αυτούς χρειάζεται ασφαλώς δεδομένα (σημεία, στάθμιση σημείων με βάρη κτλ) τέτοια, ούτως ώστε τα αποτελέσματα που προκύπτουν να είναι αληθή και όσο το δυνατόν πιο ενημερωμένα.

Η ύπαρξη αυτών των έτοιμων αλγορίθμων ασφαλώς και διευκολύνει τον εκάστοτε μελετητή αφού μέχρι και το 2010 δεν υπήρχε σε πρόγραμμα του εμπορίου κάτι αντίστοιχο που να μπορεί να εφαρμοστεί το location-allocation. Όπως αναφέρεται και παραπάνω η εξέλιξη της τεχνολογίας είναι αυτή που εξελίσσει ταυτόχρονα τόσο τις τεχνικές, όσο και τις μεθόδους ανάλυσης της επιστήμης.

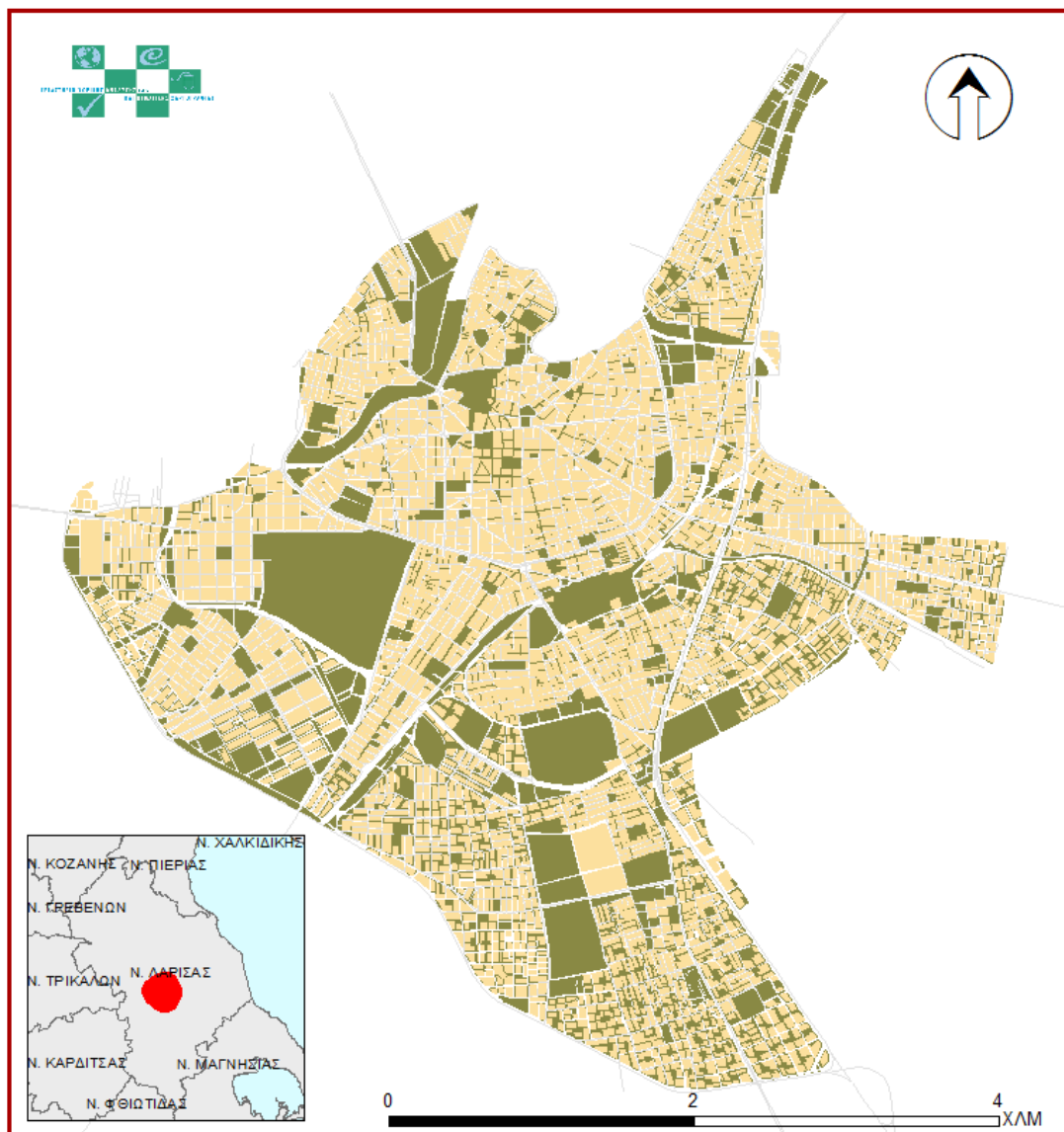
Στην εφαρμογή της συγκεκριμένης εργασίας έγινε χωροθέτηση – κατανομή (location-allocation) του πληθυσμού στους διαθέσιμους ελεύθερους χώρους, με την ελαχιστοποίηση της μέσης απόστασης από το εξυπηρετούμενο κέντρο (minimize impedance).

Στα προηγούμενα έγινε αναφορά στα ΓΣΠ και σε μεθόδους χωρικής ανάλυσης, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν σε τέτοια συστήματα. Ιδίως η ανάλυση δικτύου που γίνεται με την επέκταση Network Analyst του ArcGIS 10.1, είναι ιδιαίτερος χρήσιμη σε εφαρμογές διαχείρισης εκτάκτων καταστάσεων. Ειδικότερη αναφορά, τόσο στη διαχείριση εκτάκτων καταστάσεων, όσο και στην εφαρμογή των ΓΣΠ σε τέτοιες καταστάσεις, γίνεται στο κεφάλαιο που ακολουθεί, εφαρμόζοντας την μεθοδολογία σε συγκεκριμένο παράδειγμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΕΦΑΡΜΟΓΗ

4.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι το πολεοδομικό συγκρότημα του Δήμου Λαρισαίων (χάρτης 4.1). Η σημαντικότητα της περιοχής, έγκειται σε διάφορους παράγοντες. Στην πόλη της Λάρισας εδρεύουν μεγάλης σημασίας στρατιωτικοί σχηματισμοί, όπως η 1^η ΣΤΡΑΤΙΑ, το Αρχηγείο Τακτικής Αεροπορίας (Α.Τ.Α.) και η 110 Πτέρυγα Μάχης. Επίσης στην περιοχή είναι εγκατεστημένο το Περιφερειακό Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο, που εξυπηρετεί όλη την περιφέρεια Θεσσαλίας, η Περιφερειακή Αστυνομική διεύθυνση καθώς και η έδρα της Περιφέρειας Θεσσαλίας και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Στερεάς Ελλάδας και Θεσσαλίας. Συν τοις άλλοις η περιοχή της Λάρισας σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό του 2000, όπως τροποποιήθηκε το 2003, ανήκει στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II (χάρτης 4.2), γεγονός που δείχνει αυξημένη σεισμικότητα για την περιοχή. Εξάλλου σύμφωνα και με τη μικροζωνική μελέτη που έχει εκπονηθεί για τη πόλη της Λάρισας, προκύπτει αρκετά αυξημένος συντελεστής σεισμικής επικινδυνότητας.

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

— ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΚΑΤΟΙΚΙΑ

ΑΛΛΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

1:35.000

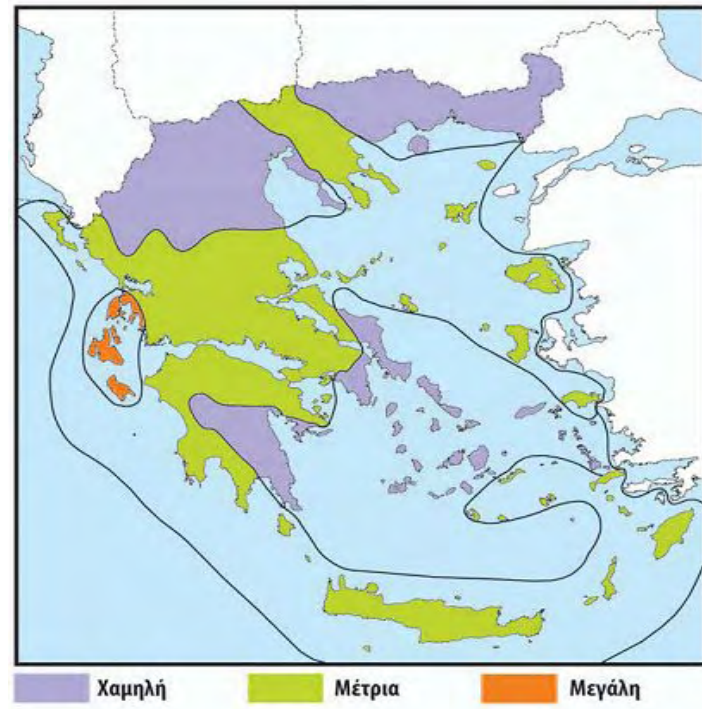
ΧΑΡΤΗΣ 4.1 : ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜ. ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΦΟΙΤΗΤΗΣ : Δ.Χ. ΚΟΚΚΑΛΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : Γ.Ν. ΦΩΤΗΣ
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013

Πηγή Υποβάθρων : Δήμος Λαρισίων & ίδια επεξεργασία



Χάρτης 4.2. Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας Ελλάδος. Πηγή : Διαδικτυακός τόπος : <http://digitalschool.minedu.gov.gr>

Τα βασικά υπόβαθρα που χρειάστηκαν για την εφαρμογή της μεθόδου που αναπτύχθηκε στο 3^ο κεφάλαιο, ήταν τα Οικοδομικά Τετράγωνα (Ο.Τ.) της πόλης της Λάρισας, με τον πληθυσμό τους, οι οδικοί άξονες, οι θέσεις των Ελεύθερων χώρων, οι θέσεις των δημόσιων υπηρεσιών, των σχολείων, των Εκκλησιών κλπ.

Η αρχική αντιμετώπιση του θέματος, ήταν να απεικονιστεί ο πραγματικός πληθυσμός των Ο.Τ. βάσει στοιχείων που θα διέθετε η ΕΛΣΤΑΤ. Τα διαθέσιμα από την ΕΛΣΤΑΤ στοιχεία, αφορούσαν την απογραφή πληθυσμού του 2001, αγνοώντας έτσι αρκετές περιοχές της πόλης, όπου σήμερα υπάρχει πληθυσμός (Φωτοχάρτης 4.3). στο χάρτη 4.3 που ακολουθεί, φαίνεται για την περιοχή της Νέας Πολιτείας, ότι αρκετά Ο.Τ. (με το αχνό κόκκινο χρώμα) δεν είχαν πληθυσμό κατά την απογραφή του 2001, ενώ σήμερα υπάρχουν πολλές κατοικίες. Αποφασίστηκε λοιπόν, λαμβάνοντας υπόψη και το γεγονός πως το πρότυπο εκκένωσης θα πρέπει να είναι γενικό, να ληφθεί υπόψη ο μέγιστος θεωρητικός πληθυσμός.

Αυτός προέκυψε με τη συσχέτιση του επιτρεπομένου Συντελεστή Δόμησης (Σ.Δ.) με την διαθέσιμη επιφάνεια των οικοδομικών τετραγώνων και λαμβάνοντας υπόψη τις συστάσεις του κτιριοδομικού κανονισμού, όπου για χρήση κατοικίας απατούνται 18

τ.μ. ανά άτομο. Έτσι προέκυψε ο μέγιστος θεωρητικός πληθυσμός που μπορεί να στεγαστεί στην πόλη της Λάρισας (πίνακας 4.1)



Ορθοφωτοχάρτης 4.3 : Περιοχή Νέας Πολιτείας, Δ. Λαρισαίων. Απεικόνιση Ο.Τ. που δεν είχαν πληθυσμό κατά την απογραφή του 2001. Πηγή: Δεδομένα πληθυσμού : ΕΛΣΤΑΤ, Υπόβαθρα: Google Earth – Ιδία επεξεργασία.

Τα υπόβαθρα των Ο.Τ. δόθηκαν από τη διεύθυνση πολεοδομίας του Δήμου Λαρισαίων. Αφορούσαν σε Ο.Τ. με τα χαρακτηριστικά τους (εμβαδά, χρήσεις γης, κλπ), στο οδικό δίκτυο και στις υπηρεσίες. Όσα από τα υπόβαθρα δεν μπορούσαν να βρεθούν έτοιμα, δημιουργήθηκαν με ίδια επεξεργασία. Στη συνέχεια δίνονται συνοπτικά κάποια στοιχεία που αφορούν στην υπό μελέτη περιοχή, στον πίνακα που ακολουθεί.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Ο.Τ.	13.741.465,16 τ.μ.
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Ο.Τ. ΠΡΟΟΡΙΖΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΔΟΜΗΣΗ	8.265.941,21 τ.μ.
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ Κ.Χ.	1.716.571,70 τ.μ.
ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΣΤΕΓΑΣΤΕΙ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ	619.526 Άτομα
ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΧΩΡΩΝ ΒΑΣΕΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΟΑΣΠ	858.284 Άτομα

Πίνακας 4.1 : Στοιχεία της υπό μελέτη περιοχής. **Πηγή :** Ιδία επεξεργασία

Από μια πρώτη ανάγνωση των περιεχομένων του πίνακα 4.1, διακρίνει κανείς εύκολα πως στο σύνολο της πόλης η δυναμικότητα των ελευθέρων χώρων, είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της μέγιστης δυνατής πληθυσμιακής ανάπτυξης. Αυτό που ερευνάται στη συνέχεια, είναι το κατά πόσο αυτοί οι χώροι είναι κατανομημένοι στο σύνολο του πολεοδομικού συγκροτήματος, πληρώντας όλες τις προϋποθέσεις που θέτει ο ΟΑΣΠ.

Επίσης είναι εμφανές πως το συνολικό μέγεθος του πληθυσμού, είναι κατά πολύ μεγαλύτερο του πραγματικού πληθυσμού που ζει στην πόλη της Λάρισας. Αυτό δεν αποτελεί ελάττωμα της παρούσας, διότι ένας από τους ελέγχους που πρέπει να γίνουν, είναι το κατά πόσον επαρκούν οι σχεδιασμένοι για αυτή τη χρήση, ελεύθεροι χώροι. Αυτό σε συνδυασμό με τον επιτρεπόμενο συντελεστή δόμησης που έχει δοθεί σε μια περιοχή, άρα αποσκοπεί και στον έλεγχο κατά μίαν έννοια του συντελεστή δόμησης. Επίσης είναι γνωστό αλλά όχι μετρήσιμο, τουλάχιστο για την παρούσα, ότι ένα μεγάλο ποσοστό κατοίκων της Λάρισας, κυρίως αγροτών, διαμένουν στη Λάρισα, αλλά απογράφονται στα χωριά τους. Έτσι ένα ποσοστό του πληθυσμού που πραγματικά βρίσκεται στη Λάρισα, δεν αποτυπώνεται σε στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ. Συν τοις άλλοις, η πόλη της Λάρισας προσελκύει καθημερινά πολίτες που διαμένουν στα γύρω χωριά και στις γύρω κωμοπόλεις (από Ελασσόνα, Τύρναβο, Αμπελώνα, Αγιά, Φάρσαλα κλπ) και οι οποίοι είτε εργάζονται, είτε έρχονται για διασκέδαση και εμπορικές δραστηριότητες στην πόλη της Λάρισας. Ακόμη και νεανικός πληθυσμός που παρακολουθεί μαθήματα στα φροντιστήρια της πόλης και έρχεται από τα γύρω χωριά. Άρα στην πόλη της

Λάρισα, καθημερινά κινείται σαφώς περισσότερος πληθυσμός από ότι φαίνεται ότι κατοικεί.

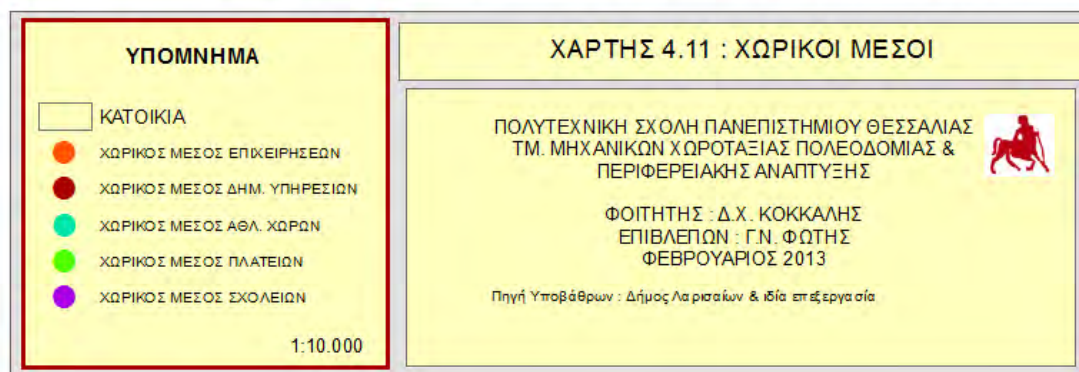
4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για την ανάλυση και την εξεύρεση ορισμένων χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν γεωστατιστικοί δείκτες. Ως προς τη χρήση των γεωστατικών δεικτών έχουν παρατηρηθεί, ότι οι χωρικοί μέσοι και των πέντε επιμέρους «δραστηριοτήτων», ευρίσκονται εντός του περιγράμματος του ευρύτερου κέντρου της πόλεως. Ο πιο απομακρυσμένος είναι ο χωρικός μέσος των αθλητικών χώρων. Οι πιο κεντρικοί είναι αυτοί των δημοσίων υπηρεσιών και των επιχειρήσεων(χάρτης 4.11)

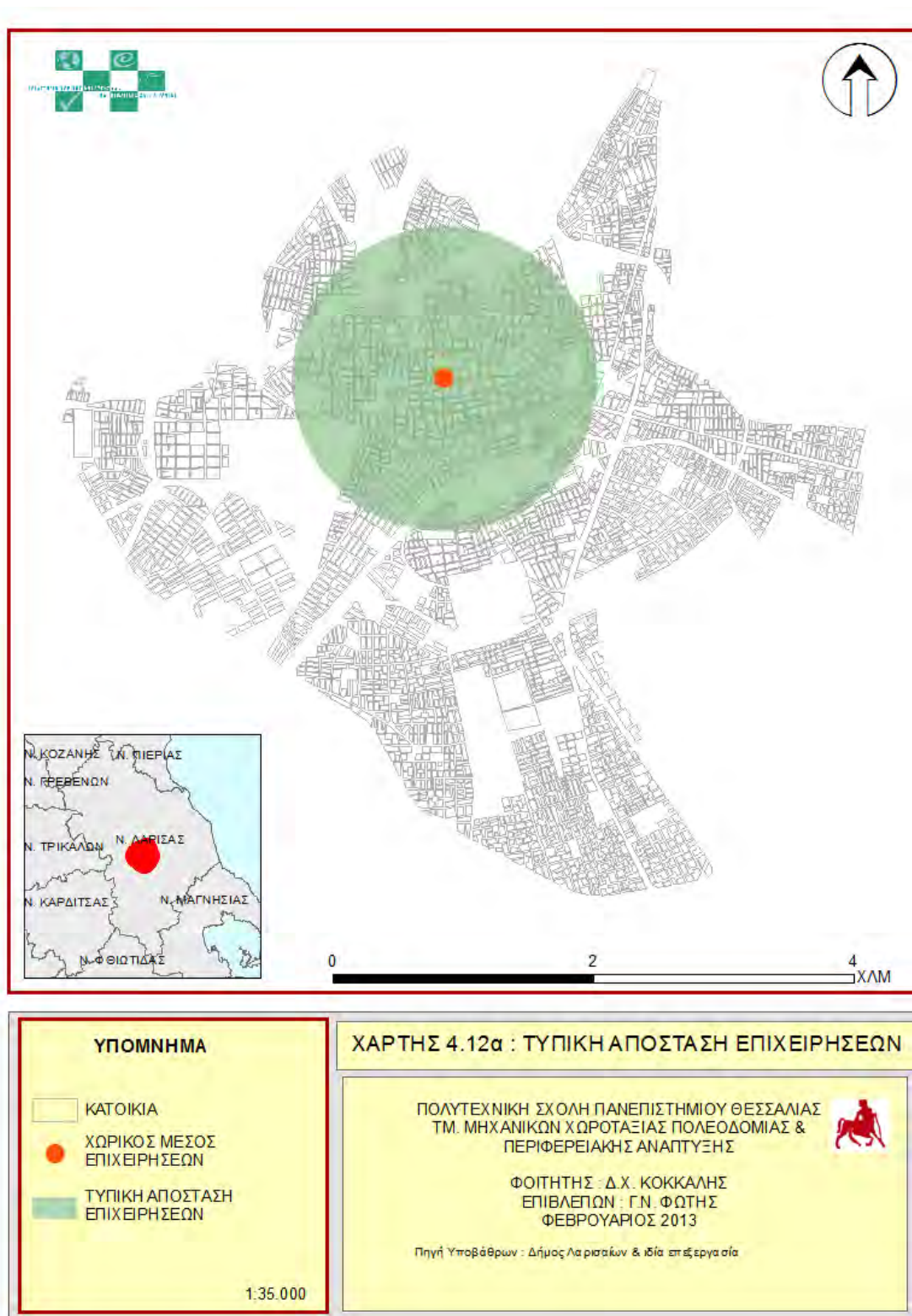
Οι τυπικές αποστάσεις, παρουσιάζουν μεγαλύτερες διακυμάνσεις, οι οποίες σχετίζονται με το πόσο μεγαλύτερη είναι η διασπορά της κάθε δραστηριότητας. Τη μικρότερη τυπική απόσταση έχουν οι δημόσιες υπηρεσίες, οι οποίες περιορίζονται στο πιο κεντρικό κομμάτι της πόλης. Αμέσως μεγαλύτερη παρουσιάζουν οι επιχειρήσεις, οι οποίες και αυτές με τη σειρά τους βρίσκονται στον ευρύτερο χώρο του κέντρου της πόλης. Τη μεγαλύτερη τυπική απόσταση παρουσιάζουν τα σχολεία, ίση με 1936 μ. (πίνακας 4.4)

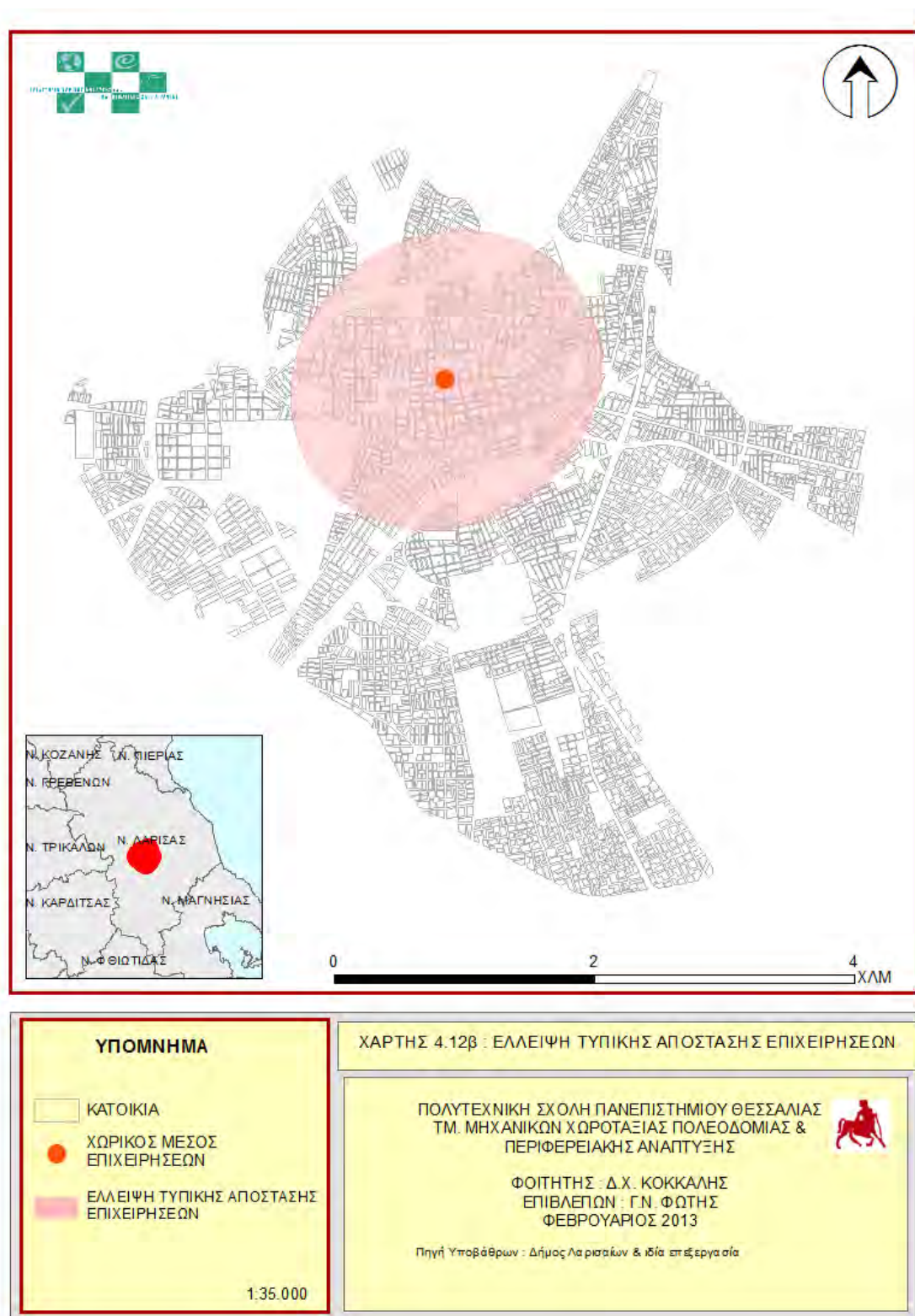
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ	1172 μ.
ΣΧΟΛΕΙΑ	1936 μ.
ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	709 μ.
ΠΛΑΤΕΙΕΣ	1569 μ.
ΑΘΛΗΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	1697 μ.

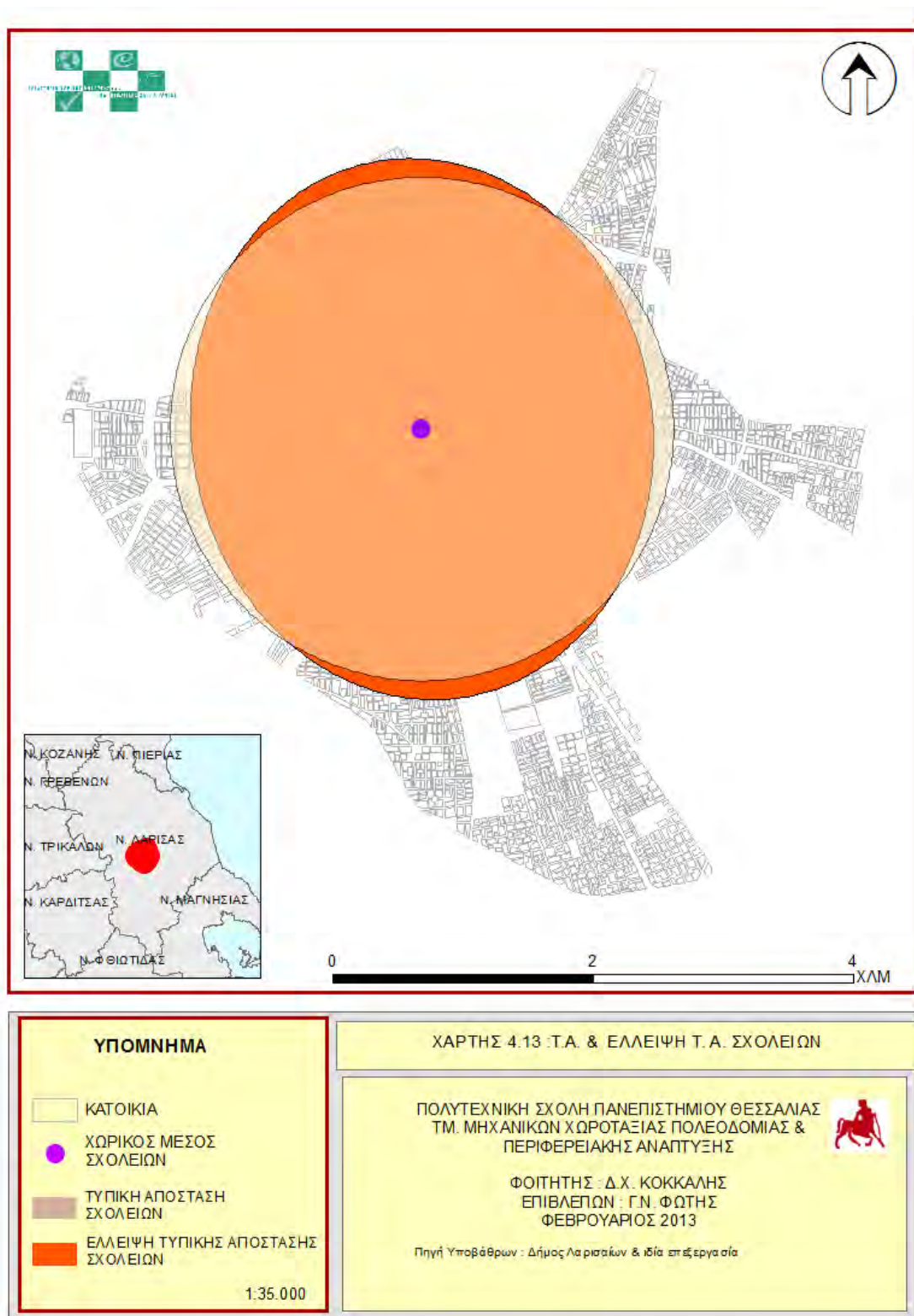
Πίνακας 4.4 : Τυπικές αποστάσεις σημειακών παραγόντων που συμμετέχουν στην ανάλυση. **Πηγή** : Ιδία επεξεργασία.

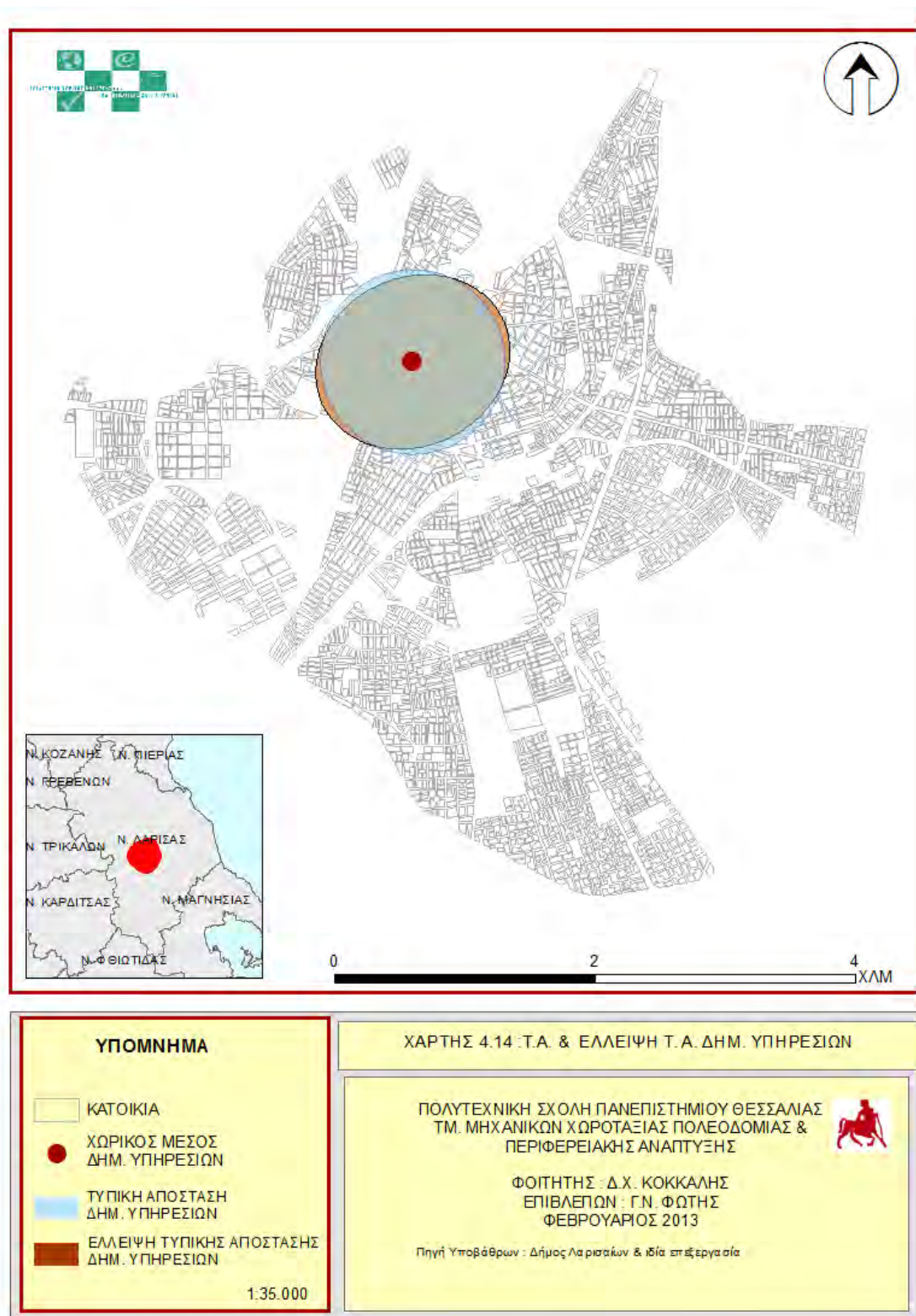


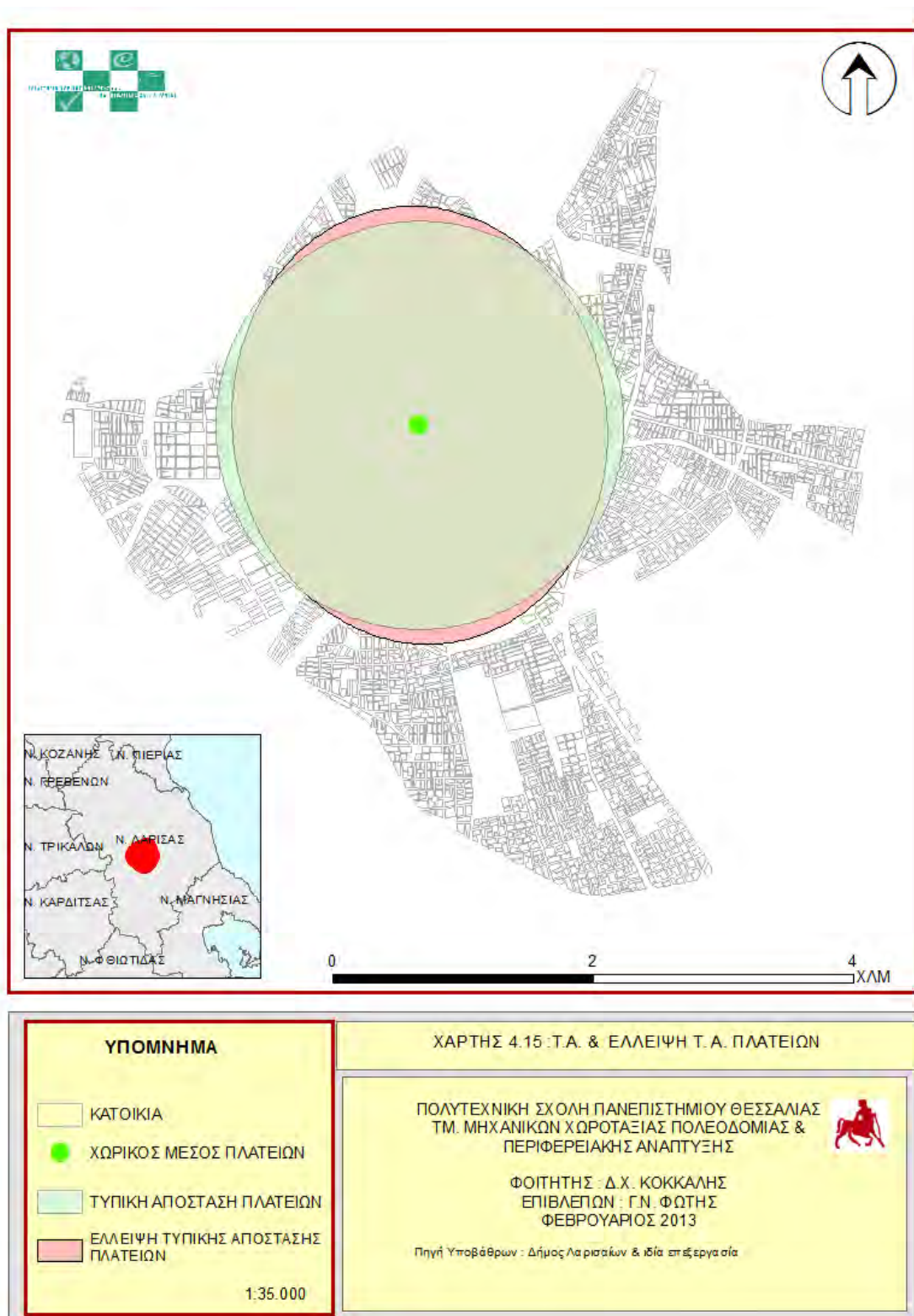
Από τις ελλείψεις τυπικής απόστασης του κάθε σημειακού αρχείου, προκύπτουν τα παρακάτω στοιχεία. Για τις δημόσιες υπηρεσίες, υπάρχει κάλυψη όλου του κέντρου της πόλης από το νοτιοδυτικό της τμήμα προς το βορειοανατολικό. Ανάλογη είναι και η κάλυψη των επιχειρήσεων, αλλά καταλαμβάνει μεγαλύτερο τμήμα σε σχέση με τις δημόσιες υπηρεσίες. Τα σχολεία και οι πλατείες παρουσιάζουν παρόμοια κατανομή και αναπτύσσονται στον άξονα βορά – νότου. Τα σχολεία καλύπτουν μεγαλύτερη επιφάνεια και το μεγαλύτερο τμήμα της πόλης. Τέλος οι αθλητικοί χώροι καλύπτουν τη μικρότερο επιφάνεια της πόλης και κινούνται από το νοτιοδυτικό στο βορειοανατολικό τμήμα (γήπεδα Νεάπολης – Σύμπλεγμα γηπέδων Αλκαζάρ). (χάρτες 4.12-4.16).

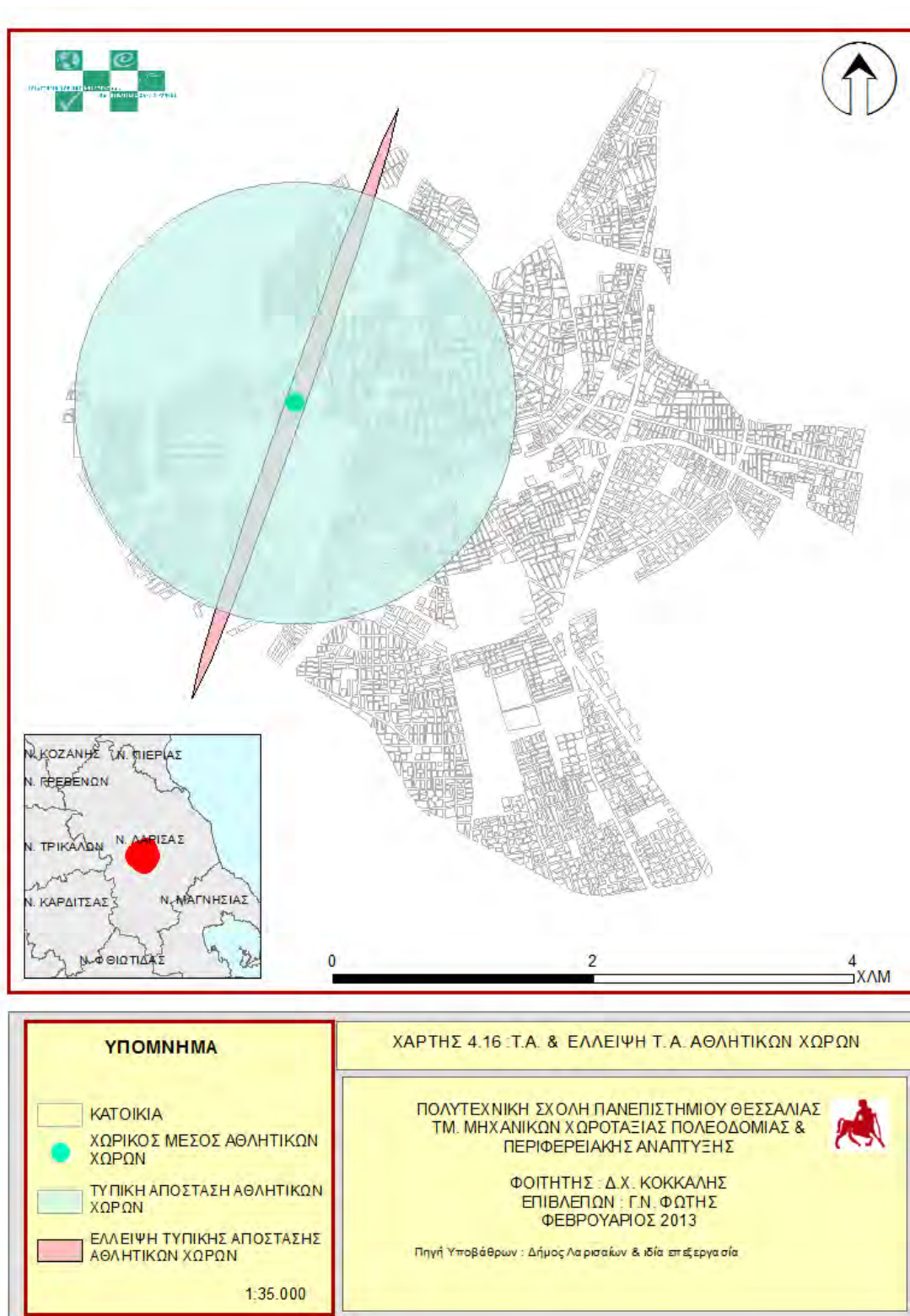












4.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Βασικό εργαλείο της ανάλυσης ήταν το λογισμικό ArcGIS, της εταιρείας ESRI, με τις διάφορες «επεκτάσεις» του, όπως το Network Analyst και το Spatial Analyst για παράδειγμα. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι αυτή που περιγράφηκε γενικώς στο 3^ο κεφάλαιο της παρούσας.

Αρχικά, υπολογίστηκε ο θεωρητικά μέγιστος πληθυσμός που μπορεί να στεγαστεί στην πόλη ανά Ο.Τ., με την εξάντληση του συντελεστή δόμησης, που ισχύει στην εκάστοτε περιοχή. Αυτό πρακτικά έγινε με τον τρόπο που περιγράφεται στις αμέσως επόμενες γραμμές της παρούσας εργασίας. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο σημείο, από το Δήμο Λαρισαίων είχαν χορηγηθεί ψηφιακά υπόβαθρα με τα οικοδομικά τετράγωνα της πόλης, τα οποία συνοδεύονταν από τα περιγραφικά χαρακτηριστικά τους. Ένα από αυτά τα χαρακτηριστικά ήταν το εμβαδό της επιφάνειας των οικοδομικών τετραγώνων. Το στοιχείο αυτό χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση του μέγιστου δυνατού πληθυσμού που μπορεί να στεγαστεί στο οικοδομικό τετράγωνο. Για την εύρεση του συντελεστή δόμησης που ισχύει σε κάθε περιοχή, εισήχθη στην πλατφόρμα του ArcGIS, ένα αρχείο .dwg του δήμου Λαρισαίων που δίνει τα περιγράμματα των περιοχών ανά συντελεστή δόμησης. Με βάσει αυτά τα περιγράμματα, επιλέχθηκαν τα πολύγωνα των οικοδομικών τετραγώνων και τους αποδόθηκαν οι συντελεστές δόμησης. Έτσι μπορούσε να υπολογιστεί ο μέγιστος θεωρητικός πληθυσμός ανά οικοδομικό τετράγωνο. Όπως θα αναφερθεί εκτενώς και στη συνέχεια, δεν ήταν τελικά αυτός ο πληθυσμός που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση, αλλά αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη κάποιων σεναρίων. Για την εκτίμηση του πληθυσμού σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο, ακολουθήθηκε μια διαδικασία εισαγωγής σεναρίων. Τα σενάρια, τα οποία παρουσιάζονται και οπτικοποιημένα στους πίνακες που έπονται, αφορούσαν σε δύο διαφορετικές λειτουργίες της πόλης. Το πρώτο σενάριο θεωρεί την πόλη σε πλήρη λειτουργία, με τις υπηρεσίες σε λειτουργία, τα εμπορικά καταστήματα ανοικτά, τον κόσμο στις εργασίες τους, τους μαθητές στα σχολεία κλπ.(πίνακας 4.2). Το δεύτερο σενάριο θεωρεί την πόλη, ως «μη λειτουργούσα», έτσι ώστε όλοι να βρίσκονται στις θέσεις τους(πληθυσμός από πιν. 4.1). Στη διαμόρφωση των σεναρίων ελήφθησαν υπόψη στοιχεία ηλικίας των διαμενόντων σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο. Στη συνέχεια αναφέρονται αναλυτικά οι διαδικασίες διαμόρφωσης των σεναρίων. Βασικός στόχος αυτής της διαδικασίας ήταν να υπολογιστεί, όσο αυτό ήταν εφικτό, η μετακίνηση

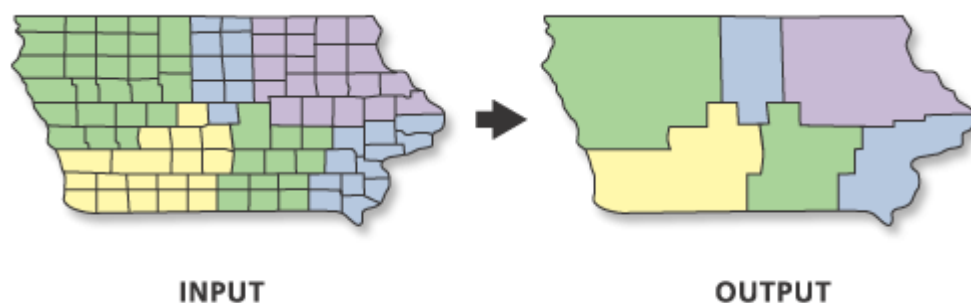
πληθυσμού εντός πόλης, ανάλογα με την ηλικία του και τις διάφορες δραστηριότητες της ημέρας.

ΕΙΔΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	1η ΟΜΑΔΑ (0-20)	2η ΟΜΑΔΑ (21-65)	3η ΟΜΑΔΑ (66+)
Επιχειρήσεις	0	0,6	0,4
Σχολεία	1	0	0
Δημόσιες Υπηρεσίες	0	0,4	0,5
Πλατείες	0	0	0,1
Αθλητικοί Χώροι	0	0	0

Πίνακας 4.2 : Συντελεστές συμμετοχής των τριών ηλικιακών ομάδων στο σενάριο της πλήρους λειτουργίας της πόλης. **Πηγή :** Ιδία επεξεργασία.

Τα στοιχεία των ηλικιακών ομάδων ανά οικοδομικό τετράγωνο, δεν ήταν διαθέσιμα από την ΕΛΣΤΑΤ. Στοιχεία για την ηλικία ευρέθησαν ανά απογραφικό τομέα. Η επόμενη διαδικασία αφορούσε στο διαχωρισμό των ηλικιακών ομάδων σε τρεις κατηγορίες, όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα. Έτσι ανά απογραφικό τομέα ήταν γνωστό το πλήθος των ατόμων που απάρτιζαν τις ομάδες αυτές. Ο στόχος ήταν να μεταφερθεί ο πληθυσμός των ομάδων αυτών σαν περιγραφική πληροφορία στα υπόβαθρα των οικοδομικών τετραγώνων. Εξάλλου στον πίνακα με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των οικοδομικών τετραγώνων, γνωρίζαμε τον απογραφικό τομέα στον οποίο άνηκε το κάθε οικοδομικό τετράγωνο. Έτσι με τη διαδικασία του dissolve μέσα από την εργαλειοθήκη του ArcGIS δημιουργήσαμε νέα πολύγωνα, τα οποία αποτελούσαν τους απογραφικούς τομείς, τους οποίους συνέθεταν τα αντίστοιχα οικοδομικά τετράγωνα.

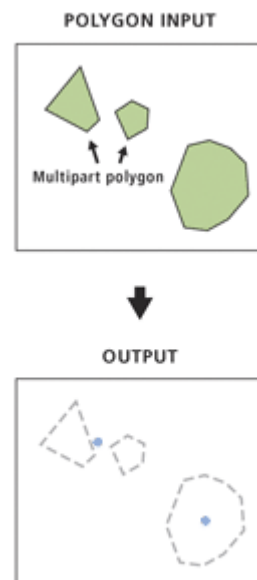
Ενδεικτικά στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η διαδικασία του dissolve :



Εικόνα 4.1 : Διαδικασία ενοποίησης ομοειδών πολυγώνων(ίδια χαρακτηριστικά) σε κοινά πολύγωνα. **Πηγή :** ArcGIS 10.1/help.

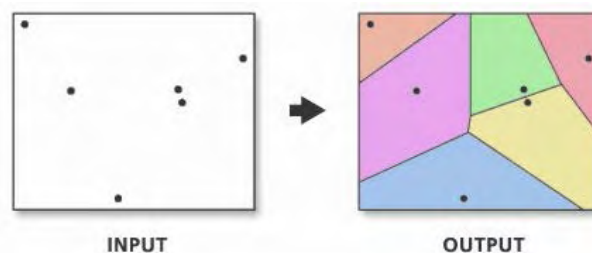
Όπως μπορεί να παρατηρήσει κάποιος στο αριστερό σχήμα της εικόνας 4.1, είναι πολύγωνα των οικοδομικών τετραγώνων για παράδειγμα, τα οποία έστω ότι τα κίτρινα ανήκουν στον απογραφικό τομέα 1, τα πράσινα στο 2 κοκ. Μετά τη διαδικασία του dissolve προκύπτουν τα πολύγωνα του δεξιού σχήματος της εικόνας 4.1. Αυτά είναι στην ουσία τα πολύγωνα των απογραφικών τομέων. Το κίτρινο είναι ο απογραφικός τομέας 1, το πράσινο ο απογραφικός τομέας 2 κοκ.

Με δεδομένη τη νέα γεωμετρία των πολυγώνων των απογραφικών τομέων, δημιουργούμε ένα σημειακό αρχείο το οποίο περιλαμβάνει σημεία, τα οποία είναι τα κέντρα βάρους του κάθε πολυγώνου. Διαδικασία Feature to Point από την εργαλειοθήκη του ArcGIS(εικόνα 4.2)



Εικόνα 4.2 : Διαδικασία μετατροπής πολυγώνου σε σημείο. **Πηγή:** ArcGIS10.1/Help.

Από το νέο σημειακό αρχείο των απογραφικών τομέων, χρησιμοποιώντας το εργαλείο create thiessen polygons (εικόνα 4.3) δημιουργούμε νέα πολύγωνα, ώστε να κάνουμε την ανακατανομή των απογραφικών τομέων στο σύνολο των οικοδομικών τετραγώνων.



Εικόνα 4.3 : Διαδικασία μετατροπής σημείων σε πολύγωνο. **Πηγή:** ArcGIS10.1/Help.

Με τη μέθοδο αυτή, δημιουργούνται πολύγωνα, των οποίων οι πλευρές προκύπτουν από την τομή των μεσοκαθέτων μεταξύ δύο γειτονικών σημείων.

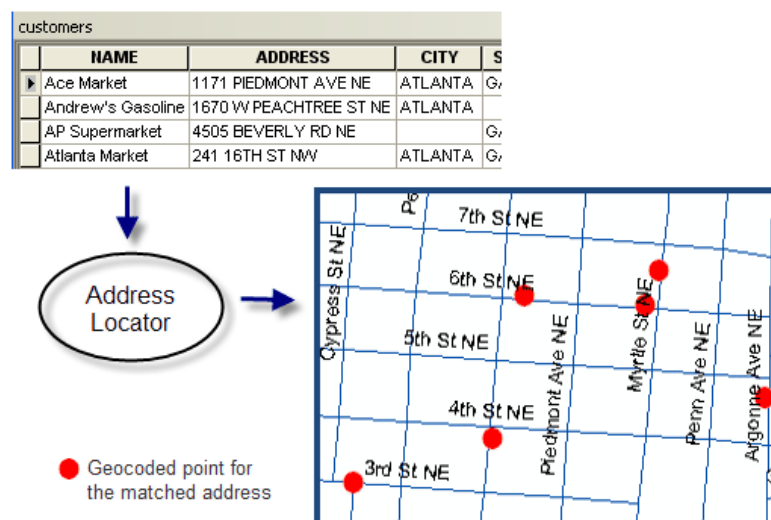
Αυτή η ανάγκη προέκυψε, διότι από τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ που αφορούσαν το 2001 και για τα οποία υπήρχε ο πληθυσμός, έλειπαν αρκετά οικοδομικά τετράγωνα, λόγω του ότι εκείνη την περίοδο ήταν αδόμητα και δεν είχαν πληθυσμό. Άρα δεν υπήρχε η πληροφορία του απογραφικού τομέα σε αυτά, ώστε να τους αποδοθούν οι ηλικιακές ομάδες.

Από το νέο αυτό αρχείο πολυγώνων που δημιουργήθηκε, με τη χρήση του spatial join του ArcGIS, «ενώθηκαν» τα αρχεία των πολυγώνων των απογραφικών τομέων, με το αρχείο των πολυγώνων των οικοδομικών τετραγώνων. Η ένωση αυτή βασίζεται σε χωρικά στοιχεία και δημιουργεί νέα αρχεία με το κοινό χωρικό τμήμα να περιλαμβάνει τις περιγραφικές πληροφορίες και των δύο αρχείων.

Εν συνεχεία, έπρεπε η πληροφορία των ηλικιακών ομάδων να μεταφερθεί στα οικοδομικά τετράγωνα. Τα διαθέσιμα στοιχεία των ηλικιών ήταν σε ένα αρχείο τύπου .xls και στο οποίο υπήρχαν στοιχεία του πλήθους ανά ηλικία από 0 έως 110 ετών και ανά απογραφικό τομέα. Από την επεξεργασία του αρχείου αυτού προέκυψαν οι τρεις ομάδες των ηλικιών. Στη συνέχεια έπρεπε να μεταφερθεί η πληροφορία αυτή στο αρχείο που είχε δημιουργηθεί στην πλατφόρμα του ArcGIS και αφορούσε τα οικοδομικά τετράγωνα και τους απογραφικούς τομείς τους. Αυτό έγινε μέσα από το περιβάλλον του ArcGIS με τη χρήση του εργαλείου join. Με το join ενώνουμε δύο πίνακες, οι οποίοι έχουν τουλάχιστον μια κοινή στήλη. Η στήλη αυτή δεν είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει το ίδιο πλήθος στοιχείων, αρκεί να δοθεί προσοχή στο ποια στοιχεία και από ποιο πίνακα θα πρέπει να κρατηθούν. Μετά την ένωση των δύο αυτών πινάκων και έπειτα από επεξεργασία εντός του ArcGIS πλέον, δημιουργήθηκαν νέες στήλες στο αρχείο των οικοδομικών τετραγώνων, ώστε αυτές να περιλαμβάνουν πέρα από το πλήθος των διαφόρων ομάδων ανά οικοδομικό τετράγωνο πλέον, το ποσοστό συμμετοχής της κάθε ομάδας στο σύνολο του πληθυσμού και τον πληθυσμό ανά ομάδα στο οικοδομικό τετράγωνο. Δημιουργήθηκε έτσι μια στήλη με τον πληθυσμό κάθε οικοδομικού τετραγώνου για όλες τις ηλικίες. Συνολικά δηλαδή υπήρχαν τέσσερις στήλες με το σύνολο του πληθυσμού ανά οικοδομικό τετράγωνο, τρεις ανά ηλικία και μια συνολική.

Έπρεπε στη συνέχεια και προκειμένου να προσομοιώσουμε την κίνηση των πολιτών στο σενάριο της πλήρους λειτουργίας της πόλης, να ακολουθήσουμε μια διαδικασία ώστε να προκύψει ο πληθυσμός λόγω της μετακίνησης.

Είχαμε στη διάθεση μας δεδομένα που αφορούσαν στη θέση των δημοσίων υπηρεσιών, των σχολείων, των πλατειών, αλλά και στοιχεία που χορηγήθηκαν από το επιμελητήριο Λάρισας και αφορούσαν στις επιχειρήσεις και στην παροχή ιδιωτικών υπηρεσιών. Τα δεδομένα όλα πλην αυτών του επιμελητηρίου ήταν σε αρχεία shapefiles(.shp) τα οποία ήταν άμεσα «αναγνώσιμα» από το ArcGIS. Για αρχεία του επιμελητηρίου έπρεπε να ακολουθηθεί η διαδικασία της γεωκωδικοποίησης, προκειμένου να μπορούν να απεικονιστούν σε περιβάλλον GIS. Σε πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε επεξεργασία του αρχείου .xls, το οποίο χορηγήθηκε από το επιμελητήριο, ώστε να απομονωθούν οι επιχειρήσεις που βρίσκονταν εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος Λάρισας. Στη συνέχεια έπρεπε να τροποποιηθεί και διορθωθεί η μορφή των διευθύνσεων των επιχειρήσεων, ώστε να ταυτίζεται με το αρχείο του οδικού δικτύου που ήταν διαθέσιμο. Για να είναι εφικτή η γεωκωδικοποίηση, έπρεπε να δημιουργηθεί στο περιβάλλον του ArcGIS, ένα Address locator για τον εντοπισμό των διευθύνσεων που θα εισάγονταν. Για την κατασκευή του χρησιμοποιήθηκε το γραμμικό αρχείο του οδικού δικτύου, με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του. Σε επόμενη φάση και με τη χρήση του εργαλείου Geocode addresses,(εικόνα 4.4) πραγματοποιήθηκε η απεικόνιση των επιχειρήσεων επί του χάρτη της πόλης και δημιουργήθηκε το σημειακό αρχείο που θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για την εξέλιξη της ανάλυσης.

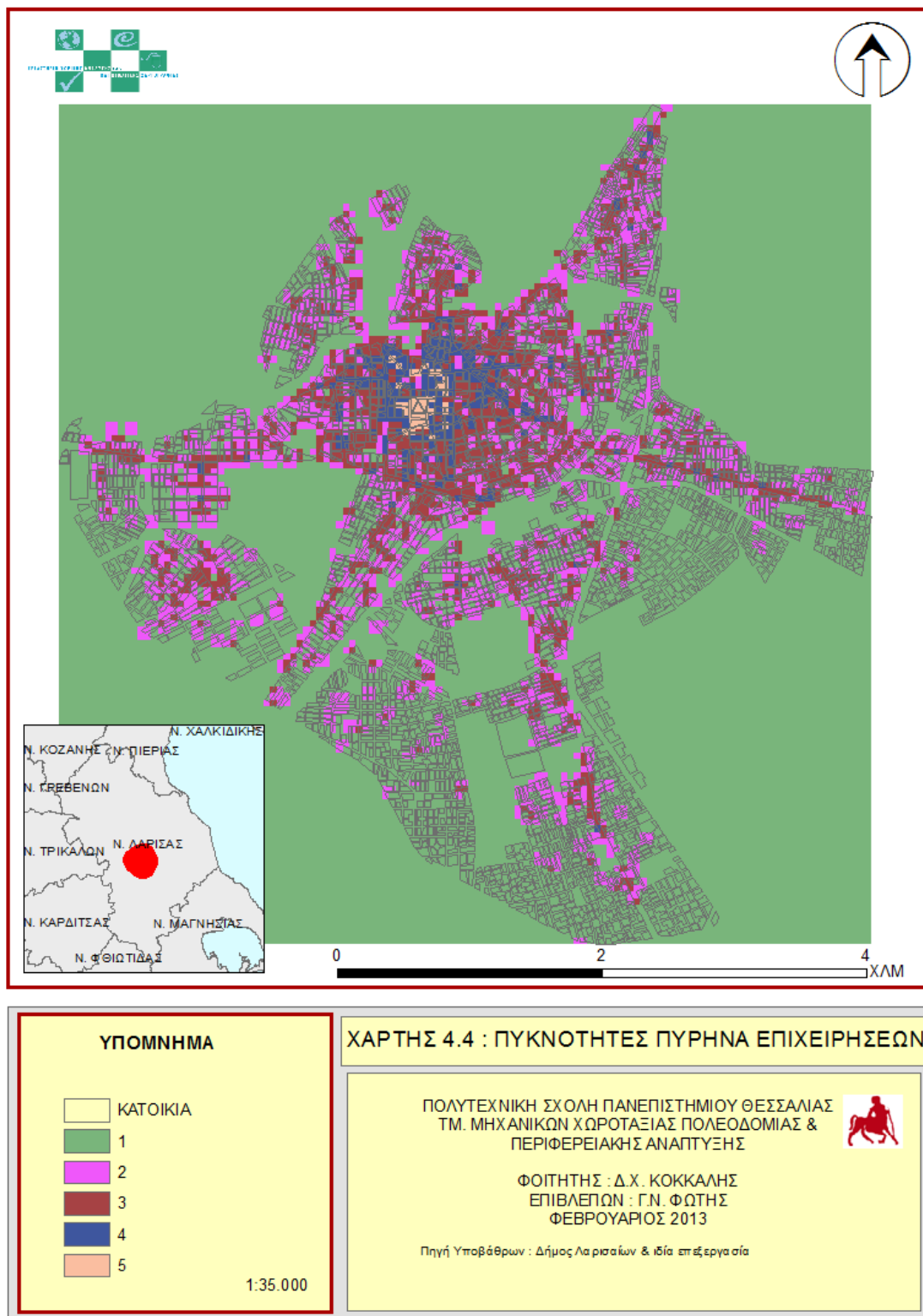


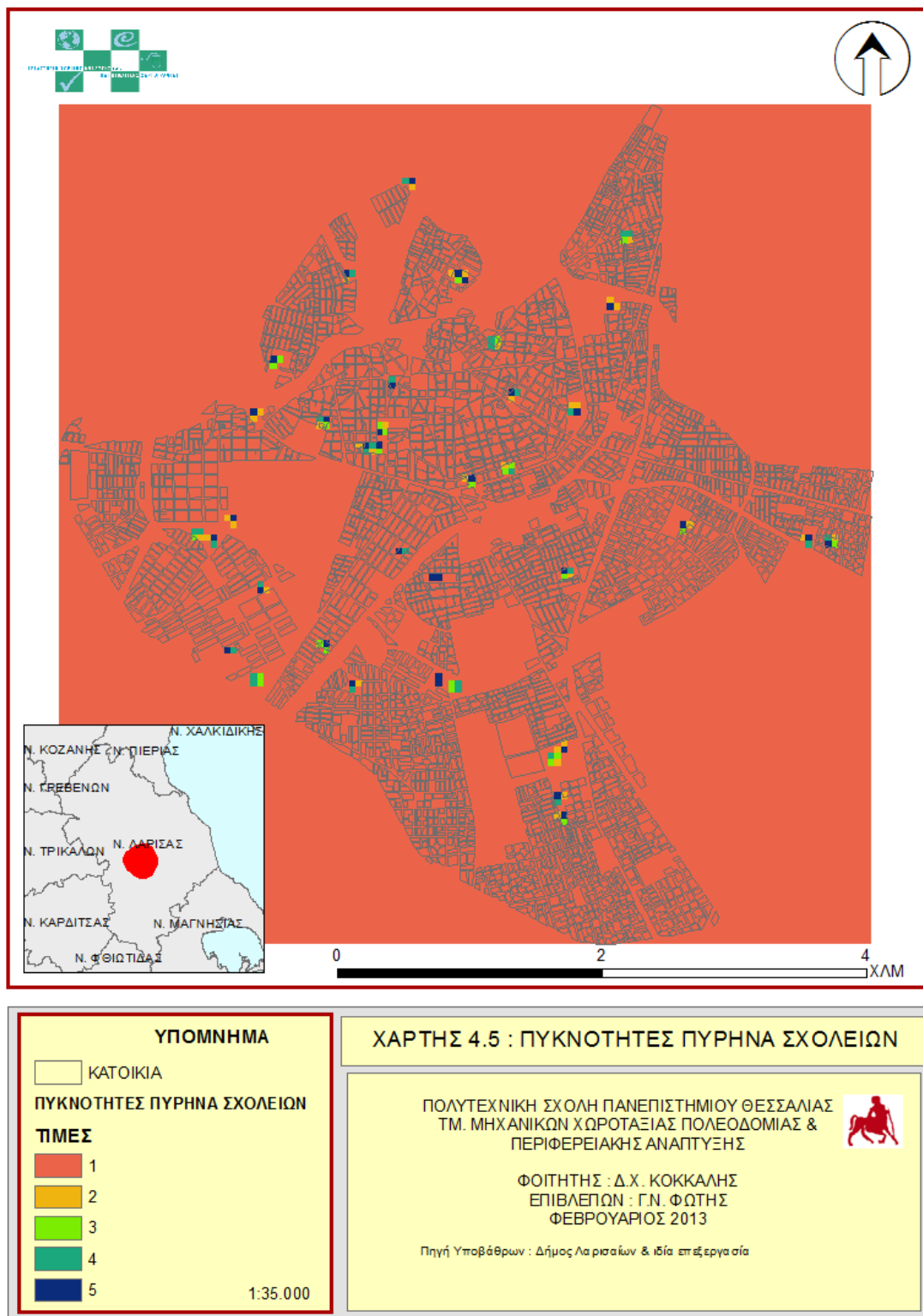
Εικόνα 4.4 : Διαδικασία γεωκωδικοποίησης από πίνακα διευθύνσεων.. **Πηγή:** ArcGIS10.1/Help

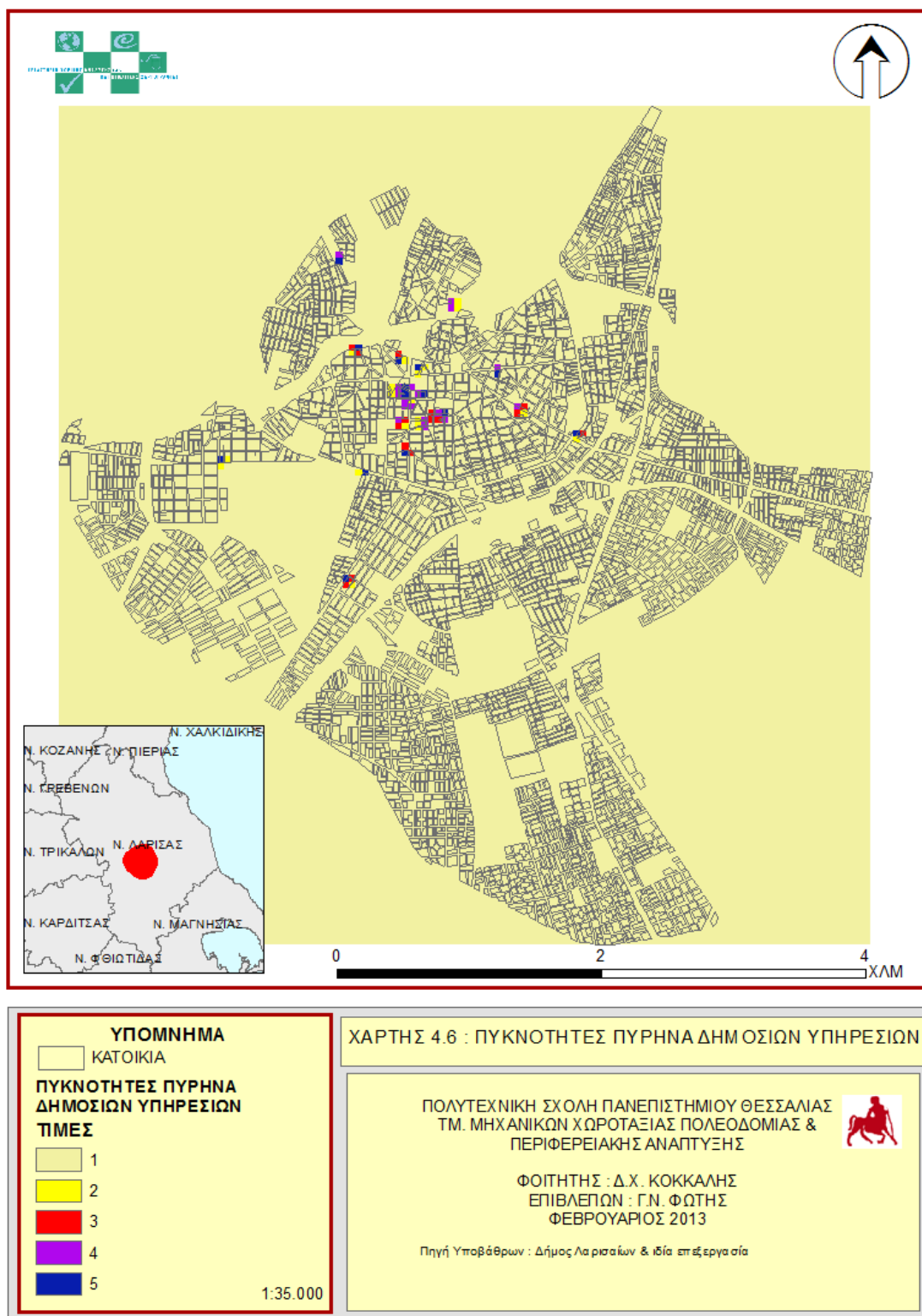
Όπως απεικονίζεται στην εικόνα 4.4, έχοντας ένα πίνακα διευθύνσεων και ένα δημιουργημένο address locator, μπορεί να απεικονιστεί σε χάρτη το σημείο, του οποίου έχουμε τη διεύθυνση, χωρίς να γνωρίζουμε τις συντεταγμένες του.

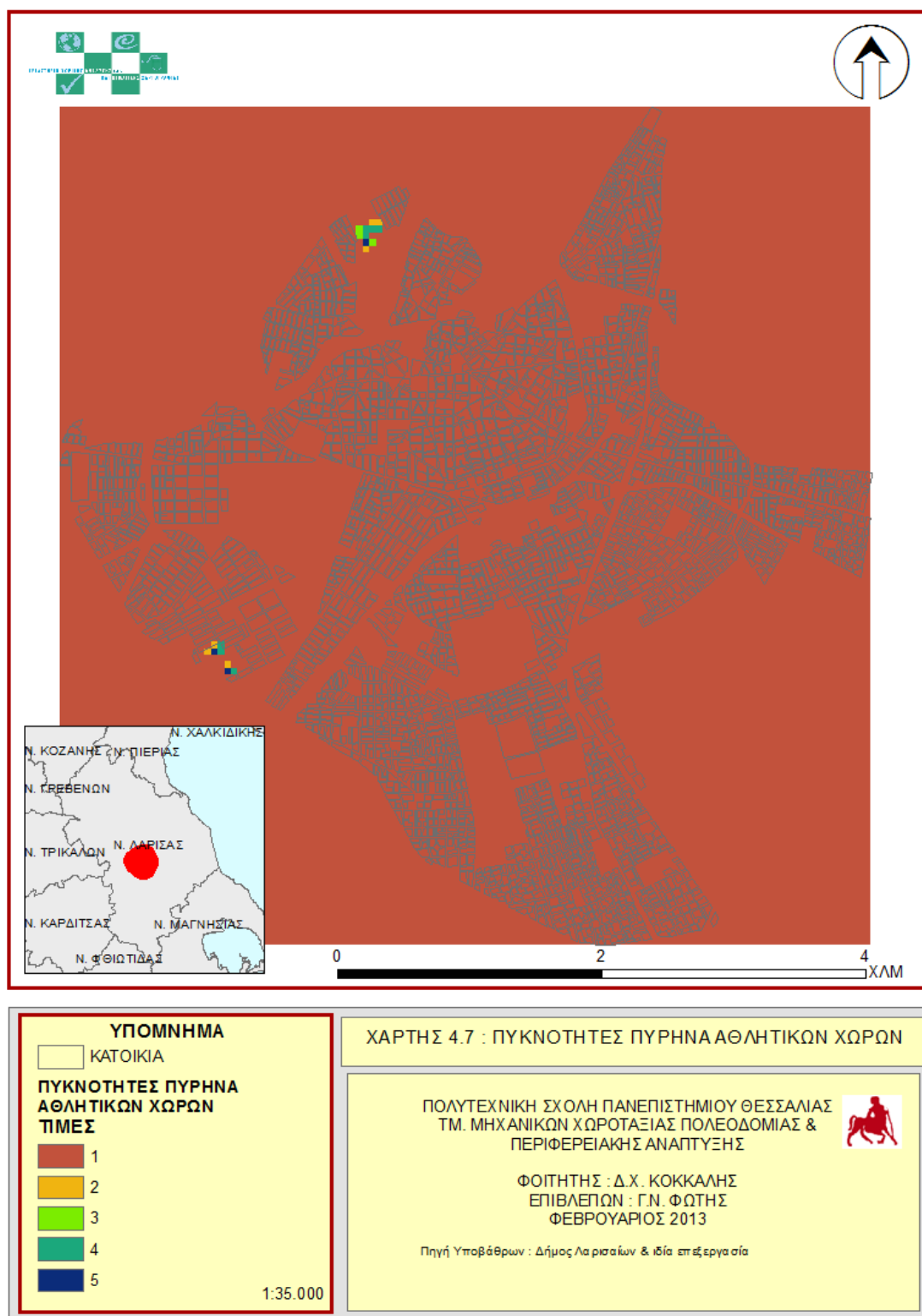
Μετά και από αυτή τη διαδικασία υπήρχαν όλα τα απαιτούμενα σημειακά αρχεία, ώστε να προχωρήσουμε στο επόμενο στάδιο της ανάλυσης, το οποίο ήταν ο προσδιορισμός της ελκυστικότητας του κάθε οικοδομικού τετραγώνου, για το σενάριο της πλήρους λειτουργούσας πόλης.

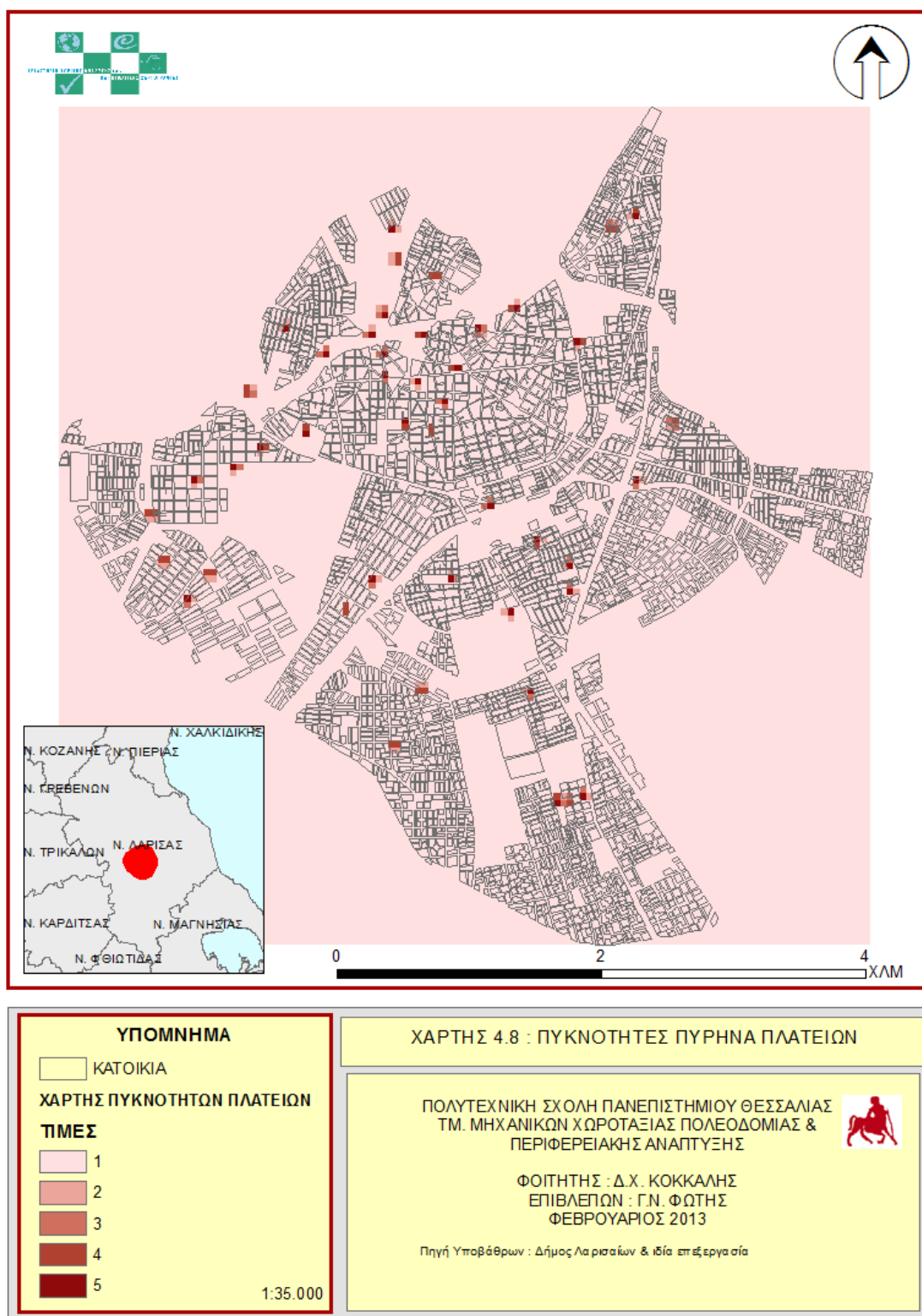
Για κάθε ένα από τα σημειακά αρχεία που συμμετείχαν στον προσδιορισμό της ελκυστικότητας ακολουθήθηκε η διαδικασία που αναπτύχθηκε και στο τρίτο κεφάλαιο της παρούσας. Αρχικά υπολογίστηκαν οι χωρικοί μέσοι, οι τυπικές αποστάσεις και οι ελλείψεις τυπικής απόστασης, ώστε να φανεί με μια πρώτη εκτίμηση προς τα πού κινείται ο πληθυσμός ανάλογα με τη δραστηριότητα. Επίσης δημιουργήθηκαν επιφάνειες απεικόνισης των πυκνοτήτων. Αυτό επετεύχθη με τη χρήση του εργαλείου Kernel density. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήσαμε κρατώντας κοινά χαρακτηριστικά ως προς τα αποτελέσματα, επιφάνειες ελκυστικότητας, ανά χρήση και για το σενάριο της λειτουργούσας πόλης. Προέκυψαν έτσι επιφάνειες (raster), για τις οποίες έγινε Reclassify ώστε να έχουν κοινή κατάταξη της ελκυστικότητας, από το 1 έως το 5 (χάρτες 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8),









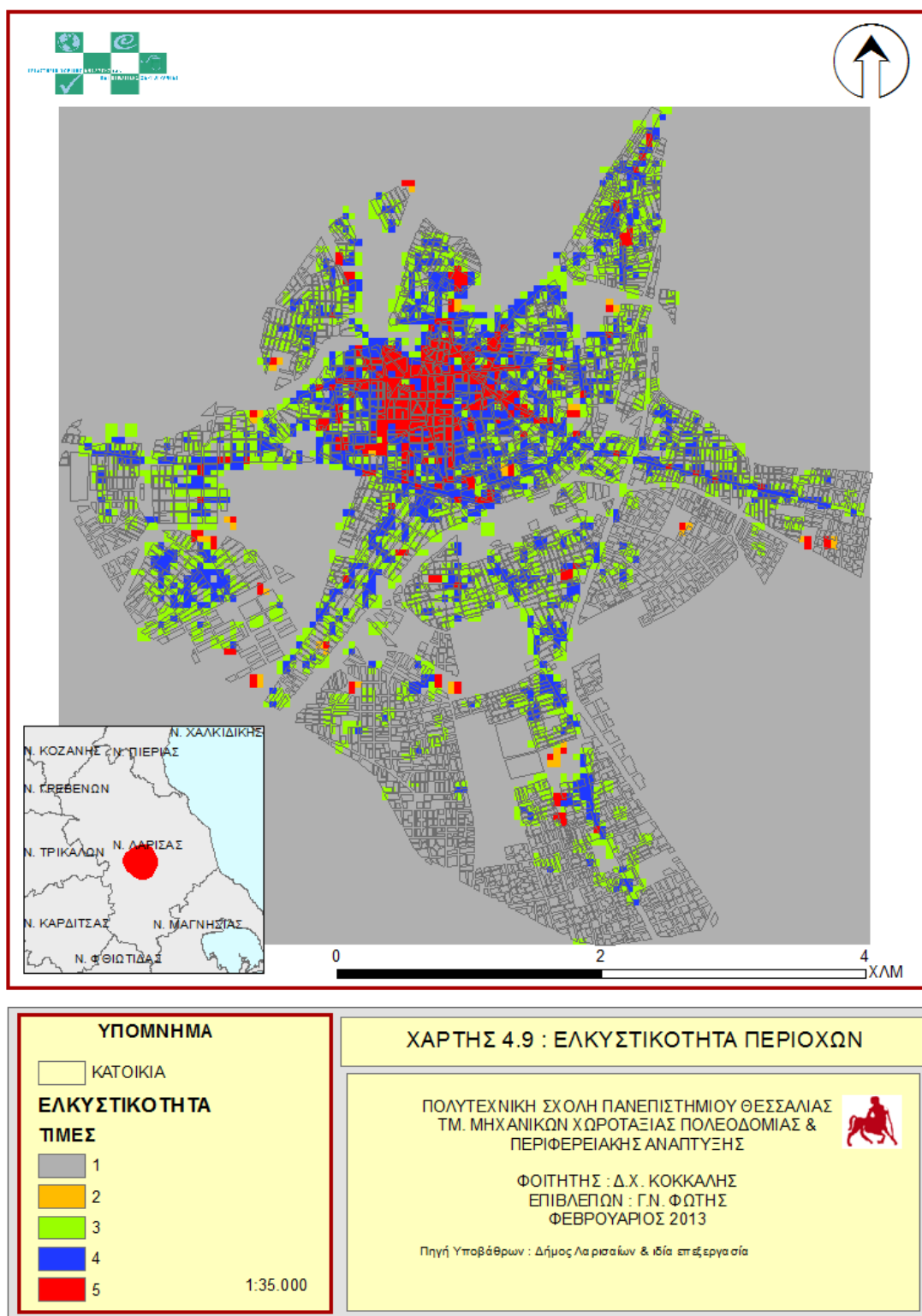


Με τις επιφάνειες αυτές και τη χρήση του εργαλείου Weighted Overlay, έγινε η σύνθεση των παραπάνω σε ένα καινούργιο αρχείο επιφάνειας, αναλόγως του ηλικιακού γκρουπ στο οποίο απευθύνονταν.(πίνακας 4.2) Προέκυψαν έτσι, τρία νέα αρχεία επιφανειών, τα οποία και πάλι τα συνθέτουμε σε ένα, σύμφωνα με το ποσοστό συμμετοχής της κάθε ηλικιακής ομάδας (πίνακας 4.3)

Ποσοστό επί του συνολικού πληθυσμού (%)		
1η ΟΜΑΔΑ (0-20)	2η ΟΜΑΔΑ (21-65)	3η ΟΜΑΔΑ (66+)
27	63	10

Πίνακας 4.3 : Ποσοστό επί του συνολικού πληθυσμού, των τριών ηλικιακών ομάδων στο σενάριο της πλήρους λειτουργίας της πόλης. **Πηγή :** Ιδία επεξεργασία.

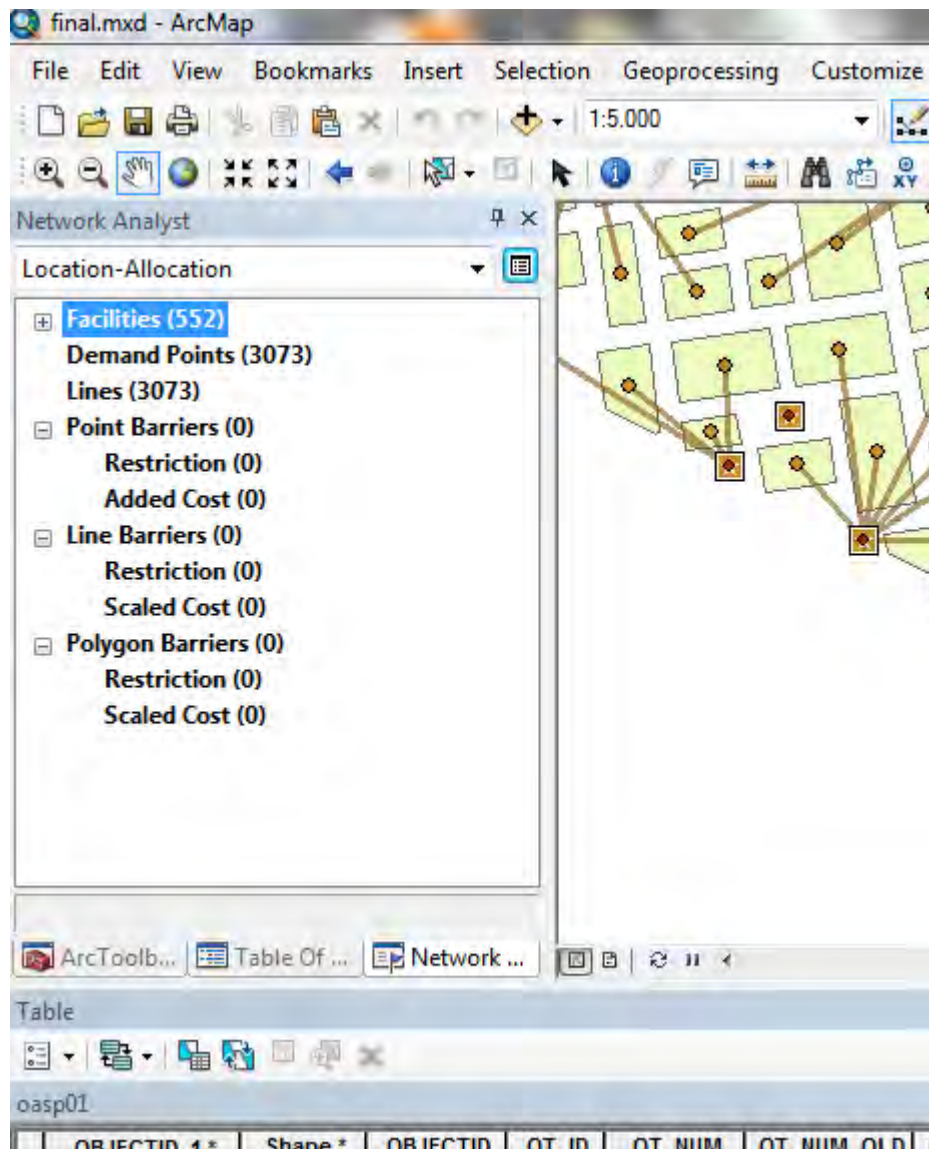
Από τη σύνθεση βάσει των ποσοστών του πίνακα 4.3, προέκυψε η κάτωθι επιφάνεια(χάρτης 4.9), η οποία αποτελεί την ελκυστικότητα του σεναρίου.



Αυτή η ελκυστικότητα έπρεπε να αποδοθεί στα οικοδομικά τετράγωνα, συνεπώς έπρεπε να μετατραπεί από raster σε vector. Με τη χρήση του εργαλείου From Raster to Polygon, μετατράπηκε σε πολυγωνικό αρχείο, στο οποίο στη συνέχεια μαζί με το αρχείο των οικοδομικών τετραγώνων, έγινε spatial join και έτσι τελικώς μεταφέρθηκε η ελκυστικότητα σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο. Στη συνέχεια από το θεωρητικό πληθυσμό που υπήρχε και σε συνδυασμό με τα προηγούμενα προέκυψε ο θεωρητικός πληθυσμός ανά οικοδομικό τετράγωνο, αναλόγως της ελκυστικότητας που το προσέδωσε το προηγούμενο στάδιο εργασιών. Ο τελικός θεωρητικός πληθυσμός του σεναρίου, προέκυψε ύστερα από κανονικοποίηση του βαθμού ελκυστικότητας. Γνωρίζοντας το μέγιστο θεωρητικό, αφού είχε πολλαπλασιαστεί αυτός με την ελκυστικότητα, βρέθηκε η υπέρβαση στο σύνολο ως ποσοστό. Αυτό στη συνέχεια εφαρμόστηκε στην ελκυστικότητα και έτσι προέκυψε η τελική ελκυστικότητα, άρα και ο τελικός πληθυσμός για κατανομή.

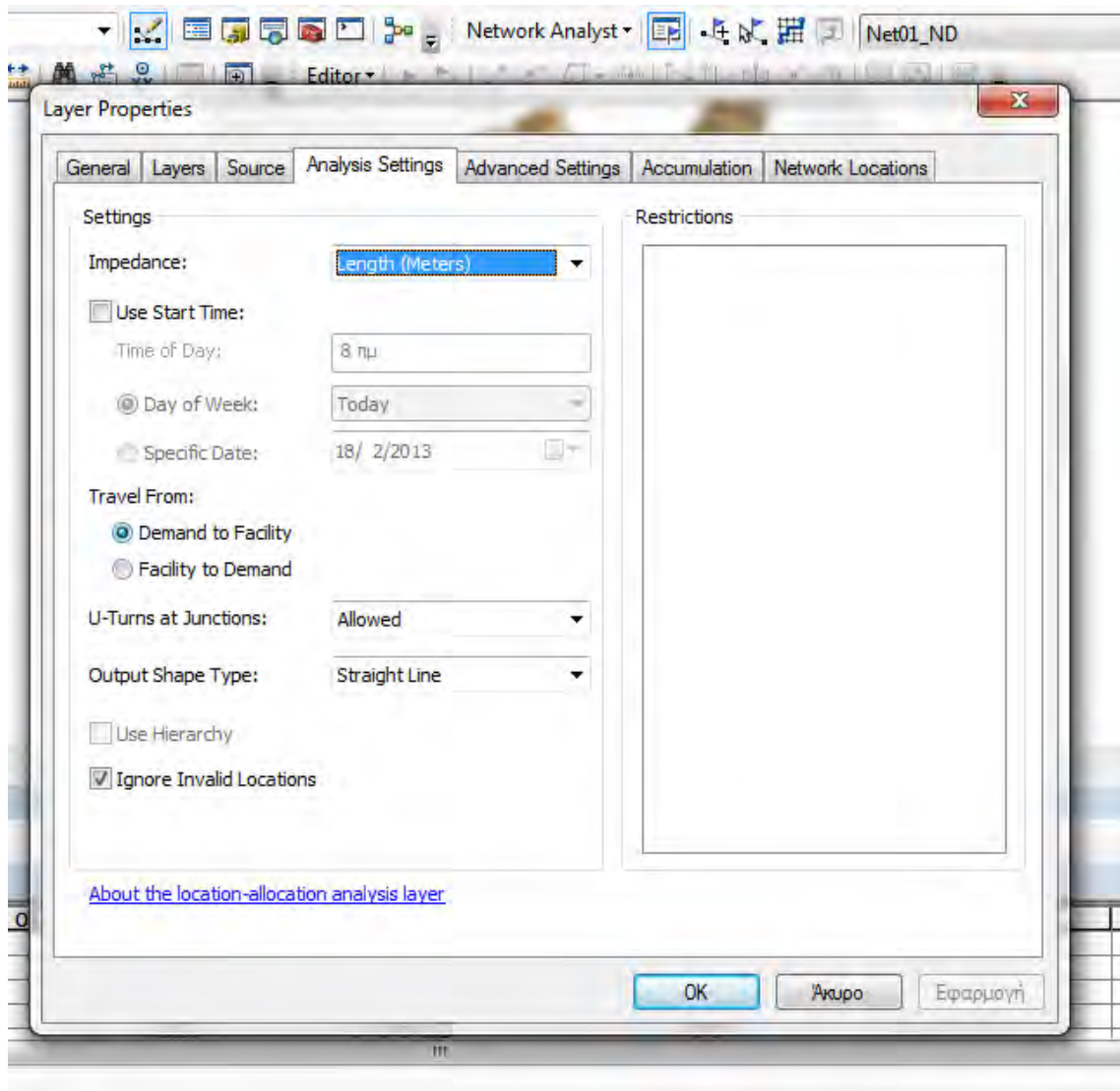
Για τη διαδικασία της χωροθέτησης – κατανομής, γίνεται χρήση της επέκτασης Network Analyst. Με τη βοήθεια του εργαλείου location – allocation, θα γίνει η κατανομή. Η περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του εργαλείου, έγινε διεξοδικά στα προηγούμενα. Θα πρέπει το αρχείο που προέκυψε στο προηγούμενο στάδιο να μετατραπεί σε σημειακό από πολυγωνικό. Κατά τα γνωστά, με feature to point προκύπτει το τελικό αρχείο προς κατανομή (oik_pop_gr_fin1_p). Αυτό σε συνδυασμό με το αρχείο των ελεύθερων χώρων, είναι αυτά τα οποία θα συμμετάσχουν στη διαδικασία του location – allocation.

Εφαρμόζουμε λοιπόν, τη χωροθέτηση – κατανομή, λαμβάνοντας ως facilities τους ελεύθερους χώρους, 552 στον αριθμό και ως demand points επιλέγονται τα σημεία των κέντρων βάρους των πολυγώνων των οικοδομικών τετραγώνων.(εικόνα 4.5)



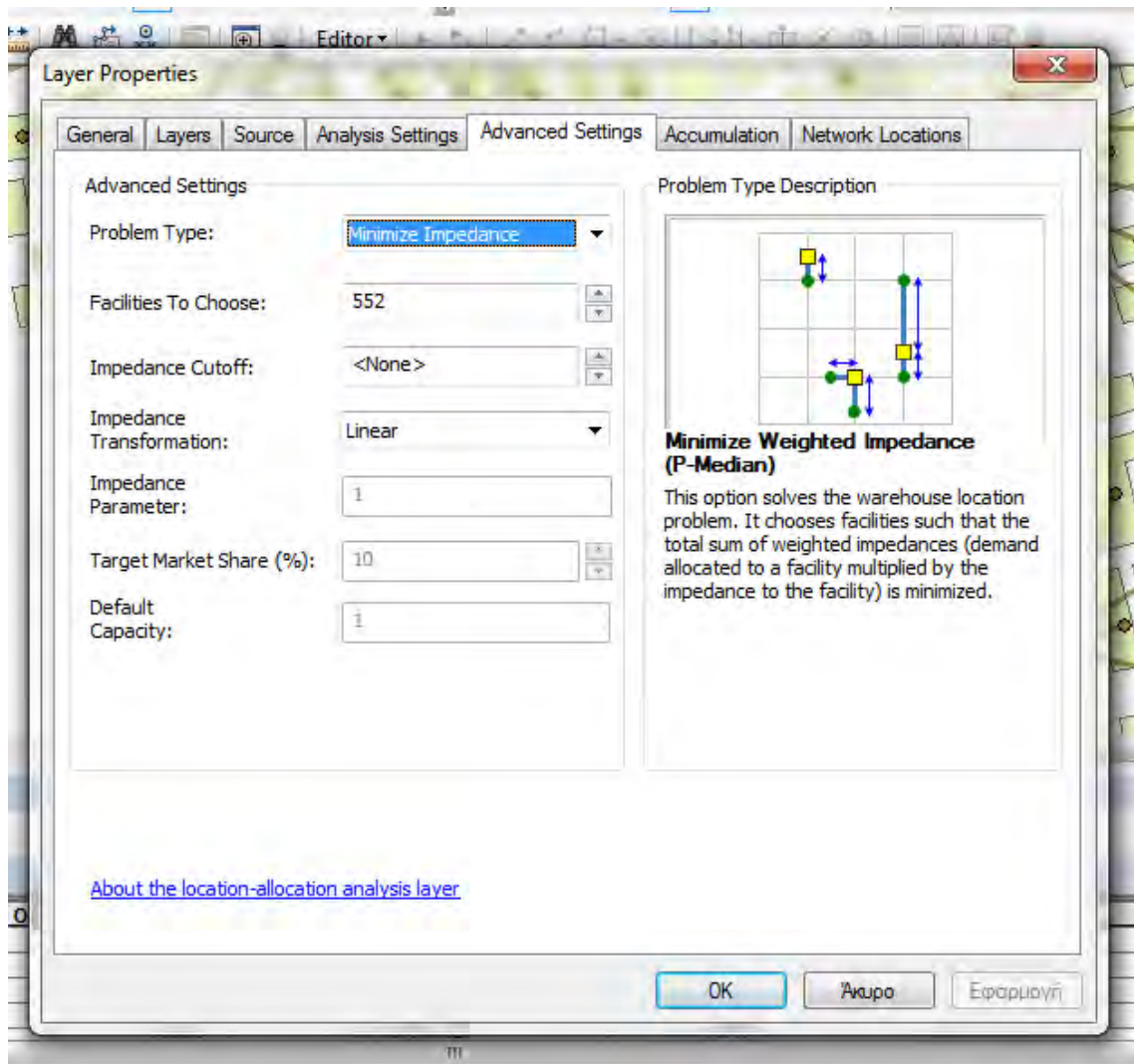
Εικόνα 4.5 : Διαδικασία location-allocation. Facilities & Demand Points. **Πηγή:** ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία.

Για την εφαρμογή της ανάλυσης επιλέγονται να εφαρμοστούν συγκεκριμένες επιλογές, όπως ότι οι μετακινήσεις να γίνονται από τα σημεία ζήτησης προς τα σημεία εξυπηρέτησης (demand to facilities, εικόνα 4,6)



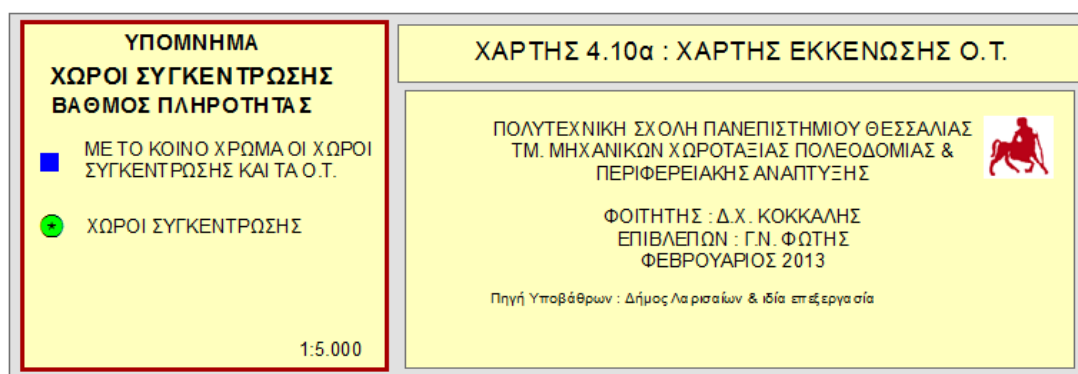
Εικόνα 4.6 : Διαδικασία location-allocation. Demand to Facilities. **Πηγή:** ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία.

Επίσης, στο πεδίο impedance(αντίσταση – κόστος), επιλέγεται το length(meters), ώστε οι υπολογισμοί μείωσης της απόστασης να γίνονται βάσει του μήκους. Δεν υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία για το διανυόμενο χρόνο ανά τόξο οδικού δικτύου για ληφθεί υπόψη ο χρόνος αντί του μήκους τόξου. Εξάλλου σε συνθήκες εκτάκτου ανάγκης, δεν λειτουργεί η πόλη ως προς τη κυκλοφορία των οχημάτων, όπως σε μια φυσιολογική κατάσταση. Επιπλέον η εκκένωση του πληθυσμού γίνεται με τη χρήση πεζοδρομικού δικτύου, οπότε το μήκος των τόξων του δικτύου είναι αυτό που ενδιαφέρει. Ως προς τα υπόλοιπα στοιχεία της ανάλυσης, επιλέγεται η χρήση του minimize impedance, χωρίς τον περιορισμό της απόστασης από τη θέση του καθενός. Τα κέντρα που πρέπει να επιλεγούν είναι 552, οι ελεύθεροι χώροι δηλαδή(εικόνα 4,7)

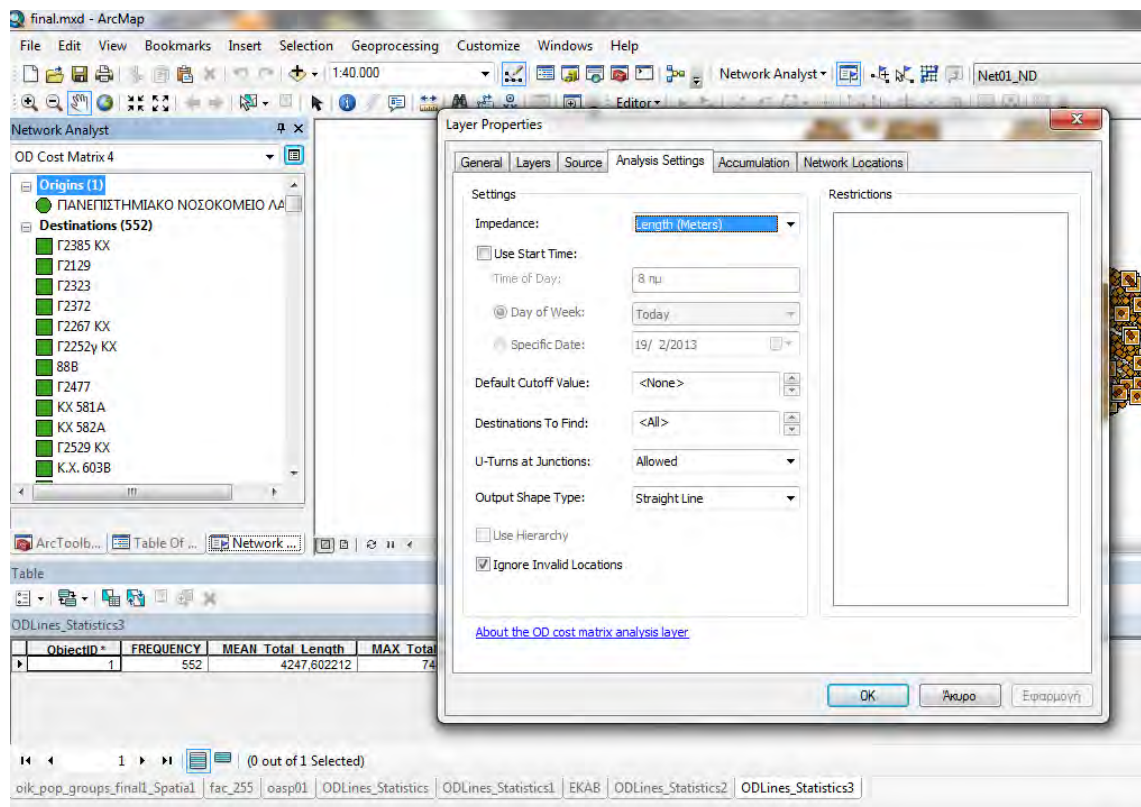


Εικόνα 4.7 : Διαδικασία location-allocation. Minimize Impedance. **Πηγή:** ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία.

Λόγω της ξαφνικής εμφάνισης του φαινομένου του σεισμού, αλλά και λόγω των καταστάσεων πανικού που επιφέρει στους πολίτες, ως διαδρομή εκκένωσης επιλέγεται η συντομότερη.(Song κ.ά., 2009) Στη συνέχεια επιλύεται το πρόβλημα της χωροθέτησης – κατανομής και καταλήγουμε σε μια πρώτη αρχική προσέγγιση του τρόπου εκκένωσης των διαφόρων οικοδομικών τετραγώνων(χάρτης 4.10)



Εκτός, όμως, από την κατανομή του πληθυσμού στους χώρους καταφυγής, εντοπίστηκαν και οι βέλτιστες διαδρομές για την προσέγγιση των ελεύθερων χώρων, από τους φορείς πολιτικής προστασίας. Από αυτές παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες στην συνέχεια. Η εύρεση των βέλτιστων διαδρομών, έγινε με τη βοήθεια του Network Analyst του ArcGIS 10.1. Για την επίλυση των βέλτιστων διαδρομών ελήφθη υπόψη μόνο το μήκος των τόνων του οδικού δικτύου, καθώς σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης δεν λειτουργεί ομαλά το οδικό δίκτυο ως προς τους χρόνους προσπέλασης. Επίσης δεν ελήφθησαν υπόψη οι μονοδρομήσεις, καθώς τα οχήματα της αστυνομίας, της πυροσβεστικής και τα ασθενοφόρα μπορούν να εισέλθουν σε μονόδρομους, με την προϋπόθεση ύπαρξης τροχονόμων σε κομβικά σημεία που θα ρυθμίζουν την κυκλοφορία. Για το λόγο αυτό προβλέφθηκε σε βασικούς κόμβους, να βρίσκονται τροχονόμοι (χάρτης 4...). Επίσης εφαρμόστηκε με τη χρήση του Network Analyst η διαδικασία OD cost matrix, (εικόνα 4.8) όπου υπολογίστηκαν οι αποστάσεις κάθε μέσου πολιτικής προστασίας από κάθε ελεύθερο χώρο. Ο υπολογισμός των αποστάσεων γίνεται με τη χρήση του δικτύου. Οι αποστάσεις δηλαδή είναι δικτυακές, έτσι είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα, σε σχέση με τις ευκλείδειες, ή τις παραλληλογραμμικές. (Manhattan)



Εικόνα 4.8 : Διαδικασία OD cost matrix. **Πηγή:** ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία.

4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

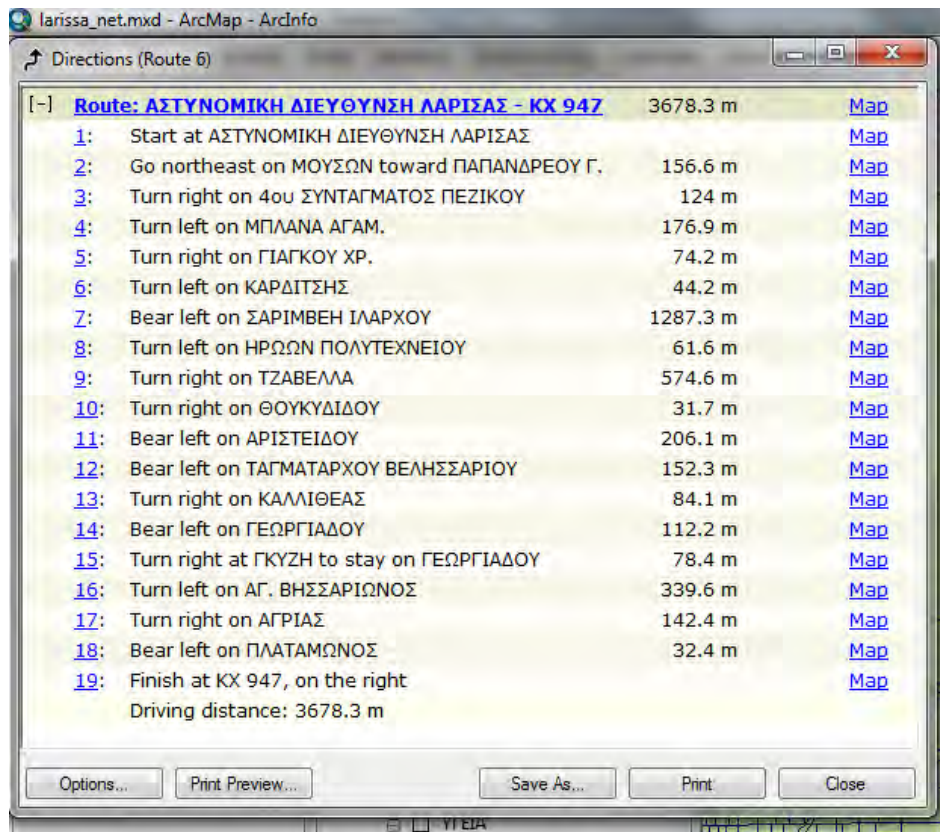
Από τις αναλύσεις που προηγήθηκαν και απεικονίστηκαν στους διάφορους χάρτες που προηγήθηκαν, αλλά και αυτούς που έπονται, διαπιστώθηκαν αρκετά ενδιαφέροντα στοιχεία, τα οποία και παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Από την ανάλυση με τη χρήση του δικτύου και την εφαρμογή Network Analyst, βρέθηκε για το σύνολο των ελεύθερων χώρων, η μέση, η μέγιστη και η ελάχιστη απόσταση των χώρων αυτών, από την αστυνομία, την πυροσβεστική και τις βάσεις των ασθενοφόρων του ΕΚΑΒ. (πίνακας 4.5)

ΦΟΡΕΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ (μ.)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ (μ.)	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ (μ.)
ΑΣΤΥΝΟΜΙΑ	3242	6446	159
ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ	2980	5934	315
ΕΚΑΒ_1	2787	5541	40
ΕΚΑΒ_2	4248	7441	1239

Πίνακας 4.5 : Διανυόμενες αποστάσεις φορέων πολ. προστασίας. **Πηγή** : Ιδία επεξεργασία.

Επίσης εντοπίστηκαν οι βέλτιστες διαδρομές για την πρόσβαση στους ελεύθερους χώρους, από την αστυνομία, την πυροσβεστική και το ΕΚΑΒ.(εικόνα 4.9) Στον πίνακα 4.5 υπάρχουν δύο καταχωρήσεις για το ΕΚΑΒ. Η πρώτη αφορά τη βάση του Γενικού Νοσοκομείου Λάρισας, ενώ η δεύτερη τη βάση του Πανεπιστημιακού νοσοκομείου. Από τον ίδιο πίνακα (4.5), παρατηρούμε, πως με εξαίρεση το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο οι διανυόμενες ελάχιστες αποστάσεις είναι μικρές. Για το ΕΚΑΒ του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου είναι αρκετά μεγάλη η ελάχιστη απόσταση. Αυτό δικαιολογείται και από τη θέση του νοσοκομείου, το οποίο βρίσκεται εκτός του αστικού ιστού. Η μέση απόσταση των υπόλοιπων πλην πανεπιστημιακού νοσοκομείου, θεωρείται ικανοποιητική. Σε κάθε περίπτωση, όμως, σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης, είναι απαραίτητο να υπάρχει διασπορά των διατιθέμενων μέσων, ώστε να υπάρχει πλήρης κάλυψη και στο μικρότερο δυνατό χρόνο.



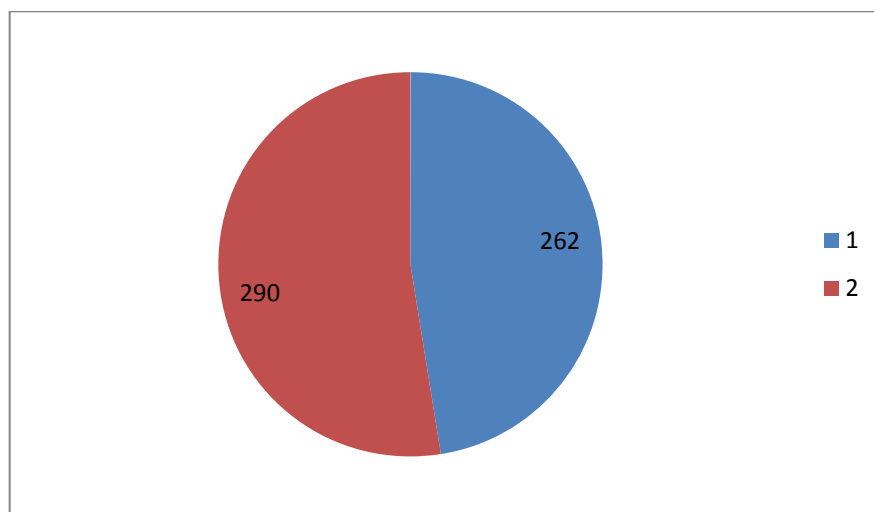
Εικόνα 4.9: Οδηγίες διαδρομής πρόσβασης αστυνομίας προς Κ.Χ.. **Πηγή:** ArcGIS10.1/ιδία επεξεργασία.

Ως προς την κατανομή του πληθυσμού στους χώρους καταφυγής, παρατηρούνται διαφορές αναλόγως των περιοχών της πόλης. Η πόλη κατά τόπους και κυρίως στα πιο πυκνοδομημένα σημεία της, απαιτεί τη δημιουργία περισσότερων ελεύθερων χώρων, ώστε να καλύψει τη διπλή απαίτηση της εκκένωσης. Δηλαδή και να «χωράει» το μέγιστο δυνατό πληθυσμό, αλλά και να τον εκκενώνει με το συντομότερο χρόνο. Στη συνέχεια δίνεται πίνακας που περιλαμβάνει την κατανομή πληθυσμού στους ελεύθερους χώρους.(πίνακας 4.6)

ΚΩΔ. ΧΩΡΟΥ	ΟΝ. ΧΩΡΟΥ	ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ Ο.Τ. ΠΟΥ ΠΡΟΣΕΓΓΙΖΟΥΝ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΕΓΓΙΖΕΙ
1	Γ2385 ΚΧ	450	14	905
2	Γ2129	285	4	144
3	Γ2323	1242	5	230
4	Γ2372	289	6	493
5	Γ2267 ΚΧ	1205	0	0
6	Γ2252γ ΚΧ	630	5	380
7	88Β	779	18	2579
8	Γ2477	1640	1	756
9	ΚΧ 581Α	194	5	640
10	ΚΧ 582Α	1079	0	0
11	Γ2529 ΚΧ	1800	6	326
12	Κ.Χ. 603Β	261	2	170
13	Κ.Χ. 626Α	1034	2	677
14	ΚΧ 172	187	2	655

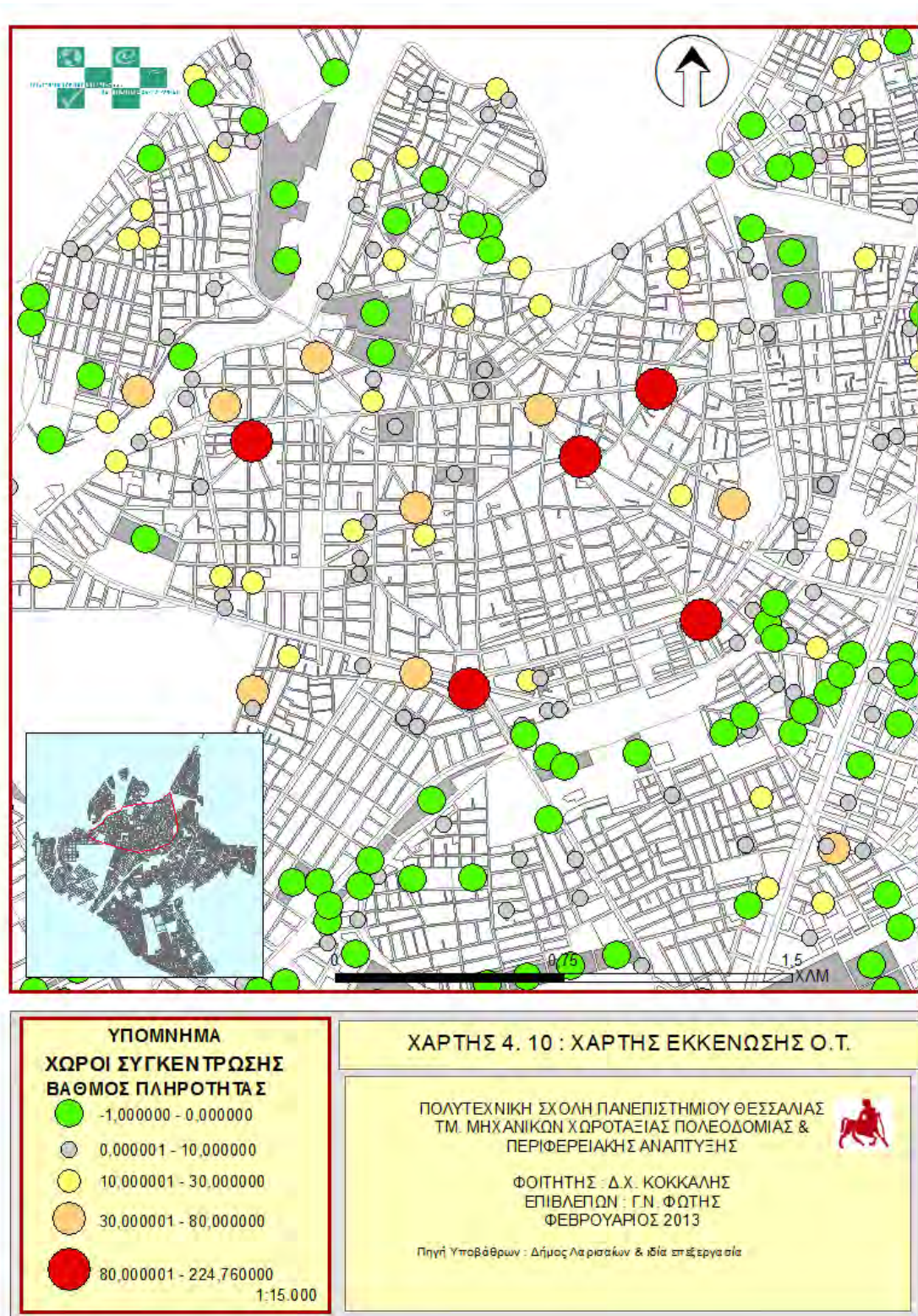
Πίνακας 4.6 : Κατανομή πληθυσμού, στο σενάριο της πλήρους λειτουργίας της πόλης για κάποιους χώρους ενδεικτικά. **Πηγή :** Ιδία επεξεργασία.

Στον παραπάνω πίνακα δίνεται ένα τμήμα μόνο των ελεύθερων χώρων, για εποπτικούς και μόνο λόγους, εξαιτίας του μεγάλου πλήθους τους.(ολόκληρος ο πίνακας παρατίθεται στο παράρτημα). Παρατηρείται πως υπάρχουν ελεύθεροι χώροι οι οποίοι έχουν υπέρβαση της φέρουσας ικανότητάς τους, και χώροι οι οποίοι δεν προσεγγίζονται από κανένα. Το πρόβλημα κυρίως εντοπίζεται στο κέντρο της πόλης. Στο γράφημα που ακολουθεί, δίνονται οι συνολικοί χώροι με υπέρβαση, οι οποίοι είναι 290 και οι χώροι, οι οποίοι είναι είτε γεμάτοι, είτε δεν μπορούν να γεμίσουν έως του ποσοστού της φέρουσας ικανότητάς τους.



Γράφημα 4.1 : Υπερκαλυπτόμενοι και καλυπτόμενοι χώροι. **Πηγή :** Ιδία επεξεργασία.

Για το κέντρο της πόλης είναι φανερή η έλλειψη ελεύθερων χώρων. Ενδεικτικά, με μόνο κριτήριο την ελάχιστη συνολικά διανυόμενη απόσταση, το οικοδομικό τετράγωνο – ελεύθερος χώρος με κωδικό 255, ενώ έχει φέρουσα ικανότητα 195 ατόμων, το προσεγγίζουν με βάση την ανάλυση 22.203 άτομα. Προφανώς κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό να γίνει, αλλά καταδεικνύει το γεγονός πως μια μεγάλη περιοχή της Λάρισας, ο Αγ. Κωνσταντίνος, δεν έχει αρκετούς ελεύθερους χώρους. Επίσης κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και με τον χώρο 254, όπου μπορεί να δεχτεί 3147 άτομα και υπάρχει ζήτηση από 15585. Ενδεικτικά να αναφέρουμε πως η περιοχή αυτή είναι πέριξ της πλατείας ταχυδρομείου, η οποία πλατεία είναι πολυσύχναστη και γεμάτη από τραπεζοκαθίσματα των καφετεριών που υπάρχουν εκεί. Με αυτό το δεδομένο μάλιστα η φέρουσα ικανότητα πρακτικά μειώνεται περαιτέρω. (χάρτες 4.10, 4.10α)



Από το χάρτη που προηγήθηκε παρατηρούμε τους χώρους οι οποίοι υπερκαλύπτονται από την προσέλευση κόσμου και υπάρχει απαίτηση για υποδοχή και περισσότερων. Απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα στο χάρτη. Αυτοί εντοπίζονται κυρίως στο κέντρο της πόλης. Υπάρχουν όμως και χώροι σε περιοχές εκτός κέντρου, οι οποίοι δεν

προσεγγίζουν την φέρουσα ικανότητά τους και μπορούν να δεχθούν επιπλέον κόσμο. Συνεπώς παρατηρούμε πως ένα κρίσιμο σημείο θα ήταν η ανακατανομή του πληθυσμού σε δεύτερη φάση προς τους χώρους εκείνους που μπορούν να υποδεχθούν επιπλέον κόσμο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Με την εμφάνιση φυσικών φαινομένων όπως ο σεισμός, αλλά και αναλόγως του μεγέθους εμφάνισης, προκύπτουν προβλήματα στις διάφορες οργανωμένες κοινωνίες. Τα προβλήματα αυτά εντοπίζονται κυρίως στην διακινδύνευση της ανθρώπινης ζωής αλλά και της περιουσίας. Όλες οι προσπάθειες αντιμετώπισης εκτάκτων καταστάσεων επικεντρώνονται σε αυτά τα δύο σημεία. Η προσπάθεια που απαιτείται να γίνει για την επίτευξη αυτών των στόχων, διακρίνεται σε δύο κυρίως φάσεις.

Η πρώτη είναι η προσεισμική και αφορά στην καλύτερη δυνατή προετοιμασία για την εμφάνιση ενός συμβάντος. Περιλαμβάνει το σχεδιασμό και την εκπαίδευση σε σχέδια εκτάκτου ανάγκης.

Η δεύτερη αφορά τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν από την εμφάνιση του φαινομένου και μετά. Την ανάπτυξη του ήδη υπάρχοντος σχεδίου αντιμετώπισης, για την περίοδο εξέλιξης του συμβάντος αλλά και για τη φάση ανάκτησης(μικρής ή μακράς διάρκειας).

Στις δύο αυτές περιπτώσεις έρχονται να προσφέρουν πολύ σημαντικές υπηρεσίες τα ΓΣΠ, όπως εξάλλου αυτό έγινε κατανοητό και στα προηγούμενα κεφάλαια της παρούσας εργασίας.

5.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, αποτελεί ένα κράμα από τις διάφορες μεθοδολογίες που έχουν εφαρμοστεί διεθνώς. Η δυνατότητα που μας δίνουν πλέον τα ΓΣΠ με τα εργαλεία τους (πχ Maximize Capacitated Coverage) οδηγεί σε πολύ ρεαλιστικές λύσεις. Στη παρούσα έγινε μια προσπάθεια προσδιορισμού του πληθυσμού που κινείται στην πόλη κατά τη φάση λειτουργίας της και αποτελεί κομβικό σημείο για την ανάλυση. Εξάλλου, η απαιτούμενη δυναμικότητα σε χώρους εντός του αστικού ιστού υπολογίζεται με βάση τη **μέγιστη πληθυσμιακή πυκνότητα της περιοχής**. Η απαιτούμενη δυναμικότητα των κεντρικών περιοχών μιας πόλης υπολογίζεται με βάση τον πληθυσμό αυτών των περιοχών τις ώρες αιχμής, δηλαδή τον πληθυσμό των υπηρεσιών, των καταστημάτων, των κατοικιών, καθώς και τον πληθυσμό που βρίσκεται σε πεζοδρόμια ή οδικές αρτηρίες. Από την άποψη αυτή το μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας κινείται προς την ορθή κατεύθυνση, δεδομένων των δυσκολιών που προέκυψαν από την ανυπαρξία πρόσφατων επίσημων στατιστικών στοιχείων.

5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Η μελέτη εφαρμογής στη πόλη της Λάρισας που προηγήθηκε και απεικονίστηκε στους διάφορους χάρτες, έδωσε συνοπτικά τα εξής κάτωθι συμπεράσματα.

Η πόλη της Λάρισας κατά τόπους και κυρίως στα πιο πυκνοδομημένα σημεία της, απαιτεί τη δημιουργία περισσότερων ελεύθερων χώρων, ώστε να καλύψει τη διπλή απαίτηση της εκκένωσης. Δηλαδή και να «χωράει» το μέγιστο δυνατό πληθυσμό, αλλά και να τον εκκενώνει με το συντομότερο χρόνο.

Το κέντρο της πόλης διαθέτει ελάχιστους ελεύθερους χώρους, οι οποίοι δεν επαρκούν για την εκκένωση του πληθυσμού στις ώρες αιχμής.

Οι μέσες διανυόμενες αποστάσεις των φορέων πολιτικής προστασίας προς τους ελεύθερους χώρους κρίνονται ικανοποιητικές, αλλά απαιτείται να υπάρχει διασπορά δυνάμεων σε όλο το πολεοδομικό συγκρότημα, διότι σε καταστάσεις πανικού επικρατεί κυκλοφοριακή αναρχία και οι αποστάσεις που υπό κανονικές συνθήκες διανύονται σε μικρούς χρόνους, απαιτούν πολύ μεγαλύτερους στην πράξη.

5.4 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία κινήθηκε σε συγκεκριμένο πλαίσιο με κάποιους αντικειμενικούς στόχους για τη διερεύνηση του θέματος. Προφανώς και η αντιμετώπιση των εκτάκτων καταστάσεων με τη χρήση των ΓΣΠ δεν εξαντλείται στη μεθοδολογία της. Απαιτείται και περαιτέρω έρευνα για τη βελτιστοποίηση των σχεδίων έκτακτης ανάγκης.

Ένα θέμα που σίγουρα χρήζει ιδιαίτερης αντιμετώπισης, είναι ο έλεγχος της ασφάλειας του πεζοδρομικού δικτύου εκκένωσης. Θα πρέπει σε κάθε επιλεγμένη διαδρομή προς τους χώρους εκκένωσης, να γίνει έλεγχος για την επικινδυνότητα. Για παράδειγμα βάσει πλάτους, εάν πρόκειται για δρόμους κάτω των 4 μ.(Lee και Yeh, 2003)

Επίσης, ο έλεγχος της ασφάλειας των χώρων καταφυγής. Αυτή η διαδικασία απαιτεί πρώτα επιλογή του χώρου, όπως στην περίπτωση που αντιμετωπίζει η παρούσα και στη συνέχεια κατόπιν αυτοψιών, αξιολόγηση και βαθμονόμηση.(Σαπουντζάκη, 2001) Με τον τρόπο αυτό προκύπτει ένα πρόσθετο κριτήριο ελκυστικότητας των χώρων καταφυγής, που είναι ο βαθμός ασφάλειας που παρέχουν.(Τai κ.ά., 2010b)

Ακόμη ένα στοιχείο το οποίο θα ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρον να μελετηθεί, είναι η περίπτωση δημιουργίας ενός μοντέλου ανακατανομής. Στην ουσία να λαμβάνεται υπόψη η διαθέσιμη φέρουσα ικανότητα των χώρων σε συνδυασμό με την ελαχιστοποίηση της διανυόμενης απόστασης. Όταν, όμως, ένα κέντρο υπερβεί την φέρουσα ικανότητά του, να γίνεται ανακατανομή του επιπλέον πληθυσμού, προς τα κοντινότερα κέντρα που μπορούν να τον δεχθούν.

Επιπλέον, μια μελέτη χωροθέτησης ασθενοφόρων για την αντιμετώπιση τέτοιων περιστατικών, θα συμπλήρωνε αρκετά τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, διότι από τη θέση που έχουν τα δύο νοσοκομεία της πόλης(βάσεις του ΕΚΑΒ), υπάρχουν κάποιες περιοχές που δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν τόσο άμεσα, όσο οι υπόλοιπες.

Τέλος, ένα βήμα περαιτέρω θα ήταν η «αποτύπωση» της δομικής τρωτότητας των κτιρίων, κυρίως των κέντρων των πόλεων(παλιότερες κατασκευές), ώστε να συμμετέχουν και αυτά στο βαθμό επικινδυνότητας των τόξων εκκένωσης. Κάτι τέτοιο μπορεί σε πρώτη φάση να επιτευχθεί με την καταγραφή των κανονισμών που έχουν μελετηθεί και κατασκευαστεί τα κτίρια. Αυτή η πληροφορία μπορεί να βρεθεί από τις κατά τόπους υπηρεσίες δόμησης των Δήμων, ή από τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί από την εφαρμογή του Εθνικού Προγράμματος Αντισεισμικής ενίσχυσης Υφιστάμενων Κατασκευών.(ΕΠΑΝΤΥΚ)

5.5 ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Αναμφίβολα, η ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής και η προστασία της περιουσίας είναι συνταγματικά κατοχυρωμένα δικαιώματα των Ελλήνων πολιτών, αλλά και αυτονόητη υποχρέωση της πολιτείας.

Γεγονός αδιαμφισβήτητο αποτελεί επίσης, το ότι η εξέλιξη της τεχνολογίας μπορεί να συνδράμει στην προστασία των πολιτών, αλλά και στην ετοιμότητα των φορέων πολιτικής προστασίας.

Χρέος του επιστημονικού δυναμικού αυτής της χώρας, ιδίως τη σημερινή εποχή που η οικονομική κρίση έχει επηρεάσει κατά πολύ τη ζωή των Ελλήνων, είναι να συνδράμουν με τις όποιες δυνατότητες έχουν, ώστε με το μικρότερο δυνατό κόστος να εξασφαλίζεται η ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής και περιουσίας. Είναι στο χέρι της πολιτείας να εκμεταλλευτεί τη δουλειά των επιστημόνων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Bailey, T. C. και Gatrell, A. G. (1995) *Interactive Spatial Analysis*, New York: Wiley.

Burrough, A. (1983) 'Multi-scale Sources of Spatial Variation in Soil', *Journal of Soil Science*, 34, 577-620.

Burrough, A. και MacDonnell, R. (1998) *Principles of Geographical Information Systems*, New York: Oxford Press.

Hakimi, L. S. (1965) 'Optimum distribution of switching centres in a communication network and some related graph theoretic problems', *Operations Research*, 13, 462-475.

Hakimi, S. L. (1964) 'Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph', *Operations Research*, 12, 450-459.

Heath, R. (1998) *Crisis Management for managers and executives. Business crises - the definitive handbook to reduction, readiness, response and recovery*, United Kingdom: Pearson Education Limited.

Johnson, R. (2000) 'GIS Technology for Disasters and Emergency Management', *ESRI, White Paper*.

Lee, Y. L. και Yeh, K. Y. (2003) 'Street network reliability evaluation following the CHI-CHI earthquake', *The network Reliability of Transport*, 273-278.

Liu, Y. K. και Zhu, X. L. (2006) *Fuzzy capacitated location-allocation problem with minimum risk criteria*, 424-427.

Mingwu, Y., Jun, W., Huang, J., Shiyuan, X. και Zhenlou, C. (2012) 'Methodology and its application for community-scale evacuation planning against earthquake disaster', *Natural Hazards*, 61, 881-892.

Saadatseresht, M., Mansourian, A. και Taleai, M. (2009) 'Evacuation planning using multiobjective evolutionary optimization approach', *European Journal of Operational Research*, (198), 305-314.

- Song, W., Zhu, L. και Li, Q. (2009) 'Evacuation Model and Application for Emergency Events', in *Fourth International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology*, Seoul, Korea, IEEE, 1325-1329.
- Tai, C.-A., Lee, Y.-L. και Lin, C.-Y. (2010a) 'Urban Disaster Prevention Shelter Location and Evacuation Behavior Analysis', *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 9(1), 215-220.
- Tai, C.-A., Lee, Y.-L., Lin, C.-Y. και Ishii, H. (2010b) 'Earthquake Evacuation Shelter Feasibility Analysis Applying with GIS Model Builder', in *40th International Conference on Computers and Industrial Engineering*, Awaji City, Japan,
- Tarabanis, K. και Tsionas, I. (1999) 'Using Network Analysis for Emergency Planning in Case of an Earthquake', *Transactions in GIS*, 3(2), 187-197.
- Weber, A. (1909) *Theory of the location of Industries*, Chicago IL.: University of Chicago Press.
- Zhou, J. και Liu, B. (2003) 'New stochastic models for capacitated location-allocation problem', *Computers & Industrial Engineering*, 45(1), 111-125.
- Κουτσόπουλος, Κ. (2000) *Γεωγραφία : Μεθοδολογία και Μέθοδοι Ανάλυσης Χώρου*, Αθήνα: Παπαδάμης Ο.Ε.
- Κουτσόπουλος, Κ. (2005) *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*, Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Κουτσόπουλος, Κ. (2009) *Πραγματεία Ανάλυσης Χώρου* Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Λουκάκης, Ι. (2010) *Το πρόβλημα της χωροθέτησης των μονάδων πυρόσβεσης-διάσωσης : θεωρία & μεθοδολογία της έρευνας*, unpublished thesis Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
- Σαπουντζάκη, Π. (2001) *Εκκένωση κτιρίων και καταφυγή πληθυσμού σε ασφαλείς χώρους μετά από σεισμό*, Αθήνα: ΟΑΣΠ.
- Τσιωνάς, Ι., Μπαλτζοπούλου, Α., Τσιούκας, Β. και Καραμπίνης, Α. (2010) 'Οι πολεοδομικές συνιστώσες της σεισμικής διακινδύνευσης', *Αειχώρος*, (14), 94-115.
- Φώτης, Γ. (1997) *Μέθοδοι και Τεχνικές Χωροθέτησης Λειτουργιών - Σημειώσεις Μαθήματος*, Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.