



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΓΠ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΔΟΜΙΚΟΥ
ΠΛΟΥΤΟΥ ΤΩΝ ΟΤΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΤΟΥ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ
ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΩΝ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ»**

ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΥΠ.ΕΣ.Α.&Η.Δ., Κ.Ε.Δ.Κ.Ε και Τ.Ε.Ε.

ΖΩΓΡΑΦΟΣ, ΝΕΟΕΜΒΡΙΟΣ 2009

Πίνακας περιεχομένων

Πρόλογος	1
Abstract	3
Σύνθεση ερευνητικής ομάδας	4
Κεφάλαιο 1^ο	
Εισαγωγή	5
Κεφάλαιο 2^ο	
Περιγραφή και ανάλυση δεδομένων	7
2.1 Ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο	7
2.2 Στοιχεία γενικής απογραφής κτηρίων του έτους 2001	11
2.3 Πίνακες αντιστοίχισης οικοδομικών τετραγώνων	13
Κεφάλαιο 3^ο	
Χωρική βάση δεδομένων ιδιοτήτων δομικού πλούτου	15
3.1 Δομή χωρικής βάσης ιδιοτήτων δομικού πλούτου	15
Κεφάλαιο 4^ο	
Μοντέλο σεισμικής διακινδύνευσης δομικού πλούτου	18
4.1 Πίνακας ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας	18
4.2 Αριθμητική μεθοδολογία εκτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης κτηρίων	19
4.3 Δείκτες σεισμικής διακινδύνευσης δομικού πλούτου	21

Κεφάλαιο 5^ο

Στατιστική ανάλυση ιδιοτήτων δομικού πλούτου και λογισμικό διεπαφής	23
5.1 Χωρική βάση ιδιοτήτων δομικού πλούτου	23
5.2 Σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών ιδιοτήτων δομικού πλούτου	24
5.3 Λογισμικό διεπαφής για τη στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου	25
5.4 Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα χρήσης λογισμικού στατιστικής ανάλυσης ιδιοτήτων δομικού πλούτου	26

Πίνακας σχημάτων

Σχήμα 2.1: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας οδικού άξονες	8
Σχήμα 2.2: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας κτήρια	8
Σχήμα 2.3: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας οικοδομικά τετράγωνα	9
Σχήμα 2.4: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας τοπογραφία	10
Σχήμα 2.5: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας ονοματολογία	10
Σχήμα 2.6: Οπτικοποιημένο παράδειγμα σύνθεσης χωρικών ενότητων ψηφιακού χαρτογραφικού υπόβαθρου	11
Σχήμα 2.7: Το έντυπο απογραφής που χρησιμοποιήθηκε κατά τη γενική απογραφή κτηρίων του έτους 2001 της Ε.Σ.Υ.Ε.	12
Σχήμα 3.1: Δομή της χωρικής βάσης δεδομένων του δομικού πλούτου (* Διψήφιος κωδικός νομού, ** τεραψήφιος κωδικός Ο.Τ.Α. και *** οκταψήφιος κωδικός οικισμού κατά Ε.Σ.Υ.Ε.)	16
Σχήμα 5.1: Η οθόνη του λογισμικού <i>OpenJUMP</i> μετά την ενεργοποίηση του πρότυπου αρχείου εκκίνησης ενός οικισμού	24
Σχήμα 5.2: Η οθόνη του Σχήματος 5.1 ύστερα από μεγένθυση του χάρτη όπου απεικονίζεται το σύνολο της πληροφορίας της χωρικής βάσης δεδομένων	25
Σχήμα 5.3: Το λογισμικό διεπαφής χρήστη-υπολογιστή για τη στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου	26
Σχήμα 5.4: Χάρτης πρώτης ερώτησης (Συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατραίων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985)	27
Σχήμα 5.5: Χάρτης δεύτερης ερώτησης (Συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατραίων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985 και έχουν πιλοτή)	28

Σχήμα 5.6: Χάρτης τρίτης ερώτησης (Συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατραίων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985, έχουν πιλοτή και βρίσκονται σε επαφή)	28
Σχήμα 5.7: Χάρτης τέταρτης ερώτησης (Χωροπληθής απεικόνιση της μέσης σεισμικής δικινδύνευσης ανά οικοδομικό τετράγωνο)	29
Σχήμα 5.8: Ιστόγραμμα συχνοτήτων κτηρίων που ικανοποιούν το ερώτημα: Πόσα κτήρια ανά οικοδομικό τετράγων έχουν κτισθεί πρό του έτους 1985	29
Σχήμα 5.9: Διάγραμμα πίτας συχνοτήτων κτηρίων που ικανοποιούν το ερώτημα: Πόσα κτήρια ανά οικοδομικό τετράγων έχουν κτισθεί πρό του έτους 1985	30

Πίνακας πινάκων

Πίνακας 2.1: Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα ορισμένων εγγραφών του αλφαριθμητικού αρχείου των στοιχείων της γενικής απογραφής κτηρίων της Ε.Σ.Υ.Ε. του έτους 2001. Παρουσιάζεται η επικεφαλίδα του αρχείου με τις περιγραφές των πεδίων και τέσσερις εγγραφές	12
Πίνακας 2.2: Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα πίνακα αντιστοίχισης κωδικών οικοδομικών τετραγώνων	13
Πίνακας 4.1: Απόσπασμα πίνακα ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας	19
Πίνακας 4.2: Τιμές του μέσου βαθμού βλάβης (D) που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων	20
Πίνακας 4.3: Τιμές του δείκτη σεισμικής δράσης (S) που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων	20

Πίνακας σχημάτων

Σχήμα 2.1: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας οδικού άξονες	8
Σχήμα 2.2: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας κτήρια	8
Σχήμα 2.3: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας οικοδομικά τετράγωνα	9
Σχήμα 2.4: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας τοπογραφία	10
Σχήμα 2.5: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας ονοματολογία	10
Σχήμα 2.6: Οπτικοποιημένο παράδειγμα σύνθεσης χωρικών ενότητων ψηφιακού χαρτογραφικού υπόβαθρου	11
Σχήμα 2.7: Το έντυπο απογραφής που χρησιμοποιήθηκε κατά τη γενική απογραφή κτηρίων του έτους 2001 της Ε.Σ.Υ.Ε.	12
Σχήμα 3.1: Δομή της χωρικής βάσης δεδομένων του δομικού πλούτου (* Διψήφιος κωδικός νομού, ** τεραψήφιος κωδικός Ο.Τ.Α. και *** οκταψήφιος κωδικός οικισμού κατά Ε.Σ.Υ.Ε.)	16
Σχήμα 5.1: Η οθόνη του λογισμικού <i>OpenJUMP</i> μετά την ενεργοποίηση του πρότυπου αρχείου εκκίνησης ενός οικισμού	24
Σχήμα 5.2: Η οθόνη του Σχήματος 5.1 ύστερα από μεγένθυση του χάρτη όπου απεικονίζεται το σύνολο της πληροφορίας της χωρικής βάσης δεδομένων	25
Σχήμα 5.3: Το λογισμικό διεπαφής χρήστη-υπολογιστή για τη στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου	26
Σχήμα 5.4: Χάρτης πρώτης ερώτησης (Συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατραίων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985)	27
Σχήμα 5.5: Χάρτης δεύτερης ερώτησης (Συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατραίων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985 και έχουν πιλοτή)	28

Σχήμα 5.6: Χάρτης τρίτης ερώτησης (Συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατραίων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985, έχουν πιλοτή και βρίσκονται σε επαφή)	28
Σχήμα 5.7: Χάρτης τέταρτης ερώτησης (Χωροπληθής απεικόνιση της μέσης σεισμικής δικινδύνευσης ανά οικοδομικό τετράγωνο)	29
Σχήμα 5.8: Ιστόγραμμα συχνοτήτων κτηρίων που ικανοποιούν το ερώτημα: Πόσα κτήρια ανά οικοδομικό τετράγων έχουν κτισθεί πρό του έτους 1985	29
Σχήμα 5.9: Διάγραμμα πίτας συχνοτήτων κτηρίων που ικανοποιούν το ερώτημα: Πόσα κτήρια ανά οικοδομικό τετράγων έχουν κτισθεί πρό του έτους 1985	30

Πίνακας πινάκων

Πίνακας 2.1: Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα ορισμένων εγγραφών του αλφαριθμητικού αρχείου των στοιχείων της γενικής απογραφής κτηρίων της Ε.Σ.Υ.Ε. του έτους 2001. Παρουσιάζεται η επικεφαλίδα του αρχείου με τις περιγραφές των πεδίων και τέσσερις εγγραφές	12
Πίνακας 2.2: Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα πίνακα αντιστοίχισης κωδικών οικοδομικών τετραγώνων	13
Πίνακας 4.1: Απόσπασμα πίνακα ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας	19
Πίνακας 4.2: Τιμές του μέσου βαθμού βλάβης (D) που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων	20
Πίνακας 4.3: Τιμές του δείκτη σεισμικής δράσης (S) που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων	20

Πρόλογος

Το ερευνητικό πρόγραμμα «Ανάπτυξη λογισμικού Σ.Γ.Π. για την αναπαράσταση του δομικού πλούτου των Ο.Τ.Α. της χώρας και της σεισμικής τρωτότητας σε επίπεδο οικοδομικών τετραγώνων» εκπονήθηκε με χρηματοδότηση του Υπουργείου Εσωτερικών, Αποκέντρωσης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης στο πλαίσιο του Προγράμματος *Θησέας* – Αναπτυξιακό Πρόγραμμα Τοπικής Αυτοδιοίκησης– σε συνεργασία με την Κεντρική Ένωση Δήμων και Κοινοτήτων και το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, βάσει της Προγραμματικής Σύμβασης 34287/4.7.2006 και της υπ. αριθ. Α3/Σ8/2007 απόφασης της Διοικούσας Επιτροπής του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος. Η διάρκεια του ερευνητικού έργου ήταν 20 μήνες και εκπονήθηκε στο χρονικό διάστημα από 1.4.2008 ως 30.11.2009. Το ερευνητικό έργο ανατέθηκε σε ερευνητική ομάδα της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών με Σύμβαση που υπογράφηκε στις 7.3.2008 μεταξύ του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος που είχε αναλάβει την παρακολούθησή του εκ μέρους του Υπουργείου Εσωτερικών, Αποκέντρωσης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Πιο συγκεκριμένα, η παρακολούθηση του έργου έγινε από την Επιτελική Επιτροπή Ε.Π.Α.Ν.Τ.Υ.Κ. του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος.

Βασικό αντικείμενο του ερευνητικού προγράμματος αποτελεί η χωρική αναφορά (γεωαναφορά) σε επίπεδο ανάλυσης οικοδομικού τετραγώνου των στοιχείων της γενικής απογραφής κτηρίων του έτους 2001 της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε.), αξιοποιώντας την τεχνολογία των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών. Στο πλαίσιο του έργου αναπτύχθηκαν δύο κατηγορίες εφαρμογών με σκοπό τον εντοπισμό κρίσιμων δομικών κατασκευών (νοσοκομεία, σχολεία κλπ.) της χώρας για στις οποίες μπορούν να εκπονηθούν κατάλληλα προγράμματα αντισεισμικής θωράκισης των κτηρίων. Πιο συγκεκριμένα, με την πρώτη κατηγορία εφαρμογών, δομήθηκε ένα εξειδικευμένο υπολογιστικό περιβάλλον, βασισμένο στην τεχνολογία των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών, ικανό να υποστηρίζει τη στατιστική ανάλυση ορισμένων κρίσιμων ιδιοτήτων των δομικών κατασκευών, που περιλαμβάνονται στα στοιχεία της απογραφής και σχετίζονται άμεσα με την ενίσχυση των δομικών κατασκευών από πιθανά μελλοντικά σεισμικά γεγονότα. Με τη δεύτερη κατηγορία εφαρμογών, υπολογίστηκαν δείκτες

σεισμικής διακινδύνευσης του δομικού πλούτου της χώρας σε επίπεδο οικοδομικών τετραγώνων αντλώντας δεδομένα από τη βάση δεδομένων του εξειδικευμένου συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών ώστε να δημιουργηθεί ένα μοντέλο αποτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης του δομικού πλούτου της χώρας. Η χρήση του συστήματος που αναπτύχθηκε, υποστηρίζεται από εξειδικευμένο λογισμικό διεπαφής χρήστη-υπολογιστή, το οποίο σχεδιάστηκε με τρόπο που αφενός καλύπτει τις ανάγκες του τεχνικού προσωπικού των Ο.Τ.Α. αφετέρου δεν προαπαιτεί την όποια εξειδικευμένη γνώση για τη λειτουργία του. Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι η διαχείριση και η επεξεργασία του μεγάλου όγκου των δεδομένων που απαιτούσε η εκπόνηση του ερευνητικού έργου, υποστηρίχθηκε από πρωτότυπο εξειδικευμένο λογισμικό, το οποίο δημιουργήθηκε από την ερευνητική ομάδα, με σκοπό να αυτοματοποιηθούν οι διεργασίες που ήταν απαραίτητες για την ολοκλήρωσή του, μέσα στο χρονικό πλαίσιο που τέθηκε, και για να εξασφαλιστεί η ποιότητα του τελικού αποτελέσματος.

Το σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος επιλέχθηκε να αναπτυχθεί σε ένα λογισμικό πακέτο «ανοικτού κώδικα» με ελεύθερη άδεια χρήσης. Αξιοποιήθηκε το λογισμικό *OpenJUMP* που ανήκει στην κατηγορία των λογισμικών με ελεύθερη άδεια χρήσης και διανέμεται δωρεάν. Το συγκεκριμένο λογισμικό πακέτο συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών διανέμεται με την άδεια χρήσης *GNU General Public License*. Το *OpenJUMP* επιλέχθηκε γιατί, όντας λογισμικό «ανοικτού κώδικα» επιτρέπει τη συνεργασία του με εξειδικευμένο λογισμικό που αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα, δεν επιβάλλει τους χρήστες να επιβαρυνθούν με την αγορά ενός εμπορικού λογισμικού πακέτου υψηλού κόστους για τη διαχείριση των δεδομένων του συστήματος, είναι εύχρηστο και τέλος, χαρακτηρίζεται από αποτελεσματικά εργαλεία χαρτογραφικής απόδοσης.

Λαμβάνοντας υπόψη την πιθανότητα αλλά και τη συχνότητα εμφάνισης ισχυρών σεισμικών γεγονότων που χαρακτηρίζει τη χώρα μας, το παραγόμενο πληροφοριακό υλικό αποτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης του δομικού πλούτου είναι ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των Ο.Τ.Α. στην κατεύθυνση της ανάπτυξης μέτρων ενίσχυσης του δομικού πλούτου της χώρας μας από πιθανά μελλοντικά σεισμικά γεγονότα.

Η ερευνητική ομάδα

Νοέμβριος, 2009

Abstract

The aim of the study is to develop a system providing spatial reference to the data collected during the Buildings Census of the year 2001, carried out by the National Statistical Service of Greece. The system is based on GIS technology platform. The main point was to project the census data on the existed spatial infrastructure by creating a compatible spatial relationship. The system is designed and developed in order to support two useful applications related to any future program of buildings strengthening against earthquake events. The first one, is associated to the calculation of several indices expressing the buildings' vulnerability per block, and the second one to the creation of a gui environment supporting the statistical analysis of several buildings' critical attributes against earthquake events. Both applications can be used to support decisions on the development of specific measures of building strengthening by the local or the central administration authorities in order to diminish possible hazards from of any future earthquake events.

Σύνθεση Ερευνητικής Ομάδας

Επιστημονικός Υπεύθυνος:	Βύρωνας Νάκος Καθηγητής, Ε.Μ.Π.
Κύριος Ερευνητής:	Μανόλης Βουγιούκας Λέκτορας, Ε.Μ.Π.
Ερευνητές:	Νίκος Τζελέπης Υποψήφιος Διδάκτορας, Ε.Μ.Π. Δέσποινα Ζάννου Αγρονόμος & Τοπογράφος Μηχανικός
Ανάπτυξη λογισμικού διεπαφής:	Ευάγγελος Ζαχαρής Υποψήφιος Διδάκτορας, Ε.Μ.Π.

Κεφάλαιο 1^ο

Εισαγωγή

Στα στοιχεία της απογραφής κτηρίων του έτους 2001 της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος περιλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με την περίοδο κατασκευής των κτηρίων, τον αριθμό ορόφων, το είδος του φέροντος οργανισμού, την κύρια ή δευτερεύουσα χρήση, την ύπαρξη πιλοτής, την ύπαρξη επαφής με τα γειτονικά κτήρια κ.ά πληροφορίες. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν σημαντική πληροφορία για την ανάπτυξη προγραμμάτων ενίσχυσης των κτηρίων, από τους φορείς της τοπικής, της κεντρικής διοίκησης αλλά και ιδιώτες, σε σχέση με πιθανά μελλοντικά σεισμικά γεγονότα, εάν επιτευχθεί να συσχετιστούν με το γεωγραφικό χώρο στον οποίο αναφέρονται. Αντικείμενο του προγράμματος είναι η δημιουργία ενός συστήματος καταγραφής των ιδιοτήτων των δομικών κατασκευών ανά οικοδομικό τετράγωνο, όπως αυτές περιλαμβάνονται στην απογραφή κτηρίων του έτους 2001 της Ε.Σ.Υ.Ε., άμεσα συσχετισμένου με τα ψηφιακά υπόβαθρα των Ο.Τ.Α. της χώρας, σε περιβάλλον τεχνολογίας συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών. Στο ίδιο σύστημα, επιπλέον, δημιουργήθηκε ένα χωρικό μοντέλο δεικτών διακινδύνευσης των δομικών κατασκευών ανά οικοδομικό τετράγωνο, που αξιοποιεί τα παραπάνω στοιχεία. Τέλος, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα ειδικό λογισμικό διεπαφής για την χρήση του συστήματος, το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί από το τεχνικό προσωπικό των φορέων τοπικής και κεντρικής διοίκησης που χαρακτηρίζεται από τη φιλικότητα της χρήσης του.

Για την υλοποίηση του προγράμματος σχεδιάστηκε ειδικό μοντέλο βάσης δεδομένων κατάλληλο για την ψηφιακή καταγραφή των στοιχείων της απογραφής, αλλά και των παραμέτρων του μοντέλου αποτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων. Παράλληλα, η περιγραφική αυτή βάση δεδομένων συσχετίστηκε χωρικά με τα ψηφιακά υπόβαθρα των Ο.Τ.Α. της χώρας που διαθέτει η Ε.Σ.Υ.Ε. Κατά το σχεδιασμό του συστήματος έγινε πρόβλεψη ώστε να είναι εφικτή η δυνατότητα ολοκληρωμένης ενσωμάτωσης μελλοντικών απογραφών που θα διεξαχθούν από την Ε.Σ.Υ.Ε. (γενικής απογραφής πληθυσμού και απογραφής κτηρίων).

Ο χρήστης του συστήματος είναι σε θέση να επεξεργάζεται τα στοιχεία ανά οικοδομικό τετράγωνο και να προβαίνει σε στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων των δομικών

κατασκευών συσχετισμένη άμεσα με το γεωγραφικό χώρο. Επιπλέον, μπορεί να γνωρίζει τις τιμές διαφόρων δεικτών σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων (μέση τιμή, μεταβλητότητα και μέγιστη τιμή) ανά οικοδομικό τετράγωνο συσχετισμένη άμεσα με το γεωγραφικό χώρο. Τέλος, με τη βοήθεια του συστήματος που αναπτύχθηκε, ο χρήστης μπορεί να απεικονίζει με τη μορφή χαρτών και διαγραμμάτων τα στοιχεία της βάσης δεδομένων στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή ή και σε αναλογική μορφή (εκτύπωση). Η χρήση του συστήματος γίνεται άμεσα μέσω εξειδικευμένου λογισμικού διεπαφής (graphical user interface – GUI), που σχεδιάστηκε με τρόπο που να καλύπτει τις ανάγκες του τεχνικού προσωπικού των Ο.Τ.Α. και εκτελείται σε συνεργασία με το λογισμικό του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών και τέλος, χαρακτηρίζεται από φιλικότητα ως προς την χρήση.

Περιγραφή και ανάλυση δεδομένων

Η υλοποίηση του προγράμματος ομογενοποιεί και αλληλοσυσχετίζει τρεις ομάδες δεδομένων. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει το ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο της Ε.Σ.Υ.Ε. για περίπου 600 οικισμούς της χώρας. Η δεύτερη ομάδα αναφέρεται στα πρωτογενή στοιχεία της γενικής απογραφής κτηρίων του έτους 2001 της Ε.Σ.Υ.Ε., μία καθολική καταγραφή, στην οποία είναι καταχωρημένες οι ιδιότητες περίπου τεσσάρων εκατομμυρίων κτηρίων. Η τρίτη ομάδα δεδομένων περιλαμβάνει πίνακες αντιστοίχισης των κωδικών των οικοδομικών τετραγώνων των οικισμών της χώρας του ψηφιακού υποβάθρου (πρώτη ομάδα δεδομένων) και των στοιχείων της απογραφής κτηρίων (δεύτερη ομάδα δεδομένων), που διαθέτει η Ε.Σ.Υ.Ε. Το σύνολο των τριών αυτών ομάδων δεδομένων παραχωρήθηκαν από την Ε.Σ.Υ.Ε. στην ερευνητική ομάδα με την καταβολή του συμφωνημένου ποσού των 40.000,00€ εκ μέρους του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (σχετική επιστολή του Προέδρου του Τ.Ε.Ε. στις 7.9.2008).

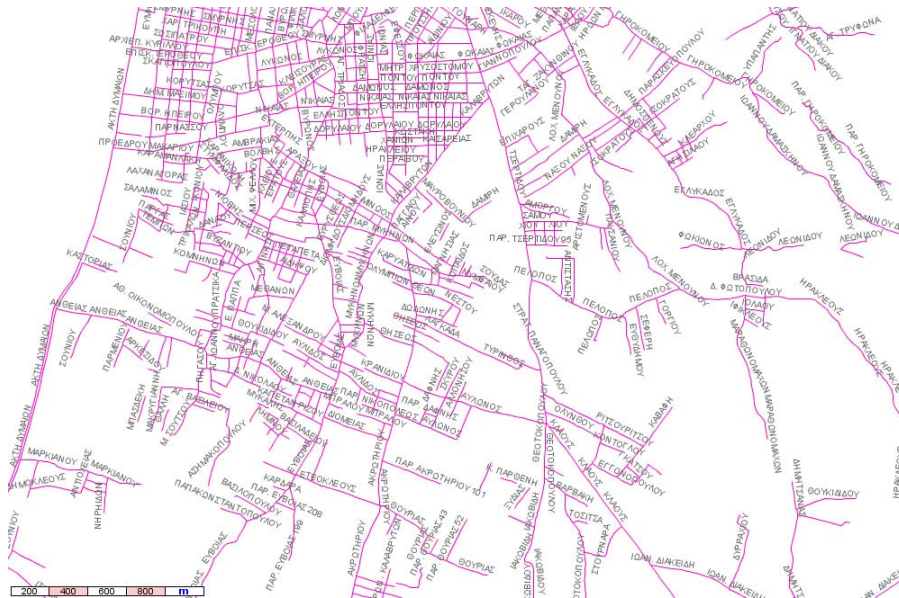
2.1 Ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο

Το σύνολο των ψηφιακών χαρτογραφικών υποβάθρων της Ε.Σ.Υ.Ε. περιλαμβάνει 603 οικισμούς της χώρας επί συνόλου 12.928 οικισμών. Το σύνολο των οικισμών της χώρας σύμφωνα με το υφιστάμενο διοικητικό θεσμικό πλαίσιο ανέρχεται σε 1.034 Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.). Σε κάθε ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο οικισμού απεικονίζονται οι ακόλουθες χωρικές ενότητες:

- *Οδικοί άξονες (axon)*
Η χωρική ενότητα των οδικών αξόνων είναι εκφρασμένη σε ψηφιακό πρότυπο (format) τύπου *shapefile*¹ με γεωμετρία τοπολογικά δομημένων γραμμών. Στις ιδιότητες αυτής της χωρικής ενότητας περιλαμβάνεται η ονομασία των δρόμων, με

¹ Το ψηφιακό πρότυπο τύπου *shapefile* υποστηρίζεται και χρησιμοποιείται από το λογισμικό πακέτο συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών *ArcGIS* της εταιρίας *ESRI* © για την αναπαράσταση χωρικών δεδομένων. Το πρότυπο αυτό είναι ευρέως διαδεδομένο στα λογισμικά διαχείρισης χωρικών πληροφοριών και αντιστοιχεί σε τρία συνήθως ψηφιακά αρχεία.

αλφαριθμητικούς χαρακτήρες της Ελληνικής γλώσσας. Στο Σχήμα 2.1 δίνεται ένα οπτικοποιημένο αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της χωρικής ενότητας οδικού άξονα ενός τμήματος ενός οικισμού.



Σχήμα 2.1: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας οδικού άξονα

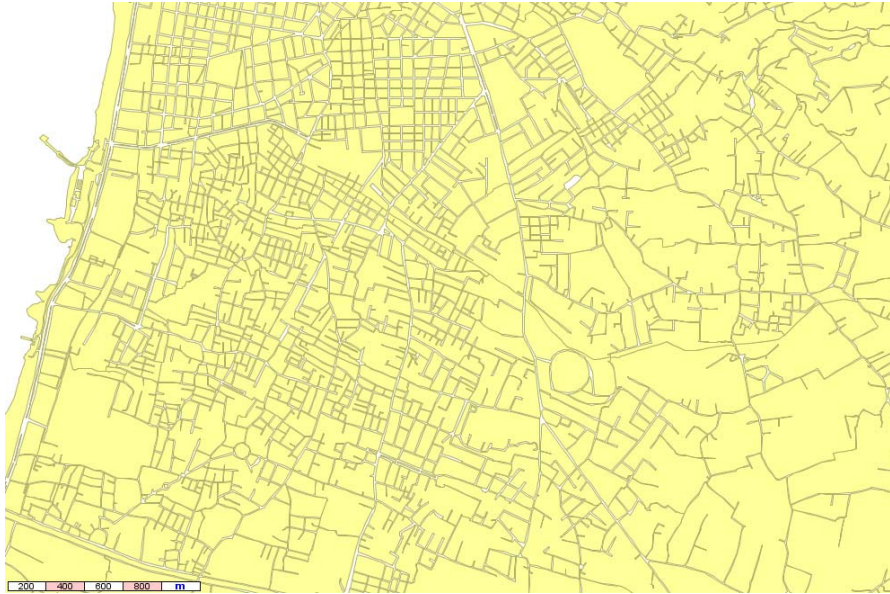
- *Κτήρια (buildnu)*
 Η χωρική ενότητα των κτηρίων αναπαριστά το περίγραμμα των κτηρίων του οικισμού και είναι εκφρασμένη σε ψηφιακό πρότυπο τύπου *shapefile* με γεωμετρία τοπολογικά δομημένων κλειστών πολυγώνων. Στις ιδιότητες της χωρικής ενότητας κτήρια περιλαμβάνονται οι πληροφορίες του μεγέθους των (εμβαδόν) και του κωδικού του οικοδομικού τετραγώνου στο οποίο ανοίκουν. Στο Σχήμα 2.2 δίνεται ένα οπτικοποιημένο αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της χωρικής ενότητας κτήρια του ίδιου τμήματος του οικισμού.



Σχήμα 2.2: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας κτήρια

- **Οικοδομικά τετράγωνα (blocknu)**

Η χωρική ενότητα των οικοδομικών τετραγώνων αναπαριστά το περίγραμμα των οικοδομικών τετραγώνων του οικισμού και είναι εκφρασμένη σε ψηφιακό πρότυπο τύπου *shapefile* με γεωμετρία τοπολογικά δομημένων κλειστών πολυγώνων. Στις ιδιότητες της χωρικής ενότητας οικοδομικά τετράγωνα περιλαμβάνονται οι πληροφορίες του μεγέθους των (εμβαδόν) και του κωδικού τους. Στο Σχήμα 2.3 δίνεται ένα οπτικοποιημένο αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της χωρικής ενότητας οικοδομικά τετράγωνα του ίδιου τμήματος του οικισμού.



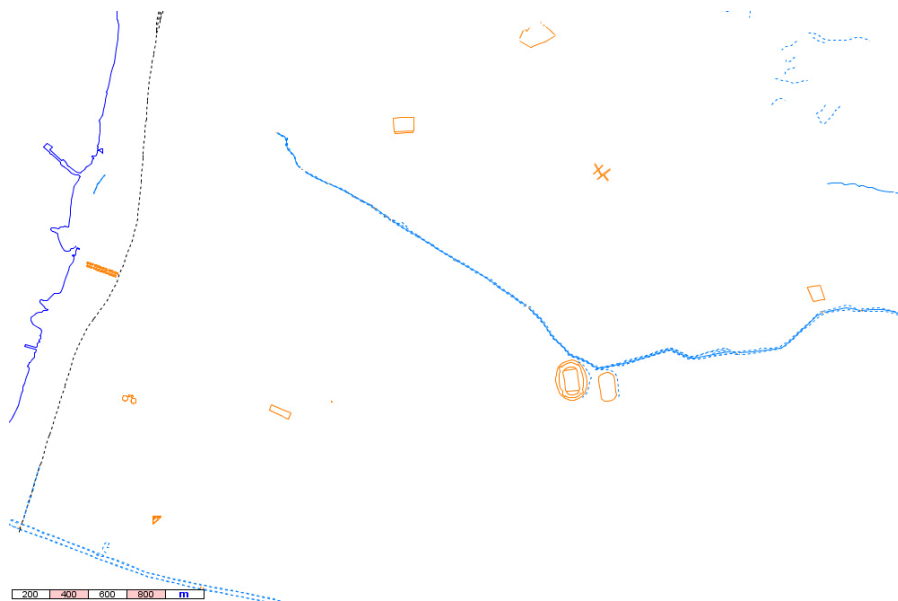
Σχήμα 2.3: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας οικοδομικά τετράγωνα

- **Τοπογραφία (topo)**

Η χωρική ενότητα της τοπογραφίας αναπαριστά διάφορα τοπογραφικά στοιχεία οριζοντιογραφίας του οικισμού και είναι εκφρασμένη σε ψηφιακό πρότυπο τύπου *shapefile* με γεωμετρία τοπολογικά δομημένων γραμμών. Στις ιδιότητες της χωρικής ενότητας τοπογραφία περιλαμβάνονται οι πληροφορίες όπως είναι η ακτογραμμή, τα διοικητικά όρια (δήμων και κοινοτήτων), τεχνητά στοιχεία (π.χ. γέφυρες), υδρολογικά στοιχεία (π.χ. όρια κοίτης ρεμαμάτων), η σιδηροδρομική γραμμή κ.ά. Στο Σχήμα 2.4 δίνεται ένα οπτικοποιημένο αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της χωρικής ενότητας τοπογραφία του ίδιου τμήματος του οικισμού.

- **Ονοματολογία (anno)**

Η χωρική ενότητα ονοματολογία περιλαμβάνει διάφορα τοπωνύμια (ονοματολογία συνοικιών, εκκλησίες, κ.ά.) του οικισμού. Η χωρική ενότητα ονοματολογία δεν αναπαριστά κάποια γεωμετρικού χαρακτήρα πληροφορία και για αυτό το λόγο αναφέρεται σε σημεία που αποτελούν τα σημεία αναφοράς αναγραφής των τοπωνυμίων. Η χωρική ενότητα της ονοματολογίας είναι εκφρασμένη σε ψηφιακό πρότυπο τύπου *shapefile*. Τα τοπωνύμια είναι καταχωρημένα με αλφαριθμητικούς χαρακτήρες της Ελληνικής γλώσσας. Στο Σχήμα 2.5 δίνεται ένα οπτικοποιημένο αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της χωρικής ενότητας ονοματολογία του ίδιου οικισμού.

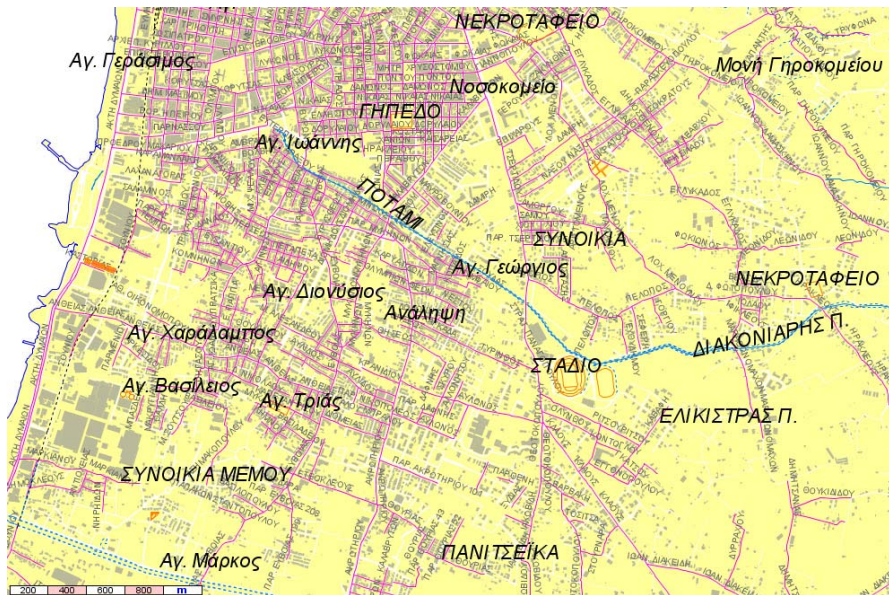


Σχήμα 2.4: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας τοπογραφία



Σχήμα 2.5: Οπτικοποιημένο παράδειγμα χωρικής ενότητας ονοματολογία

Στο Σχήμα 2.6 δίνεται ένα οπτικοποιημένο παράδειγμα της σύνθεσης των παραπάνω πέντε χωρικών ενότητων για το ίδιο τμήματα του οικισμού ως ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα ενός χάρτη βάσης των ψηφιακών χαρτογραφικών υποβάθρων της Ε.Σ.Υ.Ε.



Σχήμα 2.6: Οπτικοποιημένο παράδειγμα σύνθεσης χωρικών ενοτήτων ψηφιακού χαρτογραφικού υπόβαθρου

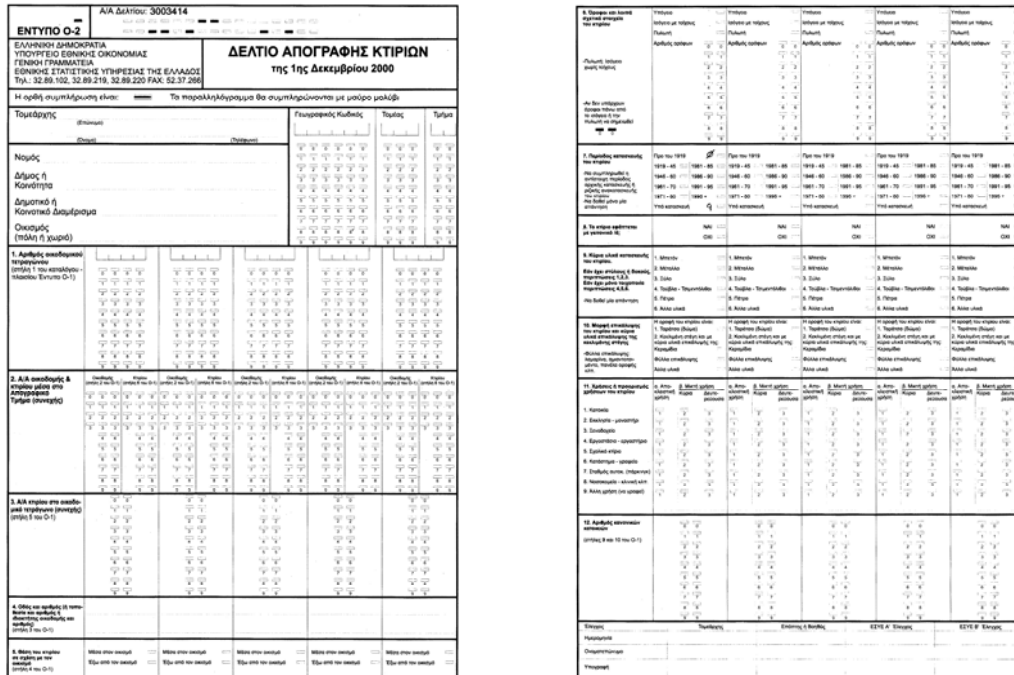
Το ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο της Ε.Σ.Υ.Ε. έχει δημιουργηθεί από ψηφιοποίηση ορθοφωτοχαρτών κλίμακας 1:5.000, προερχομένων από αναγωγή αεροφωτογραφιών με περίοδο λήψης από το έτος 1996 ως το 1998. Με δεδομένο ότι η πρωτογενής πληροφορία είναι αντίστοιχη της αναλογικής κλίμακας 1:5.000, η χωρική αβεβαιότητα του παράγωγου ψηφιακού προϊόντος είναι της τάξης του ενός μέτρου. Το ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο της Ε.Σ.Υ.Ε. είναι εκφρασμένο στο επίσημο κρατικό δίκτυο συντεταγμένων της χώρας, δηλαδή, αναφέρεται στο σύστημα Ε.Γ.Σ.Α.-'87 (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς) που εφαρμόζεται στο γεωκεντρικό ελλειψοειδές GRS-80 και στην Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή².

2.2 Στοιχεία γενικής απογραφής κτηρίων του έτους 2001

Η γενική απογραφή κτηρίων του έτους 2001 διεξήχθη κατά το τέλος του προηγούμενου έτους (Δεκέμβριος 2000) από την Ε.Σ.Υ.Ε. Ύστερα από συνεργασία με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος και της σημασίας της διακινδύνευσης του δομικού πλούτου της χώρας από πιθανά σεισμικά μελλοντικά γεγονότα, κατά την απογραφή, καταγράφηκαν ορισμένες σημαντικές ιδιότητες των κτηρίων σχετικές με τη δυνατότητα εκτίμησης της σεισμικής τους διακινδύνευσης. Οι ιδιότητες αυτές αφορούν σε κρίσιμες πληροφορίες όπως είναι η περίδος κατασκευής, ο φέροντας οργανισμός, ο αριθμός των ορόφων, η ύπαρξη πιλοτής, η χρήση (κύρια και δευτερεύουσα) κ.ά. Κατά την γενική απογραφή καταγράφηκαν συνολικά περίπου 4.000.000 κτήρια σε ολόκληρη τη χώρα. Για τις ανάγκες του προγράμματος παραχωρήθηκε από την Ε.Σ.Υ.Ε. ένα ψηφιακό αρχείο με τα πρωτογενή

² Στο σύστημα Ε.Γ.Σ.Α.-'87 κεντρικός μεσημβρινός είναι ο μεσημβρινός 24° ανατολικά του Greenwich, στις συντεταγμένες x προστίθεται η σταθερά 500.000,000m και εφαρμόζεται συντελεστής κλίμακας ίσος με 0,9996.

στοιχεία της απογραφής κτηρίων τύπου κειμένου με πρότυπο ASCII³ μεγέθους της τάξης των 300 Mb. Στο Σχήμα 2.7 παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικές όψεις του έντυπου που χρησιμοποιήθηκε κατά τη γενική απογραφή κτηρίων της Ε.Σ.Υ.Ε. του έτους 2001, ενώ, στον Πίνακα 2.1 απεικονίζεται ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα εγγραφών του αρχείου της απογραφής κτηρίων. Το συνολικό αρχείο των στοιχείων της γενικής απογραφής κτηρίων που παραχωρήθηκε από την Ε.Σ.Υ.Ε. κατατμήθηκε σε 12.928 επιμέρους αρχεία καλύπτοντας τους αντίστοιχους οικισμούς της χώρας.



Σχήμα 2.7: Το έντυπο απογραφής που χρησιμοποιήθηκε κατά τη γενική απογραφή κτηρίων του έτους 2001 της Ε.Σ.Υ.Ε.

Πίνακας 2.1: Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα ορισμένων εγγραφών του αλφαριθμητικού αρχείου των στοιχείων της γενικής απογραφής κτηρίων της Ε.Σ.Υ.Ε. του έτους 2001.

1	KAP2001	BLOCK_NO	BLOCK_AA	FLAG_OIK	FLAG_YPOG	FLAG_ISOGI	FLAG_PIL	FLOOR_NO	STRUCT_PERIOD	FLAG_TANGIYLIKA_MAIN	YLIKA_ROOF	EXCL_USE	MAIN_USE	SECOND_USE	HOME_NO
2	13010101	360	6	1	1	0	1	4	9	1	1	1	1	0	15
3	13010101	360	7	1	0	1	0	0	9	2	1	1	7	0	0
4	13010101	360	8	1	0	1	0	0	9	2	1	1	7	0	0
5	13010101	360	9	1	0	1	0	1	2	1	4	2	1	0	1
6	13010101	360	10	1	0	1	0	1	5	1	1	1	1	0	2
7	13010101	360	11	1	0	1	0	2	8	1	1	2	1	0	2
8	13010101	360	12	1	0	1	0	0	4	1	1	2	1	0	1
9	13010101	497	2	1	0	1	0	0	4	2	3	3	9	0	0
10	13010101	497	3	1	1	1	0	0	3	2	4	2	1	0	1
11	13010101	497	4	1	0	1	0	0	3	2	4	2	9	0	0
12	13010101	497	5	1	0	1	0	0	4	2	4	2	2	0	0
13	13010101	497	6	1	0	1	0	0	6	2	1	1	6	0	0
14	13010101	497	7	1	1	1	0	0	3	2	4	2	1	0	1
15	13010101	497	8	1	0	1	0	0	4	2	4	2	9	0	0
16	13010101	497	9	1	0	1	0	0	4	2	5	1	9	0	0
17	13010101	664	1	1	0	1	0	1	5	2	1	2	1	0	1
18	13010101	664	2	1	0	1	0	1	5	2	1	2	1	0	1
19	13010101	583	1	1	0	1	0	0	9	1	1	2	6	0	0
20	13010101	583	2	1	0	1	0	1	2	1	4	2	6	0	0
21	13010101	583	3	1	0	1	0	1	2	1	4	2	6	0	0
22	13010101	584	1	1	0	1	0	0	2	1	4	2	6	0	0
23	13010101	584	2	1	0	1	0	0	2	1	4	2	6	0	0
24	13010101	584	3	1	0	1	0	1	2	1	4	2	6	0	0
25	13010101	584	4	1	0	1	0	0	2	1	4	2	6	0	0
26	13010101	585	1	1	0	1	0	1	2	1	1	1	6	0	0
27	13010101	585	2	1	0	1	0	1	2	1	1	2	6	0	0

³ Το πρότυπο αρχείων κειμένου ASCII αποτελεί την τυπική ψηφιακή μορφή ενός κειμένου με αλφαριθμητικούς χαρακτήρες σε υπολογιστικό περιβάλλον με αποτέλεσμα να είναι συμβατό μεταξύ διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων.

2.3 Πίνακες αντιστοίχισης

Παρατηρώντας τη χρονική αναντιστοιχία μεταξύ των δύο πρώτων ομάδων δεδομένων, δηλαδή μεταξύ των ψηφιακών υποβάθρων και των στοιχείων της απογραφής κτηρίων, είναι προφανές ότι η προσπάθεια εκχώρησης γεωγραφικής αναφοράς στα στοιχεία της απογραφής κτηρίων μέσω των ψηφιακών υποβάθρων είναι προβληματική. Στο χρονικό διάστημα μεταξύ των ετών 1995 και 2001, είναι γεγονός ότι δομήθηκαν πολλά κτήρια για τα οποία συλλέχθηκαν τα στοιχεία τους κατά την απογραφή αλλά δεν απεικονίζονται στα ψηφιακά υπόβαθρα. Επιπλέον, η κωδικοποίηση των κτηρίων στα στοιχεία της γενικής απογραφής κτηρίων είναι ασύμβατη με την κωδικοποίηση που υπάρχει στα ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα.

Πίνακας 2.2: Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα πίνακα αντιστοίχισης κωδικών οικοδομικών τετραγώνων

ΠΑΤΡΑ ΑΡΙΘΜΗΣΗ ΕΣΥΕ: 1 - 3059			
ΝΕΑ ΑΡΙΘΜΗΣΗ: 1-4446			
	ΠΑΛΑΙΟΣ ΚΩΔΙΚΟΣ	ΝΕΟΣ ΚΩΔΙΚΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
1			
2			
3			
4	1,9,82	3060	
5	4,8	3061,3062	
6	25	3064,3065	
7	81,27	3066,3067	
8	32,33	3068	
9	36,2300	3071	
10	29	3072,3073,3074	
11	38,2301	3075,3076,3077	
12	2366	3082,3083	
13	2368	3085,3086	
14	2369,2370	3087,3088,3089	
15	2319	3090,3091	
16	2316,2321	3092,3093,3094,3095,3096	
17	2729	3098,3099	
18	2305,2306	3100,3101,3103	
19	2307,2308,2309,2310	3102	
20	2311	3104,3105	
21	2312,2313	3106	
22	24	3107,3108,3109,3110,3111	
23	11,13	3114,3115	
24	18,19,14	3116,3117,3118	
25	17,2893	3119,3120,3121	
26	42	3127,3128	

Η κωδικοποίηση των κτηρίων στα στοιχεία της γενικής απογραφής κτηρίων ακολουθεί ένα αυθαίρετο σχήμα αρίθμησης που ορίστηκε από τους απογραφείς. Από την άλλη, η κωδικοποίηση των κτηρίων στα ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα ορίστηκε με την αυτοματοποιημένη διαδικασία αρίθμησης του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία τους από τον μελετητή. Το γεγονός αυτό καθιστά αδύνατη τη συσχέτιση των στοιχείων της γενικής απογραφής κτηρίων με την χωρική ενότητα των κτηρίων των ψηφιακών χαρτογραφικών υποβάθρων. Επομένως, η γεωαναφορά των στοιχείων της γενικής απογραφής κτηρίων επιχειρήθηκε να αποδοθεί με τη βοήθεια της χωρικής ενότητας

οικοδομικά τετράγωνα. Παρ' όλο που στο χρονικό διάστημα 1995-2001 έχουν γίνει στο σύνολο των οικισμών της χώρας πολλές μεταβολές ως προς τη δομή των οικοδομικών τετραγώνων, μεταβολές που αφορούν είτε σε συγχώνευση ή σε δημιουργία νέων οικοδομικών τετραγώνων. Για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της πιθανής ασυμβατότητας μεταξύ απογραφής και ψηφιακών υποβάθρων, με βάση τα πρωτογενή στοιχεία που διατηρεί και κυρίως τα αναλογικά διαγράμματα που χρησιμοποίησαν οι απογραφείς κατά τη διαδικασία της γενικής απογραφής κτηρίων, η Ε.Σ.Υ.Ε. δημιούργησε πίνακες αντιστοίχισης των κωδικών της χωρικής ενότητας των οικοδομικών τετραγώνων μεταξύ των αρχείων του ψηφιακού χαρτογραφικού υπόβαθρου και των αντίστοιχων στοιχείων της γενικής απογραφής κτηρίων του έτους 2001 ανά οικισμό. Οι πίνακες αυτοί καλύπτουν 537 οικισμούς επί συνόλου 603 οικισμών για τους οποίους είναι διαθέσιμα τα ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα.

Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται ορισμένες χαρακτηριστικές εγγραφές από έναν πίνακα αντιστοίχισης. Εξετάζοντας όλους τους δυνατούς συνδιασμούς αντιστοίχισης των κωδικών των οικοδομικών τετραγώνων, εύκολα καταλήγουμε στο συμπέρασμα, ότι οι πιθανές σχέσεις μεταξύ των κωδικών, είναι σχέσεις του τύπου ένα-προς-ένα, ένα-προς-πολλά ή πολλά-προς-ένα, αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις σχέσεων του τύπου ορισμένα-προς-κάποια. Η επισήμανση αυτή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι στο παραγόμενο τελικό προϊόν ένας αριθμός οικοδομικών τετραγώνων σε κάθε οικισμό χρειάζεται να συγχωνευτεί σε σύνθετες χωρικές οντότητες.

Χωρική βάση δεδομένων ιδιοτήτων δομικού πλούτου

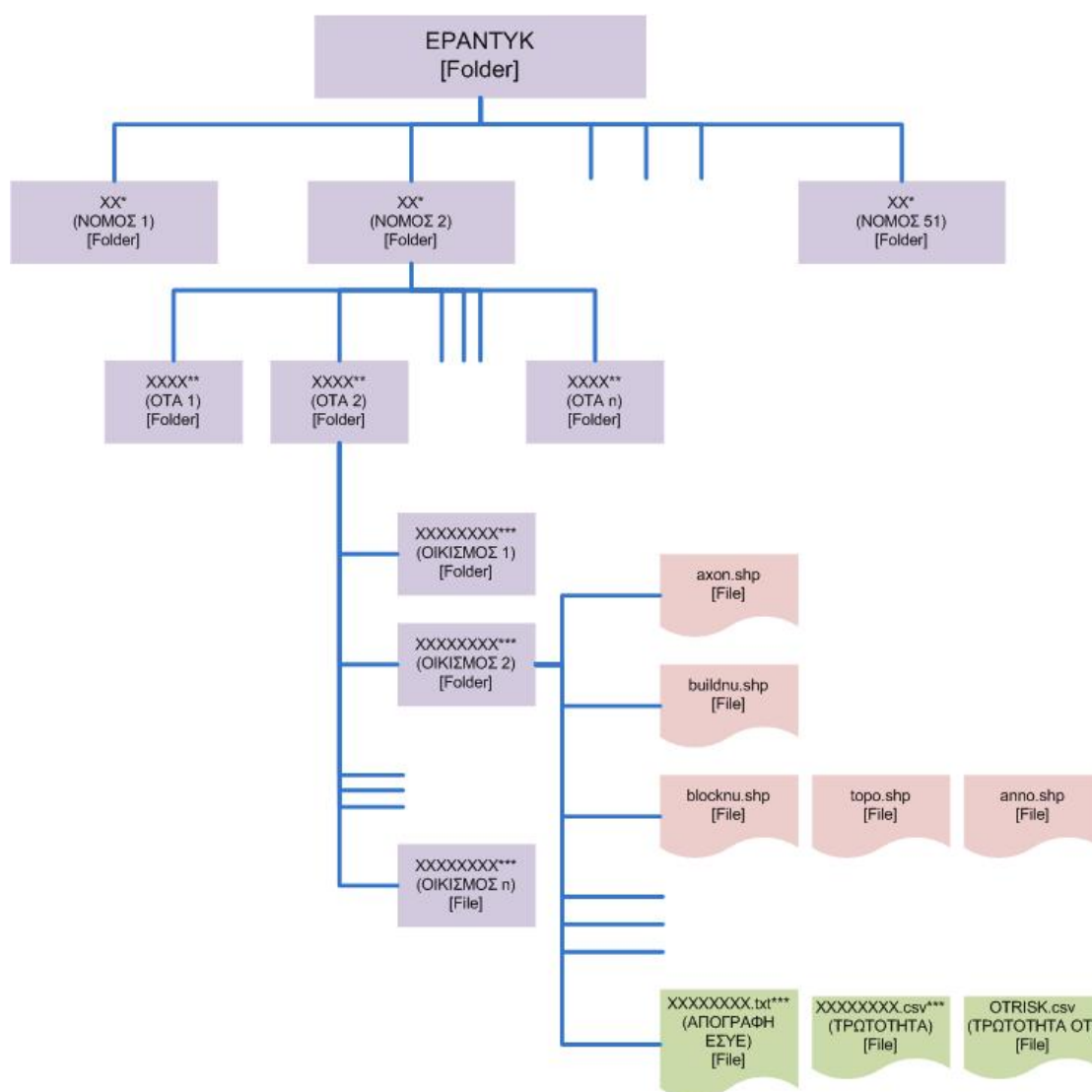
Στο πλαίσιο του προγράμματος σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε μία χωρική βάση δεδομένων με σκοπό να αναπαριστά το δομικό πλούτο της χώρας, όπως αυτός καταγράφηκε με τη γενική απογραφή κτηρίων της Ε.Σ.Υ.Ε. το έτος 2001. Η χωρική βάση είναι δομημένη με ιεραρχική δομή, η οποία ακολουθεί το θεσμοθετημένο σχήμα διοικητικής υποδιαίρεσης της χώρας (πρόγραμμα «Καποδίστριας»). Τα ιεραρχικά επίπεδα της δομής της χωρικής βάσης δεδομένων υλοποιούνται στο υπολογιστικό περιβάλλον με καταλόγους ή υποκαταλόγους του υλικού της μονάδας αποθήκευσης του υπολογιστή (σκληρός δίσκος).

3.1 Δομή χωρικής βάσης ιδιοτήτων δομικού πλούτου

Το θεσμοθετημένο σχήμα διοικητικής υποδιαίρεσης της χώρας ακολουθεί την ιεραρχική δομή: νομός, οργανισμός τοπικής αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) και οικισμός. Παράλληλα, η Ε.Σ.Υ.Ε. έχει θεσμοθετήσει συγκεκριμένο κωδικοποιημένο σχήμα για την ψηφιακή αναπαράσταση αυτής της δομής. Συγκεκριμένα, οι νομοί της χώρας κωδικοποιούνται με τη βοήθεια ενός διψήφιου αλφαριθμητικού κωδικού. Οι κωδικοί των Ο.Τ.Α. κωδικοποιούνται με τη βοήθεια ενός τετραψήφιου αλφαριθμητικού κωδικού, στον οποίο τα δύο πρώτα ψηφία ταυτίζονται με τον κωδικό του νομού στον οποίο ανήκουν. Τέλος, οι κωδικοί των οικισμών (δήμοι, κοινότητες ή μικρότεροι οικισμοί σε σχέση με το παλαιό σχήμα διοικητικής υποδιαίρεσης, δηλαδή, προ «Καποδίστρια») κωδικοποιούνται με τη βοήθεια ενός οκταψήφιου αλφαριθμητικού κωδικού, στον οποίο τα τέσσερα πρώτα ψηφία ταυτίζονται με τον κωδικό του Ο.Τ.Α. στον οποίο ανήκουν και επομένως κατ'επέκταση τα δύο πρώτα ψηφία ταυτίζονται με τον κωδικό του νομού στον οποίο ανήκουν.

Με βάση λοιπόν το παραπάνω θεσμοθετημένο διοικητικό σχήμα, η δομή της χωρικής βάσης δεδομένων διαμορφώνεται κάτω από ένα κατάλογο (folder) του υλικού μέσου αποθήκευσης με την ονομασία: EPANTYK (κατάλογος ρίζα). Κάτω από τον κατάλογο EPANTYK παρουσιάζονται με μορφή υποκαταλόγου (sub-folder) οι νομοί της χώρας. Η ονομασία των υποκαταλόγων με τους νομούς της χώρας ταυτίζεται με το διψήφιο κωδικό κατά Ε.Σ.Υ.Ε. Σε κάθε υποκατάλογο νομού παρουσιάζονται οι υποκατάλογοι των Ο.Τ.Α. που

περιλαμβάνονται σε αυτόν. Η ονομασία των υποκαταλόγων των Ο.Τ.Α. ταυτίζεται με τον τετραψήφιο κωδικό τους κατά Ε.Σ.Υ.Ε. Τέλος, σε κάθε υποκατάλογο Ο.Τ.Α. παρουσιάζονται με μορφή υποκαταλόγου οι οικισμοί που περιλαμβάνονται σε αυτόν με ονομασία που ταυτίζεται με το οκταψήφιο κωδικό του οικισμού. Σε κάθε υποκατάλογο οικισμού παρουσιάζονται τα αρχεία του ψηφιακού του χαρτογραφικού υποβάθρου, όπως περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 2, τα αρχεία των στοιχείων της γενικής απογραφής κτηρίων, τα αρχεία με τους υπολογισμένους δείκτες σεισμικής διακινδύνευσης του δομικού πλούτου καθώς και διάφορα βοηθητικά αρχεία σχετικά με τη δημιουργία του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών για όσους οικισμούς υπήρχε ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο. Για τους λοιπούς οικισμούς, δηλαδή, για όσους δεν υπήρχε ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο, ο υποκατάλογος του οικισμού περιλαμβάνει το σχετικό αρχείο με τα στοιχεία της γενικής απογραφής κτηρίων και των δεικτών της σεισμικής διακινδύνευσης του δομικού πλούτου.



Σχήμα 3.1: Δομή της χωρικής βάσης δεδομένων του δομικού πλούτου (* Διψήφιος κωδικός νομού, ** τετραψήφιος κωδικός Ο.Τ.Α. και *** οκταψήφιος κωδικός οικισμού κατά Ε.Σ.Υ.Ε.)

Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζεται σε διαγραμματική μορφή η δομή της χωρικής βάσης δεδομένων του δομικού πλούτου που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες του προγράμματος.

Στο Παράρτημα περιλαμβάνονται πίνακες που παρουσιάζουν την κωδικοποίηση των νομών και των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης της χώρας κατά Ε.Σ.Υ.Ε. όπως αυτοί χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη της χωρικής βάσης δεδομένων των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου της χώρας. Επιπλέον, στο DVD που περιλαμβάνει τα παραδοτέα του προγράμματος περιλαμβάνονται οι παραπάνω πίνακες καθώς και ο πίνακας με την κωδικοποίηση των περίπου 13.000 οικισμών της χώρας κατά Ε.Σ.Υ.Ε.

Κεφάλαιο 4^ο

Μοντέλο σεισμικής διακινδύνευσης δομικού πλούτου

Το πληροφοριακό περιεχόμενο της γενικής απογραφής κτηρίων περιλαμβάνει για κάθε δομική κατασκευή χρήσιμες πληροφορίες για την εκτίμηση της σεισμικής διακινδύνευσής της. Στο σύνολο των καταγεγραμμένων πληροφοριών για κάθε δομική κατασκευή γνωρίζουμε την χρονική περίοδο κατασκευής, το υλικό του φέροντος οργανισμού, την ύπαρξη ή μη πιλοτής, τον αριθμό των ορόφων κ.ά πληροφορίες. Γνωρίζοντας τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής κατά την περίοδο κατασκευής σε συνδιασμό με το πληροφοριακό περιεχόμενο των στοιχείων της γενικής απογραφής κτηρίων, υπολογίστηκαν για κάθε δομική κατασκευή η εκτίμηση της σεισμικής της διακινδύνευσης. Από τις υπολογισμένες εκτιμήσεις της σεισμικής διακινδύνευσης κάθε δομικής κατασκευής υπολογίστηκαν, στη συνέχεια, δείκτες σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο και Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης της χώρας ως στατιστικές εκτιμήτριες (μέση τιμή, μεταβλητότητα και μέγιστη τιμή). Οι δείκτες της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο προβάλλονται στο γεωγραφικό χώρο για το σύνολο των οικισμών που διαθέτουν ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο. Με τον τρόπο αυτό δίνεται εποπτική αναπαράσταση της σεισμικής διακινδύνευσης του δομικού πλούτου της χώρας με αποτελεσματικό τρόπο.

4.1 Πίνακας ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας

Προκειμένου να γίνει η κατάταξη των Ο.Τ.Α. σε ζώνες σεισμικότητας, ανα χρονική περίοδο ισχύος του εκάστοτε αντισεισμικού κανονισμού, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Για τον Ε.Α.Κ. -έκδοση 2003- οι νομοί που δεν ανήκουν σε μία μόνο ζώνη είναι διαχωρισμένοι ανα ΟΤΑ στο κείμενο του Κανονισμού. Οι υπόλοιποι νομοί αναφέρονται ενιαίοι (χωρίς να γίνεται αναφορά στους Ο.Τ.Α. αυτών).

Για τις παλαιότερες εκδόσεις του Ε.Α.Κ. (Ε.Α.Κ. 2000, Ν.Ε.Α.Κ. 1995), υπάρχει ο χάρτης της Ελλάδας με τον διαχωρισμό σε ζώνες, όπως και ονομαστική κατάταξη των κυριότερων πόλεων.

Εδώ, βρέθηκε ο σημερινός χάρτης με τους Ο.Τ.Α. κάθε νομού και, με βάση τα προηγούμενα, έγινε, κατά την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, η αντιστοίχιση των ΟΤΑ στις σεισμικότητες (με την παραδοχή ότι ο κάθε σημερινός Ο.Τ.Α. είχε τότε μία και ενιαία σεισμικότητα).

Για τις «Πρόσθετες διατάξεις» (1984) και για το ΒΔ (1959), δεν υπήρχε σεισμικός χάρτης, αλλά μόνο πίνακας με τους «κυριότερους οικισμούς». Με βάση τους πίνακες, αλλά και την τότε πρακτική, προσεγγίστηκε μια αντιστοίχιση του κάθε πίνακα με τον χάρτη των σημερινών Ο.Τ.Α. με την ίδια παραδοχή όπως και στην προηγούμενη παράγραφο (ότι ο κάθε σημερινός Ο.Τ.Α. είχε τότε μία και ενιαία σεισμικότητα).

Πίνακας 4.1: Απόσπασμα πίνακα ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας

1	CODE_ΟΤΑ	NAME_ΟΤΑ	CODE_NOM	NAME_NOM	2003	2000	1995	1984	1959
2	01010000	ΔΗΜΟΣ ΙΕΡΑΣ ΠΟΛΗΣ ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	III	II	I	I
3	01020000	ΔΗΜΟΣ ΑΓΓΕΛΟΚΑΣΤΡΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
4	01030000	ΔΗΜΟΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
5	01040000	ΔΗΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΚΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
6	01050000	ΔΗΜΟΣ ΑΛΥΣΙΑΣ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	III	III	II	II	I
7	01060000	ΔΗΜΟΣ ΑΜΦΙΛΟΧΙΑΣ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
8	01070000	ΔΗΜΟΣ ΑΝΑΚΤΟΡΙΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	III	II	I
9	01080000	ΔΗΜΟΣ ΑΝΤΙΡΡΙΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
10	01090000	ΔΗΜΟΣ ΑΠΟΔΟΤΙΑΣ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
11	01100000	ΔΗΜΟΣ ΑΡΑΚΥΝΘΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
12	01110000	ΔΗΜΟΣ ΑΣΤΑΚΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
13	01120000	ΔΗΜΟΣ ΘΕΡΜΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
14	01130000	ΔΗΜΟΣ ΘΕΣΤΙΕΩΝ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
15	01140000	ΔΗΜΟΣ ΙΝΑΧΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
16	01150000	ΔΗΜΟΣ ΜΑΚΡΥΝΕΙΑΣ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
17	01160000	ΔΗΜΟΣ ΜΕΔΕΩΝΟΣ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
18	01170000	ΔΗΜΟΣ ΜΕΝΙΔΙΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
19	01180000	ΔΗΜΟΣ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	III	III	II	I
20	01190000	ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΠΟΛΗΣ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
21	01200000	ΔΗΜΟΣ ΟΙΝΙΑΔΩΝ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
22	01210000	ΔΗΜΟΣ ΠΑΛΑΙΡΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	III	II	II	II	I
23	01220000	ΔΗΜΟΣ ΠΑΝΑΙΤΩΛΙΚΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
24	01230000	ΔΗΜΟΣ ΠΑΡΑΒΟΛΑΣ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
25	01240000	ΔΗΜΟΣ ΠΑΡΑΚΑΜΠΥΛΙΩΝ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
26	01250000	ΔΗΜΟΣ ΠΛΑΤΑΝΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
27	01260000	ΔΗΜΟΣ ΠΥΛΛΗΝΗΣ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
28	01270000	ΔΗΜΟΣ ΣΤΡΑΤΟΥ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
29	01280000	ΔΗΜΟΣ ΦΥΤΕΙΩΝ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
30	01290000	ΔΗΜΟΣ ΧΑΛΚΕΙΑΣ	01	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	II	II	II	II	I
31	03010000	ΔΗΜΟΣ ΛΕΒΑΔΕΩΝ	03	ΝΟΜΟΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ	II	III	III	II	I
32	03020000	ΔΗΜΟΣ ΑΚΡΑΨΙΝΙΑΣ	03	ΝΟΜΟΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ	II	III	III	II	I

Συνθέτοντας τις παραπάνω πηγές δημιουργήθηκε ένας ενιαίος πίνακας (Πίνακας 4.1) διαχρονικής τεκμηρίωσης των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας των οικισμών της χώρας. Ο πίνακας των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας παρατίθεται στο Παράρτημα της έκθεσης.

4.2 Αριθμητική μεθοδολογία εκτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης κτηρίων

Η εκτίμηση της σεισμικής διακινδύνευσης του κτηρίου (R) υπολογίστηκε, λαμβάνοντας υπόψη την περίοδο κατασκευής του, το υλικό του φέροντος οργανισμού, του αριθμού των ορόφων, την ύπαρξη πιλοτής και τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτήριο, από τη σχέση⁴:

$$R = n D S$$

όπου n είναι ο αριθμός των ορόφων του κτηρίου, D είναι ο μέσος βαθμός βλάβης και S είναι ο δείκτης σεισμικής δράσης.

⁴ Η σχέση της εκτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης κτηρίου ορίστηκε από τους κ.κ. Θ. Τάσιο και Ι. Βλάχο, μέλη της Επιτελικής Επιτροπής του ΕΠΑΝΤΥΚ του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος.

Ο μέσος βαθμός βλάβης (*D*) συσχετίζεται με την περίοδο κατασκευής του κτηρίου, το υλικό του φέροντος οργανισμού και την ύπαρξη ή μη πιλοτής. Ο υπολογισμός του δείκτη σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων βασίστηκε στις τιμές του μέσου βαθμού βλάβης που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Τιμές του μέσου βαθμού βλάβης (*D*) που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων

Είδος κτηρίου		Μέσος βαθμός βλάβης (<i>D</i>)
Πριν το 1985	Φέρων οργανισμός από τοιχοποιία	159,33
	Φέρων οργανισμός από ωπλισμένο σκυρόδεμα χωρίς πιλοτή	63,67
	Φέρων οργανισμός από ωπλισμένο σκυρόδεμα με πιλοτή	76,40
Από 1985 ως 1995	Φέρων οργανισμός από ωπλισμένο σκυρόδεμα χωρίς πιλοτή	26,10
	Φέρων οργανισμός από ωπλισμένο σκυρόδεμα με πιλοτή	31,33
Μετά το 1995	Φέρων οργανισμός από ωπλισμένο σκυρόδεμα χωρίς πιλοτή	19,10
	Φέρων οργανισμός από ωπλισμένο σκυρόδεμα με πιλοτή	19,10

Πίνακας 4.3: Τιμές του δείκτη σεισμικής δράσης (*S*) που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων

Κατά τον χρόνο κατασκευής	Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας	Σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ. του έτους 2000 και όπως τροποποιήθηκε το έτος 2003	Δείκτης σεισμικής δράσης (<i>S</i>)
(Α.Κ. 1959) I	I		1,71
	II		2,74
	III		4,28
(Α.Κ. 1959) II	I		1,19
	II		1,96
	III		3,32
(Α.Κ. 1959) III	I		0,68
	II		1,19
	III		1,96
(Ν.Ε.Α.Κ. 1995) I	I		1,45
	II		2,35
(Ν.Ε.Α.Κ. 1995) II	I		1,00
	II		1,68
	III		2,69
(Ν.Ε.Α.Κ. 1995) III	I		0,57
	II		1,00
	III		1,68
(Ν.Ε.Α.Κ. 1995) IV	III		1,00

Ο δείκτης σεισμικής δράσης (*S*) συσχετίζεται με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής (ενότητα 4.1) που βρίσκεται το κτήριο ανάλογα με τον υφιστάμενο θεσμικό

πλαίσιο της περιόδου κατασκευής του κτηρίου. Ο υπολογισμός του δείκτη σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων βασίστηκε στις τιμές του δείκτη σεισμικής δράσης που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.

Με βάση την αριθμητική μεθοδολογία εκτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης κτηρίων που παρουσιάστηκε, υπολογίστηκε η τιμή της σεισμικής διακινδύνευσης (R) για τα περίπου 4.000.000 κτήρια που περιλαμβάνονται στη γενική απογραφή κτηρίων του έτους 2001 της Ε.Σ.Υ.Ε.

4.3 Δείκτες σεισμικής διακινδύνευσης δομικού πλούτου

Οι τιμές της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων, που υπολογίστηκαν με την αριθμητική μεθοδολογία που αναλύθηκε στην ενότητα 4.2, χρησιμοποιήθηκαν για να προσδιοριστούν οι δείκτες της σεισμικής διακινδύνευσης του δομικού πλούτου της χώρας ανά οικοδομικό τετράγωνο και Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

Ως δείκτες σεισμικής διακινδύνευσης ανά οικοδομικό τετράγωνο κάθε οικισμού χρησιμοποιήθηκαν οι στατιστικές εκτιμήτριες:

- *Μέση τιμή (R_Mean)*

Ο δείκτης της μέσης τιμής της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων εκφράζει την αντιπροσωπευτική τιμή της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων που περιλαμβάνονται στο οικοδομικό τετράγωνο.

- *Μεταβλητότητα (R_Var)*

Ο δείκτης της μεταβλητότητας της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων εκφράζει τη διασπορά των τιμών της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων που περιλαμβάνονται στο οικοδομικό τετράγωνο.

- *Μέγιστη τιμή (R_Max)*

Ο δείκτης της μέγιστης τιμής της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων εκφράζει τη δυσμενέστερη περίπτωση όλων των τιμών της σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων που περιλαμβάνονται στο οικοδομικό τετράγωνο.

Οι τιμές των τριών δεικτών σεισμικής διακινδύνευσης ανά οικοδομικό τετράγωνο συμπληρώνονται και από ένα τέταρτο μέγεθος που εκφράζει το πλήθος των κτηρίων (N_R) στο οικοδομικό τετράγωνο που συμμετείχαν στον υπολογισμό των στατιστικών εκτιμητριών.

Οι υπολογισμένες τιμές των δεικτών σεισμικής διακινδύνευσης του δομικού πλούτου εντάχθηκαν στην χωρική βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος επιτυγχάνοντας τη συσχέτιση με την χωρική ενότητα των οικοδομικών τετραγώνων. Οι χρήστες στο περιβάλλον του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών μπορούν να προβούν σε εποπτική παρουσίαση οπτικοποίησης των τιμών των δεικτών υπό τη μορφή θεματικών χαρτών στις περιοχές που υποστηρίζονται από ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα. Στις περιοχές που δεν καλύπτονται από ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα, οι χρήστες μπορούν να περιορίσουν την εποπτική παρουσίαση με οπτικοποίηση των τιμών των δεικτών σεισμικής διακινδύνευσης υπό τη μορφή στατιστικών διαγραμμάτων.

Στο Παράρτημα παρουσιάζονται πίνακες με τις ανηγμένες τιμές των δεικτών σεισμικής διακινδύνευσης του δομικού πλούτου ανά Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Στους πίνακες αυτούς σε κάθε Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης της χώρας ως μέση τιμή σεισμικής διακινδύνευσης, αποδίδεται η μέση τιμή των μεγίστων τιμών σεισμικής διακινδύνευσης των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο.

Στατιστική ανάλυση ιδιοτήτων δομικού πλούτου και λογισμικό διεπαφής

Στο πλαίσιο του προγράμματος υλοποιήθηκε η χωρική συσχέτιση της γενικής απογραφής κτηρίων του έτους 2001 της Ε.Σ.Υ.Ε. με την χωρικής ενότητα των οικοδομικών τετραγώνων των ψηφιακών υποβάθρων της Ε.Σ.Υ.Ε. Τα στοιχεία της γενικής απογραφής κτηρίων εμπλουτίστηκαν με την ανάπτυξη του μοντέλου σεισμικής διακινδύνευσης του δομικού πλούτου της χώρας που περιλαμβάνει τους υπολογισμένους σχετικούς στατιστικούς δείκτες. Το σύνολο των δεδομένων δομήθηκε και οργανώθηκε ακολουθώντας το σχεσιακό μοντέλο βάσεων δεδομένων διαμορφώνοντας μια ολοκληρωμένη χωρική βάση δεδομένων του δομικού πλούτου της χώρας.

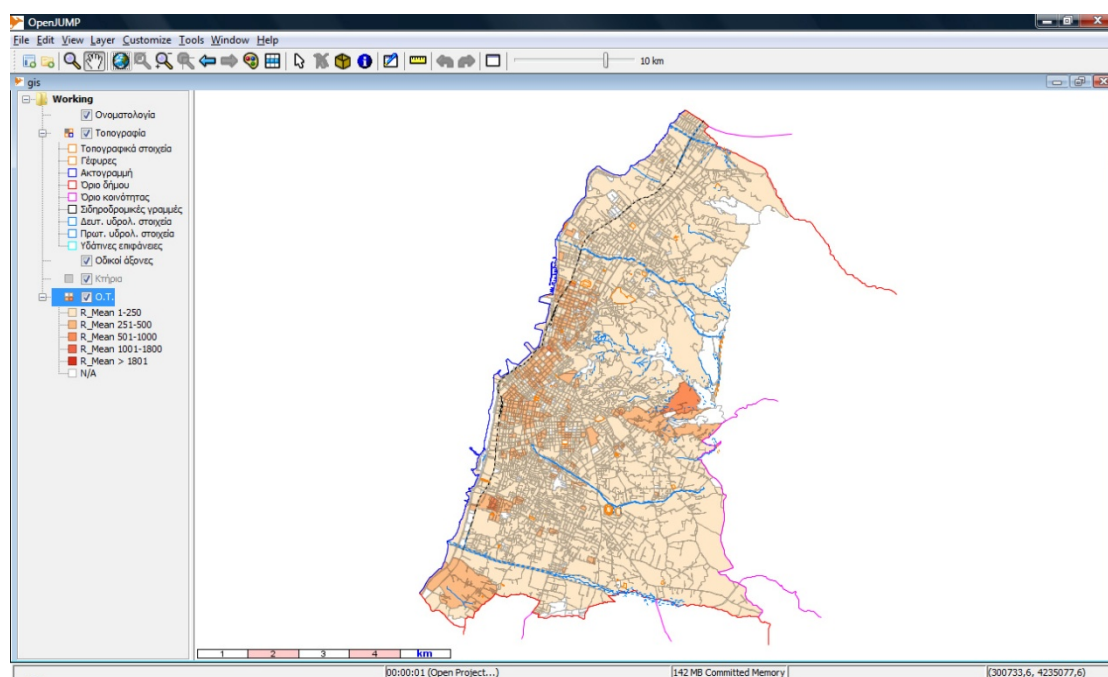
5.1 Χωρική βάση ιδιοτήτων δομικού πλούτου

Η χωρική βάση δεδομένων εντάχθηκε στο περιβάλλον του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών του λογισμικού πακέτου ελεύθερης χρήσης *OpenJUMP*. Παράλληλα, δημιουργήθηκε εξειδικευμένη εφαρμογή (λογισμικό διαπαφής χρήστη-υπολογιστή), με την οποία υποστηρίζεται η δυνατότητα επιλεκτικής ανάκτησης δεδομένων με τη διαδικασία υποβολής ερωτημάτων στην χωρική βάση δεδομένων με σκοπό να υλοποιείται η στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου, η οποία εκτελείται στο περιβάλλον του λειτουργικού συστήματος του υπολογιστή και συνεργάζεται με το λογισμικό του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών. Με τον τρόπο αυτό, παρέχεται η δυνατότητα στους χρήστες του συστήματος, να οπτικοποιούν τις απαντήσεις των ερωτημάτων τους με τη μορφή χαρτών για όσους οικισμούς υποστηρίζονται από ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα. Η εξειδικευμένη εφαρμογή (λογισμικό διαπαφής χρήστη-υπολογιστή) έχοντας τη δυνατότητα να εκτελείται από το λειτουργικό περιβάλλον του υπολογιστή επιτρέπει του χρήστες να προβαίνουν σε στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου και για όσους οικισμούς δεν περιλαμβάνονται στα ψηφιακά χαρτογραφικά υπόβαθρα της Ε.Σ.Υ.Ε. Στην τελευταία αυτή περίπτωση οι χρήστες του συστήματος μπορούν να οπτικοποιούν τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιώντας το λογισμικό διαχείρισης

λογιστικών φύλλων *OpenOffice.org CALC*⁵ για τη σχεδίαση διαγραμμάτων (ιστογράμματα, πίτες κλπ.).

5.2 Σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών ιδιοτήτων δομικού πλούτου

Στο περιβάλλον του λογισμικού πακέτου συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών *OpenJUMP* δημιουργήθηκε για κάθε οικισμό που περιλαμβάνεται στο ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο ειδικό πρότυπο αρχείο εκκίνησης για την προβολή των στοιχείων των χωρικών ενοτήτων της βάσης δεδομένων. Με το άνοιγμα του αρχείου απεικονίζονται στην οθόνη του υπολογιστή το σύνολο της χωρικής πληροφορίας με τη μορφή ψηφιακού χάρτη. Στον ψηφιακό χάρτη χρησιμοποιούνται χαρτογραφικά σύμβολα που έχουν προεπιλεγεί ειδικά για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Ο χρήστης του συστήματος έχει τη δυνατότητα να απενεργοποιήσει ή να επαναφέρει όποιο από τα επίπεδο πληροφορίας επιθυμεί ή να τροποποιήσει το συμβολισμό του. Στο Σχήμα 5.1 παρουσιάζεται η εικόνα της οθόνης του υπολογιστή όταν ο χρήστης ενεργοποιήσει το πρότυπο αρχείο εκκίνησης ενός οικισμού στο περιβάλλον του λογισμικού *OpenJUMP*.

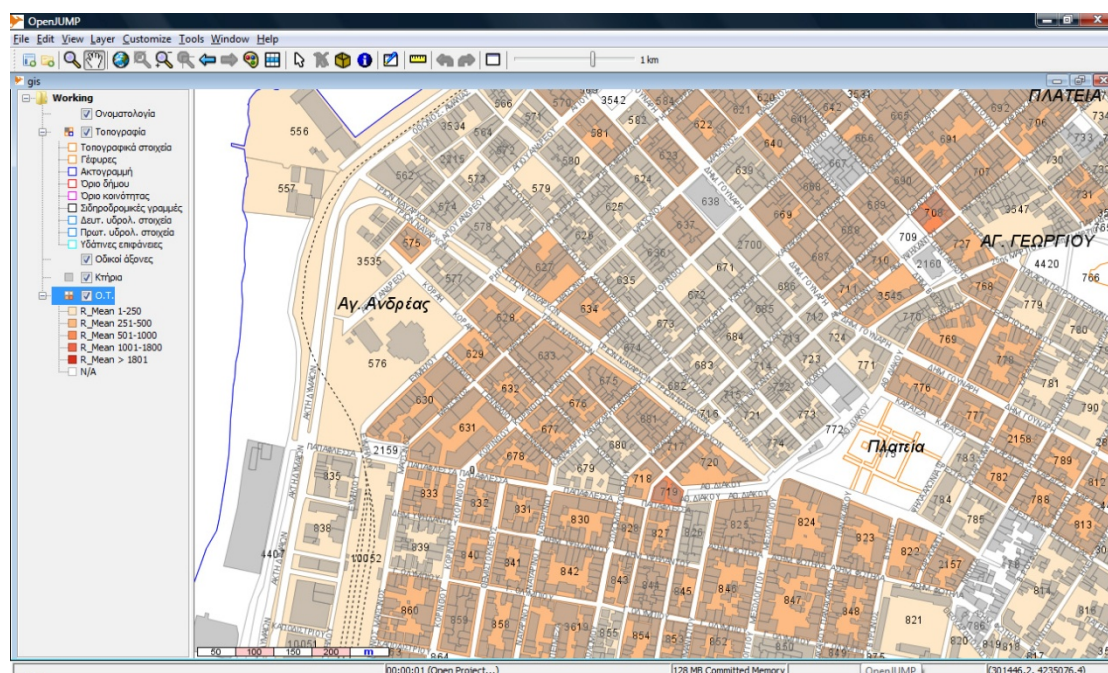


Σχήμα 5.1: Η οθόνη του λογισμικού *OpenJUMP* μετά την ενεργοποίηση του πρότυπου αρχείου εκκίνησης ενός οικισμού

Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 5.2) παρουσιάζεται η εικόνα του ίδιου οικισμού σε μεγένθυση, δηλαδή σε μεγαλύτερη κλίμακα, όπου ενεργοποιείται η οπτικοποίηση του συνόλου της πληροφορίας που περιλαμβάνεται στη χωρική βάση δεδομένων όπως έχει προβλεφθεί στο πρότυπο αρχείο εκκίνησης γιατί καθίσταται οπτικά αντιληπτή λόγω

⁵ Το λογισμικό διαχείρισης λογιστικών φύλλων *OpenOffice.org CALC* αποτελεί τμήμα το γνωστού λογισμικού πακέτου ελεύθερης χρήσης *OpenOffice* που υποστηρίζεται από την εταιρία *SUN Microsystems*.

κλίμακας. Στο χάρτη απεικονίζεται το υπόμνημα, η γραφική κλίμακα της προβολής, καθώς και οι συντεταγμένες (κάτω δεξιά της εικόνας) του σημείου που είναι τοποθετημένη η συσκευή υπόδειξης (το «ποντίκι») του υπολογιστή στο σύστημα αναφοράς Ε.Γ.Σ.Α.-'87.



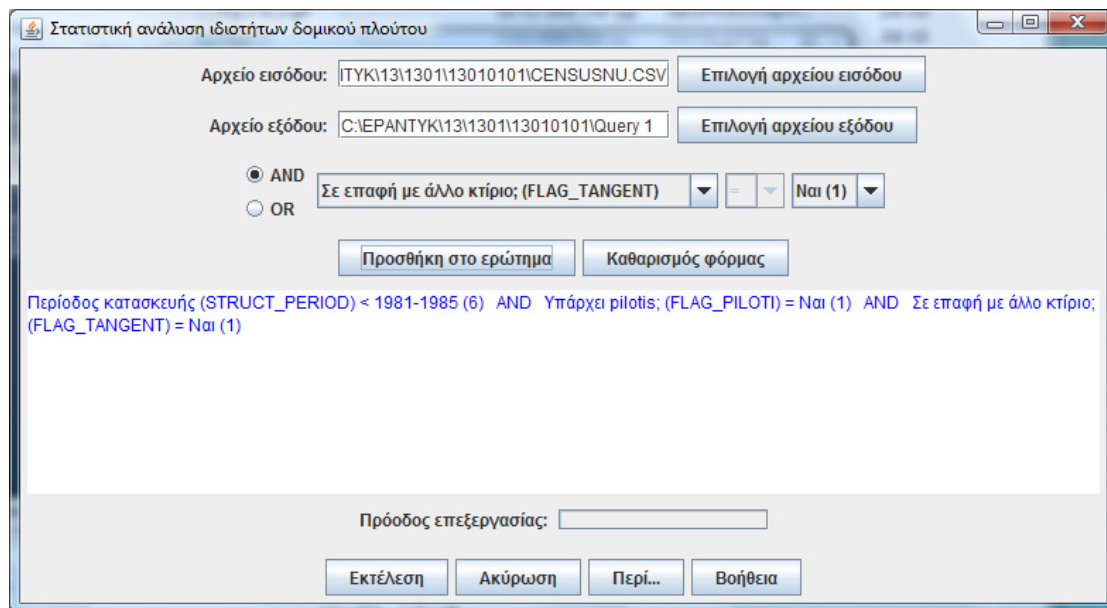
Σχήμα 5.2: Η οθόνη του Σχήματος 5.1 ύστερα από μεγένθυση του χάρτη όπου απεικονίζεται το σύνολο της πληροφορίας της χωρικής βάσης δεδομένων

Ο συμβολισμός των οικοδομικών τετραγώνων στη συγκεκριμένη εικόνα (Σχήμα 5.2) απεικονίζει με διαβαθμισμένες χρωματικές εντάσεις τις τιμές του δείκτη της μέσης σεισμικής διακνύνευσης των κτηρίων (R_Mean).

5.3 Λογισμικό διεπαφής για τη στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου

Στο πλαίσιο του προγράμματος και για την αποτελεσματική κάλυψη των αναγκών του χρήστη δημιουργήθηκε ειδικό λογισμικό διεπαφής χρήστη-υπολογιστή⁶ για την εκτέλεση στατιστικής ανάλυσης των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου το οποίο εκτελείται είτε στο περιβάλλον του λογισμικού *OpenJUMP* ή στο λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή (*Windows XP*, *Windows Vista* ή *Windows 7*). Η πρώτη εκδοχή αφορά στις περιπτώσεις που ο χρήστης ενδιαφέρεται να μελετήσει κάποιον από τους οικισμούς που περιλαμβάνεται στο ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο. Η δεύτερη επιλογή αφορά όλους τους υπόλοιπους οικισμούς, που λόγω έλλειψης ψηφιακού χαρτογραφικού υποβάθρου δεν νοείται να μελετηθεί στο περιβάλλον του λογισμικού συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών *OpenJUMP*.

⁶ Το λογισμικό υποστηρίζεται από το λειτουργικό περιβάλλον κάθε προσωπικού υπολογιστή που κυκλοφορεί στην Ελληνική αλλά και τη διεθνή αγορά όπου έχει εγκατασταθεί λειτουργικό σύστημα της εταιρίας *Microsoft*. Παράλληλα, υποστηρίζεται και από άλλα λειτουργικά συστήματα όπως είναι το *Linux*.



Σχήμα 5.3: Το λογισμικό διεπαφής χρήστη-υπολογιστή για τη στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου

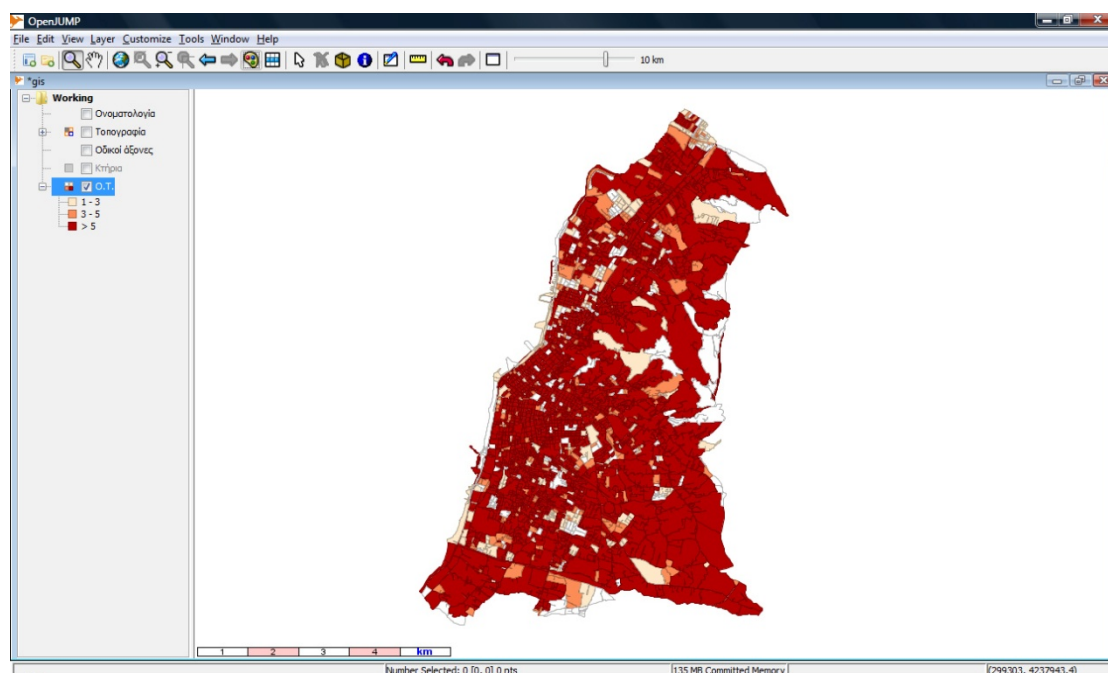
Η βασική λειτουργία της στατιστικής ανάλυσης των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου εστιάζεται στον προσδιορισμό των συχνοτήτων που ικανοποιούν ένα απλό ή σύνθετο ερώτημα. Τα αποτελέσματα των ερωτημάτων που υποβάλλει ο χρήστης στο σύστημα απεικονίζονται με τη μορφή χάρτη (χωροπληθή) στο περιβάλλον του λογισμικού *OpenJUMP*. Στο Σχήμα 5.3 παρουσιάζεται το βασικό παράθυρο του λογισμικού διεπαφής. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει το αρχείο του οικισμού που πρόκειται να επεξεργαστεί, στο οποίο έχουν καταχωρηθεί οι ιδιότητες του δομικού πλούτου και συσχετίζεται με τη χωρική ενότητα των οικοδομικών τετραγώνων. Παράλληλα, επιλέγει το όνομα κάποιου αρχείου στο οποίο επιθυμεί να καταχωρηθούν τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης. Στη συνέχεια, ορίζει την ερώτησή του προσδιορίζοντας τις συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούν οι ιδιότητες του δομικού πλούτου. Σε ειδικό χώρο στο παράθυρο του λογισμικού διεπαφής παρουσιάζεται σταδιακά η ερώτηση που συνθέτει ο χρήστης για να είναι δυνατός ο έλεγχος της ορθότητας των συνθηκών επιλεκτικής ανάκτησης. Τέλος, εκτελώντας υπολογίζονται οι συχνότητες που επαληθεύουν την συγκεκριμένη ερώτηση. Για διευκόλυνση του χρήστη και αποφυγή λαθών πληκτρολόγησης κατά τη χρήση του λογισμικού διεπαφής, τα γραφικά εργαλεία του περιλαμβάνουν όλα τα πεδία της χωρικής βάσης δεδομένων του δομικού πλούτου καθώς και όλες τις τιμές που μπορεί να λαμβάνει κάθε μεταβλητή.

5.4 Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα χρήσης λογισμικού στατιστικής ανάλυσης ιδιοτήτων δομικού πλούτου

Στην ενότητα αυτή δίνονται ορισμένα αντιπροσωπευτικά παραδείγματα χρήσης του λογισμικού στατιστικής ανάλυσης του γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών αναπαράστασης του δομικού πλούτου που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος.

Τα παραδείγματα αναφέρονται σε έναν αστικό Δήμο της χώρας, το Δήμο Πατρέων, που μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτική περιοχή μελέτης.

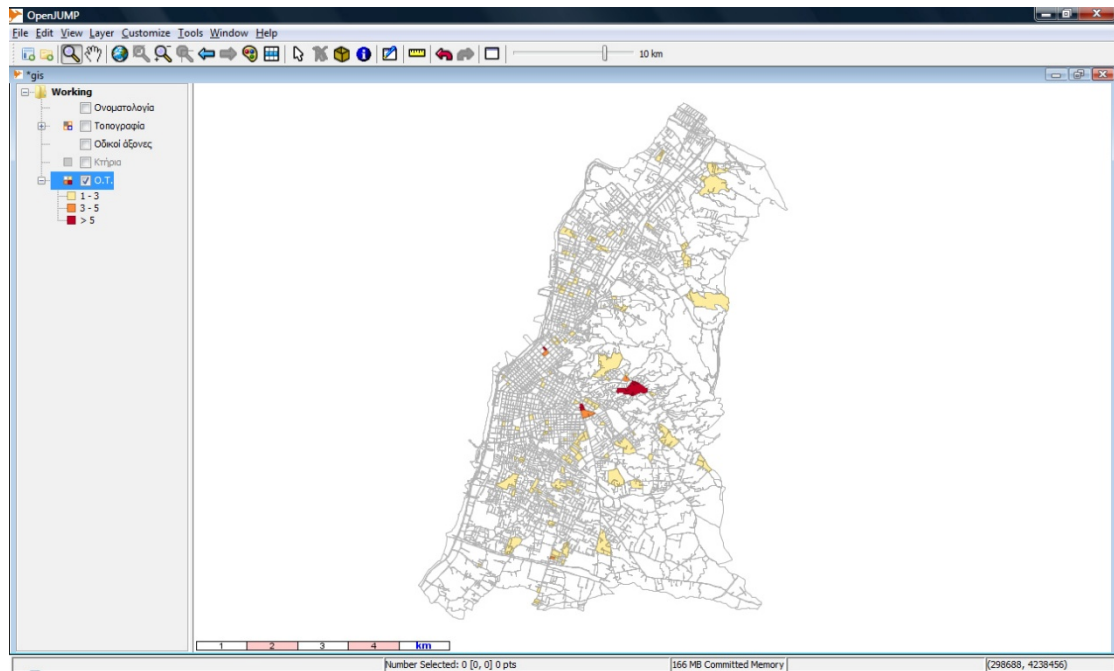
Το πρώτο παράδειγμα αφορά στην ερώτηση: ποιές είναι οι συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατρέων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985. Η απάντηση στο ερώτημα αποδίδεται με τη μορφή του χωροπληθή χάρτη συχνοτήτων που απεικονίζεται στο Σχήμα 5.4.



Σχήμα 5.4: Χάρτης πρώτης ερώτησης
(Συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατρέων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985)

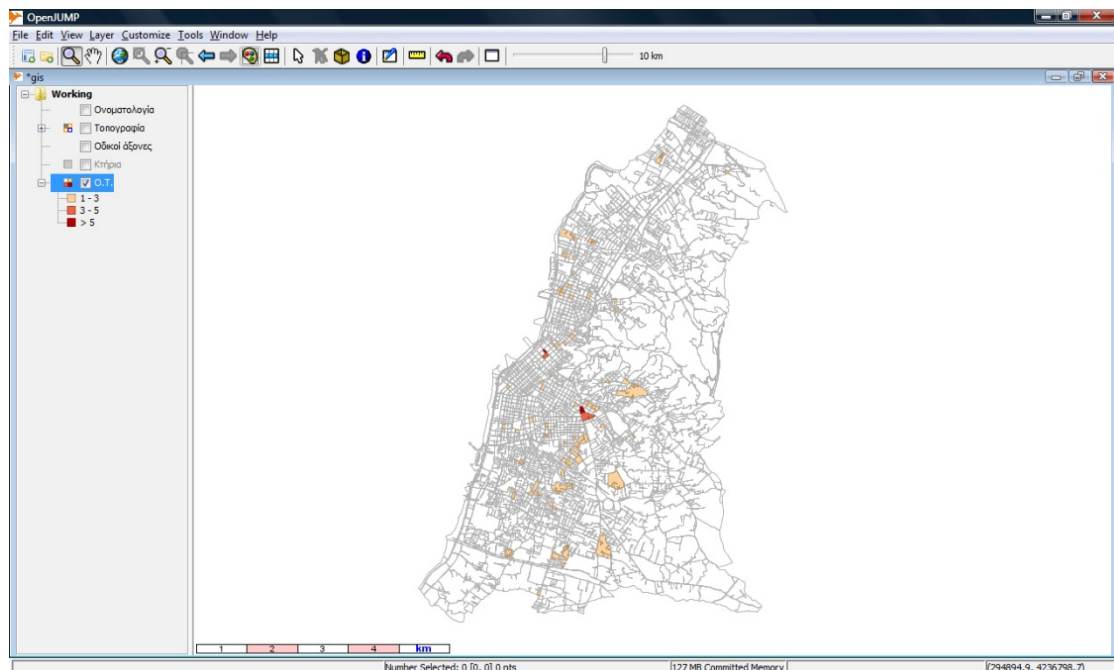
Το δεύτερο παράδειγμα αφορά σε μία πιά σύνθετη ερώτηση, στην ερώτηση: ποιές είναι οι συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατρέων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985 και έχουν πιλοτή. Η απάντηση στο ερώτημα αποδίδεται με τη μορφή του χωροπληθή χάρτη συχνοτήτων που απεικονίζεται στο Σχήμα 5.5.

Παρατηρείται ότι σε σύγκριση με τον χάρτη του Σχήματος 5.4 οι περιπτώσεις που ικανοποιούν το δεύτερο ερώτημα (Σχήμα 5.5) μειώνονται δραστικά, όπως άλλοστε αναμενόταν. Συγκεκριμένα, επί συνόλου 1963 οικοδομικών τετραγώνων που περιλαμβάνονται στο Δήμο Πατρέων, 1874 από αυτά έχουν κτίσματα που κατασκευάστηκαν προ του έτους 1985 και μόλις 109 οικοδομικά τετράγωνα έχουν κτήρια που κατασκευάστηκαν προ του έτους 1985 και έχουν πιλοτή.

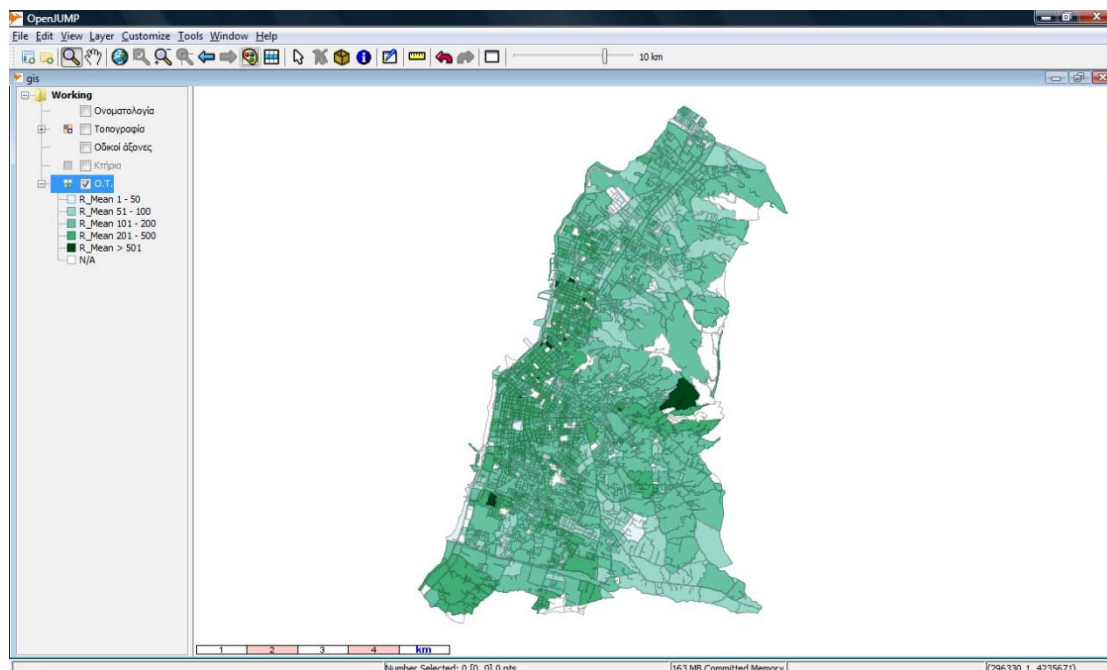


Σχήμα 5.5: Χάρτης δεύτερης ερώτησης
(Συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατρέων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985 και έχουν πιλοτή)

Το τρίτο παράδειγμα αφορά σε μία ακόμα πύο σύνθετη ερώτηση, στην ερώτηση: ποιές είναι οι συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατρέων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985, έχουν πιλοτή και βρίσκονται σε επαφή. Η απάντηση στο ερώτημα αποδίδεται με τη μορφή του χωροπληθή χάρτη συχνοτήτων που απεικονίζεται στο Σχήμα 5.6.



Σχήμα 5.6: Χάρτης τρίτης ερώτησης
(Συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατρέων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985, έχουν πιλοτή και βρίσκονται σε επαφή)

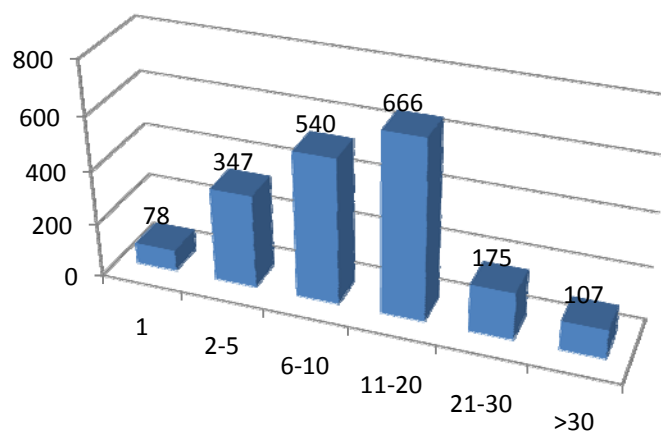


Σχήμα 5.7: Χάρτης τέταρτης ερώτησης
(Χωροπληθής απεικόνιση της μέσης σεισμικής δικινδύνευσης ανά οικοδομικό τετράγωνο)

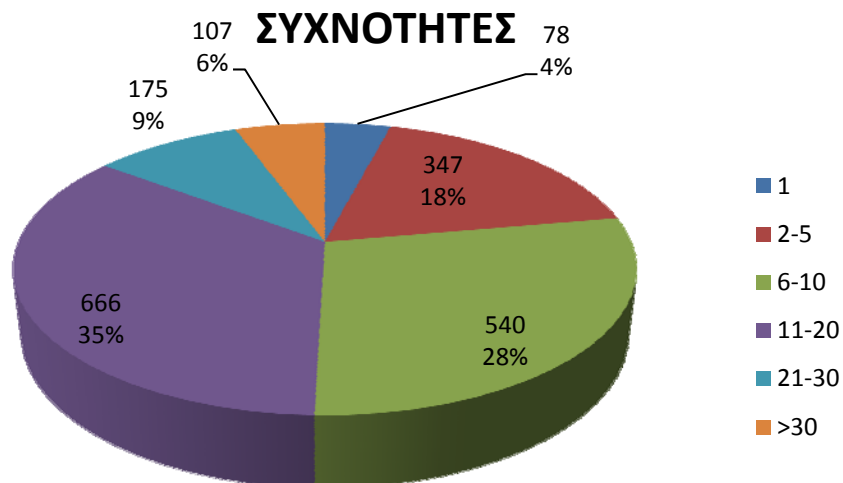
Στο παράδειγμα της σύνθετης αυτής ερώτησης επισημαίνεται ότι μόνον 71 οικοδομικά τετράγωνα του Δήμου Πατρέων έχουν κτήρια που κατασκευάστηκαν προ του έτους 1985, έχουν πιλοτή και βρίσκονται σε επαφή.

Στο τελευταίο παράδειγμα υποβάλλεται από τον χρήστη η ερώτηση: ποιά είναι η κατανομή της μέσης σεισμικής διακινδύνευσης στην έκταση που καταλαμβάνει ο Δήμος Πατρέων. Η απάντηση στην ερώτηση απεικονίζεται με τη μορφή χωροπληθή χάρτη στο Σχήμα 5.7

ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ



Σχήμα 5.8: Ιστόγραμμα συχνοτήτων κτηρίων που ικανοποιούν το ερώτημα: Πόσα κτήρια ανά οικοδομικό τετράγωνο έχουν κτισθεί πρό του έτους 1985



Σχήμα 5.9: Διάγραμμα πίτας συχνοτήτων κτηρίων που ικανοποιούν το ερώτημα: Πόσα κτήρια ανά οικοδομικό τετράγωνο έχουν κτισθεί πρό του έτους 1985

Η στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου που παρουσιάστηκε στα τρία αντιπροσωπευτικά παραδείγματα μπορεί να εφαρμοστεί στους 603 οικισμούς που περιλαμβάνονται στο υφιστάμενο ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο της Ε.Σ.Υ.Ε. Στους υπόλοιπους οικισμούς, για τους οποίους δεν διατίθεται ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο, οι χρήστες μπορούν να οπτικοποιήσουν τη στατιστική ανάλυση των ιδιοτήτων του δομικού πλούτου με διαγράμματα. Στο Σχήμα 5.8 απεικονίζεται η απάντηση στο πρώτο ερώτημα που αφορά στις συχνότητες των κτηρίων ανά οικοδομικό τετράγωνο του Δήμου Πατρέων που έχουν κατασκευαστεί προ του έτους 1985, με μορφή ιστογράμματος. Τέλος, στο Σχήμα 5.9 απεικονίζεται η ίδια απάντηση με μορφή διαγράμματος πίτας.