

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Δημοπούλου Έφη ⁽¹⁾ * Σπυρόπουλος Χρήστος ⁽²⁾, Ζεντέλης Παναγιώτης ⁽³⁾

⁽¹⁾ Λέκτορας Ε.Μ.Π., Αθήνα
Τηλ. 210 7722679, E-mail: efi@survey.ntua.gr
⁽²⁾ Αγρ. Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π., Αθήνα
⁽³⁾ Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π., Αθήνα

Τομέας Τοπογραφίας, Σχολή Αγρ. Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ,
Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία παρουσιάζονται οι συνιστώσες ανάπτυξης ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) για τα γεωσεισμολογικά χαρακτηριστικά του Λεκανοπεδίου Αττικής, μιας περιοχής που διατηρούσε μέχρι πρόσφατα το προνόμιο της χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας, κι όπου συγκεντρώνεται ο μισός περίπου πληθυσμός της χώρας [Μακροπούλου et al, 1989, Παπαζάχος, 1999]. Η ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος εντάσσεται σε ένα γενικότερο στρατηγικό σχεδιασμό αντιμετώπισης και περιορισμού των συνεπειών από μια φυσική καταστροφή -όπως είναι ο σεισμός- μέσα σε ένα κεντρικά συντονισμένο πλαίσιο διαχείρισης, που οφείλει να προωθεί η πολιτεία. Ο σεισμός του 1999 (ισχύος 5.9 στην κλίμακα Richter), με σημαντικές ανθρώπινες απώλειες και κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις, αποτέλεσε το έναυσμα για την έναρξη της μελέτης [Theofili and Vetere, 2001]. Στο Γ.Σ.Π. συγκεντρώνονται και καταγράφονται τα γεωλογικά, γεωτεκτονικά, γεωμορφολογικά και σεισμολογικά δεδομένα για την περιοχή μελέτης, που στη συνέχεια αναλύονται κι απεικονίζονται σε χάρτες σεισμικής επικινδυνότητας για τη δημιουργία συστήματος λήψης αποφάσεων και διαχείρισης φυσικών καταστροφών. Τα δεδομένα αφορούν στην τελευταία πενταετή περίοδο και μπορούν να υποστηρίξουν επιλογές αντισεισμικού σχεδιασμού, με την ανάδειξη περιοχών χαμηλής επικινδυνότητας, για τη δημιουργία πλαισίου ασφαλούς οικιστικής ανάπτυξης, κυρίως για έργα μεγάλης κλίμακας κοινωνικού ενδιαφέροντος, όπως νοσοκομεία, σχολεία, εκκλησίες, κ.ά. Το σύστημα αναπτύσσεται σε πολυεπίπεδη Γ.Σ.Π. πλατφόρμα, που περιλαμβάνει δεδομένα θέσης, σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά, στατιστική μοντελοποίηση και αναλυτικές λειτουργίες για την εύρεση περιοχών καταλληλότητας, σε μια πρώτη χωρική προσέγγιση, στην όλη διαδικασία σχεδιασμού κατασκευών και δημιουργίας υποδομών.

Λέξεις Κλειδιά: Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), διαχείριση χωρικής πληροφορίας, σεισμική επικινδυνότητα, σύστημα λήψης αποφάσεων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο ηλεκτρονική διακυβέρνηση εννοούμε δικτυακές λειτουργίες αξιοποίησης και διαχείρισης ψηφιακής πληροφορίας μεταξύ κυβέρνησης και φορέων του δημόσιου

και του ιδιωτικού τομέα. Τα διακινούμενα προϊόντα και οι παρεχόμενες υπηρεσίες εξαρτώνται από τον τρόπο συλλογής, τήρησης και ανταλλαγής της πληροφορίας, υπό τον όρον του περιορισμού του λειτουργικού κόστους και της επιτάχυνσης των σχετικών διαδικασιών μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων. Η χρήση των δυνατοτήτων και υπηρεσιών της τεχνολογίας των Η/Υ βελτιστοποιεί την επικοινωνία, εξασφαλίζοντας φιλική προσπέλαση στον χρήστη της ψηφιακής πληροφορίας, επιταχύνοντας την ταχύτητα διάδοσής της και δημιουργώντας τις απαραίτητες υποδομές χωρικών δεδομένων για μελλοντική χρήση. Στη φάση αυτή, είναι αναγκαία η αναδιοργάνωση των κρατικών και ιδιωτικών φορέων και οργανισμών και η παροχή κρατικής στήριξης με προγράμματα ενημέρωσης και διάθεσης γνώσης και δεξιοτήτων στους παρόχους ή και χρήστες της ψηφιακής πληροφορίας, γεγονός που οδηγεί σε μια διαρκώς αυξανόμενη απαίτηση για την ανάπτυξη συστημάτων «διαχείρισης γνώσης».

Σε μια χώρα όπως η Ελλάδα, με έντονη σεισμική δραστηριότητα, οφείλει η πολιτεία, μέσω διεπιστημονικής συνεργασίας, να δημιουργήσει ένα πλαίσιο αντισεισμικού σχεδιασμού, με την προώθηση δικτυακού συστήματος συλλογής, αξιολόγησης και αξιοποίησης πληροφοριών για τη σεισμικότητα, τη σεισμική επικινδυνότητα διαφόρων περιοχών, τη γεωλογία τους και τα γεωτεκτονικά χαρακτηριστικά του εδάφους τους και του γεωλογικού τους υποβάθρου. Η συνεκτίμηση των πληροφοριών αυτών και η δημιουργία χαρτών με χρήση τεχνολογίας Γ.Σ.Π., μπορεί να αξιοποιηθεί άμεσα στον αντισεισμικό σχεδιασμό κτηρίων και ιδιαίτερα σε μεγαλύτερα έργα κοινωνικού χαρακτήρα (π.χ νοσοκομεία, εκκλησίες, χώροι εκπαίδευσης κ.ά. δημόσια κτήρια). Στον τομέα αυτό, οι κρατικές δραστηριότητες πρέπει να κατευθύνονται στην ενίσχυση της αξιοπιστίας και της αποτελεσματικότητας των σεισμολογικών δικτύων της χώρας και στη συλλογή, επεξεργασία και αξιοποίηση των εδαφικών και σεισμοτεκτονικών παραμέτρων που καθορίζουν τη σεισμική επικινδυνότητα και διαμορφώνουν το πλαίσιο της οικιστικής καταλληλότητας των διαφόρων περιοχών της χώρας.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η ιδέα για την υλοποίηση του συστήματος βασίζεται στην ανάγκη πρόληψης κι αντιμετώπισης των προβλημάτων που προκύπτουν από τους σεισμούς, μέσω της βέλτιστης διαχείρισης των γεωσεισμολογικών χαρακτηριστικών μιας περιοχής. Έχει γίνει πλέον κατανοητό ότι, ο αντισεισμικός σχεδιασμός και η πρόληψη αποτελούν πλέον αναγκαιότητα για τον ελληνικό χώρο και συνεπώς η δημιουργία γεωσεισμολογικών Γ.Σ.Π. και παραγώγων χαρτών τους, συνιστά βασική υποδομή για τη στήριξη των μέτρων και των αποφάσεων του αντισεισμικού σχεδιασμού μιας περιοχής. Η πολυθεματική πληροφορία που περιλαμβάνει ένα τέτοιο σύστημα και η αναγκαιότητα ενός πολύπλοκου συσχετισμού των στοιχείων που περιέχει, με στόχο την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων αναγκαίων για το σωστό αντισεισμικό σχεδιασμό, προϋποθέτει την οργάνωση των σχετικών δεδομένων. Αυτό επιτυγχάνεται με χρήση τεχνολογίας Γ.Σ.Π., που παρουσιάζει εξαιρετικά πλεονεκτήματα, όχι μόνο σε ό,τι αφορά τη σύνταξη και την παρουσίαση ενός χάρτη μιας απλής γεωγραφικής κατανομής πληροφοριών, αλλά κυρίως στη συγκριτική επεξεργασία και στο συνδυασμό ενός πλήθους θεματικών δεδομένων και επί μέρους χαρτών, ώστε με την κατάλληλη επικάλυψη και την ταυτόχρονη δημιουργία σχεσιακών βάσεων δεδομένων να δημιουργούνται όλες οι απαραίτητες προϋποθέσεις για τη λειτουργία ενός συστήματος εξαγωγής γενικότερων συμπερασμάτων και λήψης αποφάσεων.

Η περιοχή μελέτης της εργασίας οριοθετήθηκε στην ευρύτερη περιοχή του νομού

Αττικής, με αφορμή το σεισμό της 7/9/99, αλλά κι επειδή στην περιοχή αυτή συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο μέρος της οικιστικής και οικονομικής δραστηριότητας της χώρας.

2.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Σκοπός του συστήματος είναι η παροχή ολοκληρωμένης και αξιόπιστης πληροφόρησης σχετικά με την επικινδυνότητα μιας περιοχής, σύμφωνα με τη γεωσεισμολογική της δομή και τις υπόλοιπες παραμέτρους που υπεισέρχονται στο σύστημα και περιγράφονται στη συνέχεια. Περιοχή εφαρμογής επιλέχθηκε ο νομός Αττικής, ως βάση ανάπτυξης του συστήματος λήψης αποφάσεων αντισεισμικού σχεδιασμού της περιοχής. Το σύστημα μπορεί να στηρίξει την εκπόνηση μικροζωνικής μελέτης σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης [Triantafyllidis, 2002]. Με τον όρο αυτό εννοούμε συνδυασμό τοπογραφικών, γεωλογικών, σεισμολογικών και τεχνικών μελετών, που δίνουν την «ακτινογραφία» του υπεδάφους σε μια περιοχή. Αποτελούν την πιο αξιόπιστη πρόταση για τον αντισεισμικό σχεδιασμό, τις επεκτάσεις σχεδίων πόλεων, και την προστασία των πολιτών, καθώς γίνεται συνολική εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας. Απευθύνεται σε δημόσιους, δημοτικούς – κοινοτικούς και ιδιωτικούς φορείς (άτομα ή μελετητικές ομάδες) που ασχολούνται με το πρόβλημα της σεισμικής επικινδυνότητας. Τέτοιοι φορείς είναι ο Ο.Α.Σ.Π. (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας), το Ι.Γ.Μ.Ε. (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών), το Ι.Τ.Σ.Α.Κ. (Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών). Επίσης από Δήμους, Ο.Τ.Α. (Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης) και τεχνικές εταιρίες.

Στόχος είναι ο δυναμικός χαρακτήρας του συστήματος, σε φιλικό κι εύχρηστο περιβάλλον, με όσο το δυνατόν μικρότερο χρόνο πρόσβασης στα στοιχεία, σε συνάρτηση βέβαια και με το είδος και τον όγκο των αιτούμενων πληροφοριών. Ανάλογα με τον χρήστη και τις ανάγκες του, μπορεί το σύστημα να ανατροφοδοτείται, με νέα στοιχεία εισόδου και να παρέχει στοιχεία με υψηλό πάντα βαθμό ενημερότητας. Για το λόγο αυτό, το σύστημα θα παραμείνει «ανοικτό», δηλαδή θα υπάρχει δυνατότητα αλλαγής των παραδοχών χρήσης με αντίστοιχα αποτελέσματα σεναρίων επικινδυνότητας.

2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η διαδικασία ανάπτυξης του Γ.Σ.Π. πραγματοποιήθηκε με βάση τις γενικές αρχές που διέπουν το σχεδιασμό των Γ.Σ.Π., αλλά και προσαρμόζοντας τις ιδιαιτερότητες που προέκυψαν από την ίδια τη φύση του συστήματος. Οι ιδιαιτερότητες αυτές αφορούν στη μορφή των πληροφοριών που συλλέχθηκαν αλλά και στην πολλαπλότητα των στόχων του συστήματος. Οι προδιαγραφές που έπρεπε να ικανοποιηθούν κατά την υλοποίησή του, είναι:

- ικανότητα διαχείρισης μεγάλου όγκου ετερογενών χωρικών δεδομένων
- ικανότητα απάντησης σε ερωτήσεις για την ύπαρξη, τη θέση και τις ιδιότητες μεγάλου αριθμού πληροφοριών
- ευελιξία στην απάντηση ερωτήσεων που απαιτούν διαλογική (interactive) επικοινωνία συστήματος – χρήστη
- δυνατότητα ικανοποίησης διαφορετικών αναγκών διαφόρων χρηστών
- διαχρονική διαχείριση της γεωσεισμολογικής πληροφορίας

- δυναμικός χαρακτήρας συστήματος

Οι φάσεις σχεδιασμού του συστήματος περιέλαβαν καταρχήν, διαδικασίες διερεύνησης, καταγραφής των πληροφοριών και δημιουργίας του σχετικού πληροφορικού υποβάθρου καθώς και του πλαισίου σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής μελέτης. Ακολούθησε δόμηση της βάσης δεδομένων, ανάλυση και εξαγωγή αποτελεσμάτων.

2.2.1 Επιλογή Λογισμικού

Η εισαγωγή και επεξεργασία των στοιχείων έγινε με το Γ.Σ.Π. Arc /Info 7.1.3. Τα δεδομένα για το υπόβαθρο της περιοχής (map data) επεξεργάστηκαν στο Arc-Info και στη συνέχεια μετατράπηκαν σε Arc View shape-files. Ο λόγος για τον οποίο επιλέχτηκε το συγκεκριμένο λογισμικό είναι η δυνατότητα του να συνδέεται άμεσα με δεδομένα Arc Info και να υποστηρίζει υλικό πολυμέσων (image data), καθώς επίσης να επιτρέπει την απευθείας χρήση βάσεων δεδομένων της μορφής dBase, INFO και κάθε άλλη βάση μέσω SQL σχεδιασμού.

Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η προηγούμενη ταξινόμηση των δεδομένων σε γεωγραφικές ενότητες – επίπεδα (coverages), όπου κάθε στοιχείο μέσα σ' αυτά, ορίζεται από τη γεωγραφική/ χωρική του (spatial) θέση και τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του (attributes). Οι τρεις κατηγορίες των γεωγραφικών ενοτήτων:

- σημειακών χαρτογραφικών στοιχείων (points)
- γραμμικών χαρτογραφικών στοιχείων (arcs)
- επιφανειακών χαρτογραφικών στοιχείων (polygons),

μπορούν να χωριστούν σε υποενότητες ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που περιέχουν.

2.3 ΣΥΛΛΟΓΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η διαδικασία διερεύνησης και συλλογής των στοιχείων έγινε με βάση τις ανάγκες σχεδιασμού και ανάπτυξης του συστήματος. Τα βασικά στοιχεία που πρέπει να περιλαμβάνει μια τέτοια μελέτη, ανάλογα πάντα με τις ιδιομορφίες και τις ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής είναι τα ακόλουθα:

1. Ταξινόμηση και διαχωρισμός των ρηγμάτων της περιοχής μελέτης.
2. Ταξινόμηση και διαχωρισμός των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής, ανάλογα με τις φυσικομηχανικές τους ιδιότητες, που είναι απαραίτητες για τον καθορισμό της σεισμικής επικινδυνότητας, αφού συνιστούν έναν δείκτη για την αναμενόμενη συμπεριφορά τόσο του εδάφους όσο και των κατασκευών σε περίπτωση σεισμού.
3. Στοιχεία τα οποία αποτελούν δείκτες έντονης σεισμικής δραστηριότητας, όπως είναι τα επίκεντρα και τα μεγέθη των σεισμών που έχουν λάβει χώρα στη περιοχή, ανεξαρτήτως χρόνου.

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν είναι:

- Σεισμοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας, κλίμακας 1/500.000 ο οποίος εκδίδεται από το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.). Από το χάρτη αυτό χρησιμοποιήθηκε το κομμάτι της ευρύτερης περιοχής του νομού Αττικής, και περιλαμβάνει τη γεωλογία και τα ρήγματα της περιοχής.
- Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας, κλίμακας 1/5.000.000 όπως προκύπτει από το Ν.Ε.Α.Κ., ο οποίος χωρίζει την Ελλάδα σε τέσσερις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας. Το κομμάτι της Αττικής περιλαμβάνει τρεις ζώνες (Ζώνη I, Ζώνη II, Ζώνη III).

- Στοιχεία για τα επίκεντρα και μεγέθη των σεισμών, που προήλθαν από την ιστοσελίδα του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου που έχει στοιχεία από το 1964 έως σήμερα. Επίσης, ιστορικοί σεισμοί που έλαβαν χώρα στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής και καταγράφηκαν στο βιβλίο «Οι Σεισμοί της Ελλάδας» του καθηγητή του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου, Βασίλη Παπαζάχου, συμπεριλήφθηκαν στην μελέτη.
- Στοιχεία για τις θέσεις των σταθμών επιταχυνσιογράφων από τον σεισμό της 7^{ης} Σεπτεμβρίου.
- Τέλος προστέθηκαν τα ρήγματα εκείνα που έδωσαν το σεισμό της 7^{ης} Σεπτεμβρίου από άρθρα που δημοσιεύτηκαν.
- Για την πληρέστερη ενημέρωση της πληροφοριακής βάσης χρησιμοποιήθηκε και multimedia υλικό. Αυτό απαρτίζεται από φωτογραφίες και αεροφωτογραφίες. Οι φωτογραφίες αφορούν τα σειсмоγράμματα και τις εντάσεις των σεισμών, ενώ οι αεροφωτογραφίες δείχνουν επιφανειακές διαρρήξεις ρηγμάτων από σεισμούς.
- Από την ιστοσελίδα του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου συγκεντρώθηκαν επίσης όλοι οι σεισμοί που έλαβαν χώρα στην περιοχή μελέτης με τη θέση τους και το μέγεθός τους για την τελευταία πενταετία 2001-05.

2.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

2.4.1 Εισαγωγή Δεδομένων στο Σύστημα

Στην εργασία δημιουργήθηκαν τα επίπεδα (coverages): των γεωλογικών σχηματισμών, των ρηγμάτων, του κύριου οδικού δικτύου, των σεισμολογικών δεδομένων, των ισοϋψών καμπυλών, των ορίων δήμου, των σταθμών επιταχυνσιογράφων και των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας κατά το Νέο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (Ν.Ε.Α.Κ.)

Ο σεισμοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας αφού μετατράπηκε σε ψηφιακή μορφή (raster) από scanner στα 200dpi εισήχθη στο Arc/Info ως Tiff format, ενώ ο χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας ήταν ήδη σε ψηφιακή μορφή και εισήχθη στο Arc/Info ως Tiff format. Τα επίπεδα (coverages) που δημιουργήθηκαν στον Arcedit είναι:

1. ΑΤΤΙΚ: Περιλαμβάνει σαν τόξα (arcs) την ακτογραμμή, το όριο της θάλασσας, τα όρια των λιμνών, το όριο των διοικητικών ορίων του νομού Αττικής, και το εξωτερικό πλαίσιο. Επίσης εδώ εισάχθηκε και η ονοματολογία (annotation).
2. ΑΤΤΙΚΟ: Περιλαμβάνει το κύριο οδικό δίκτυο σαν τόξα.
3. ΑΤΤΙΚΙΣΟ: Σ 'αυτό το coverage ψηφιοποιήθηκαν όλες οι ισοϋψείς ανά 75 m με μορφή γραμμικών στοιχείων (arcs).
4. ΑΤΤΙΚΓΕ: Περιλαμβάνει τα όρια των γεωλογικών σχηματισμών σαν πολύγωνα (polygons).
5. ΑΤΤΙΚΦ: Περιλαμβάνει τα ρήγματα σαν τόξα (arcs).
6. ΑΤΤΙΚΖΟΝΕ: Περιλαμβάνει τις σεισμικές ζώνες επικινδυνότητας I, II, III σαν πολύγωνα (polygons).
7. ΑΤΤΙΚΕΡΙΚ: Περιλαμβάνει τα επίκεντρα των σεισμών σαν σημεία (points).
8. ΑΤΤΙΚΣΤΑΤ: Περιλαμβάνει τους σταθμούς όπου υπάρχουν επιταχυνσιογράφοι σαν σημεία (points).

Όλα τα παραπάνω επίπεδα είναι σε γεωγραφικές συντεταγμένες (φ,λ) στην προβολή UTM-6°, που υπήρχαν και στους δυο χάρτες.

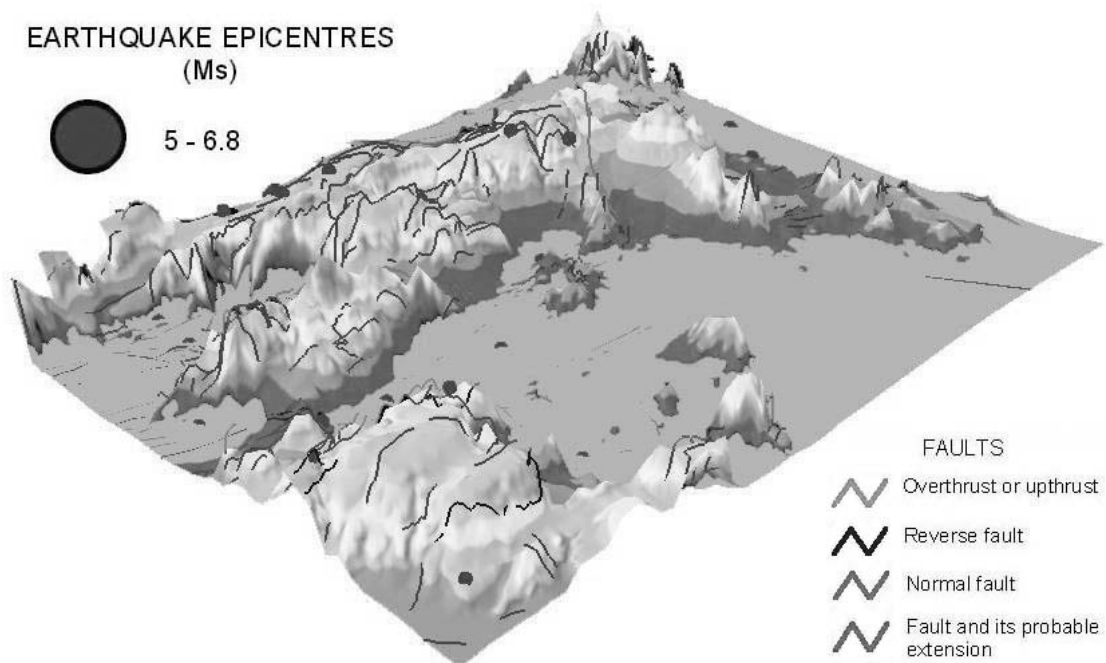
Μετά την ψηφιοποίηση έγινε διόρθωση των ψηφιοποιημένων στοιχείων στον Arcedit, κτίστηκε τοπολογία και δημιουργήθηκαν τα αρχεία (PAT, AAT) με τα χωρικά χαρακτηριστικά των γραφικών δεδομένων. Στα επίπεδα των επικέντρων των σεισμών και των σταθμών επιταχυνσιογράφων, μετασχηματίστηκαν τα (φ,λ) της UTM-6^ο σε (X,Ψ) του Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς ΕΓΣΑ'87 χρησιμοποιώντας τον αφινικό μετασχηματισμό κι επιλύοντας με τη μέθοδο των ελαχίστων τετράγωνων (RMS Error = 100m<125m, αποδεκτό για την κλίμακα του χάρτη 1/500.000).

Τα coverages των επικέντρων των σεισμών και των σταθμών των επιταχυνσιογράφων δεν δημιουργήθηκαν με κλασική ψηφιοποίηση, αφού υπάρχουν έτοιμες βάσεις δεδομένων με όλα τα χαρακτηριστικά των σεισμικών γεγονότων. Μετατράπηκαν από .html μορφή σε .xls για να μπορέσουν να επεξεργαστούν στο Microsoft Excel. Σώθηκαν σε μορφή .dbase, εισήχθησαν στο ARC/INFO ως point coverage.

2.4.2 Δημιουργία Ψηφιακού Μοντέλου Αναγλύφου

Η παραγωγή πλέον σύνθετων χαρτογραφικών προϊόντων, όπως το ψηφιακό ανάγλυφο του εδάφους (D.T.M.), βελτιστοποιεί την εποπτεία κι ανάγνωση του χώρου από τον χρήστη και διευκολύνει έτσι τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους που δημιουργήθηκαν στην παρούσα εργασία έγιναν στο ARC-INFO με τη μέθοδο της σύνθετης απεικόνισης της σκιάς του αναγλύφου (hill shading). Αφού ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς καμπύλες, στη βάση δεδομένων δημιουργήθηκε ένα πεδίο με τιμές τα αντίστοιχα υψόμετρα κάθε ισοϋψούς. Η δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους έγινε στο GRID module του ARC-INFO (σχήμα 1).



Σχήμα 1. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους

2. 5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ –ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Μετά τη δημιουργία της χωρικής πληροφορίας με ψηφιοποίηση, έγινε ο εμπλουτισμός της βάσης δεδομένων με περιγραφικά στοιχεία, ώστε να μπορέσει το σύστημα να λειτουργήσει για την εξαγωγή γενικότερων συμπερασμάτων και την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων για το σωστό αντισεισμικό. Για τον σκοπό αυτό προστέθηκαν επί πλέον πεδία (items) στα αρχεία AAT και PAT κάθε coverage, ώστε να ενημερωθούν με όλες τις απαραίτητες γεωλογικές/ σεισμολογικές παραμέτρους που τα χαρακτηρίζουν (περιγραφική πληροφορία).

Τα δεδομένα επιλέχθηκαν έτσι ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών, σύμφωνα με τις γενικές παραδοχές του συστήματος. Σε πρώτη φάση τα στοιχεία κατανεμήθηκαν και ομαδοποιήθηκαν ανάλογα με το περιεχόμενό τους και τη συχνότητα εμφάνισής τους. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε συμπληρώθηκαν κατηγορίες πληροφοριών σύμφωνα με το σχεδιασμό της βάσης δεδομένων. Η πληροφοριακή βάση δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο υποσύστημα TABLES του ARC/INFO, που είναι εύχρηστο πρόγραμμα για την επεξεργασία στοιχείων υπό μορφή κωδικού, με μεγάλο όγκο περιεχόμενης πληροφορίας.

Η αρχική ιδέα για τη συμπλήρωση των πεδίων της βάσης δεδομένων ήταν η δημιουργία κωδικοποιημένης πληροφορίας, όπου αυτό ήταν εφικτό, προκειμένου να μειωθεί ο αριθμός σημαντικού αριθμού χαρακτήρων, ελαττώνοντας έτσι τον όγκο της περιεχόμενης πληροφορίας. Ο λόγος που αρχικά επιλέχτηκε η μέθοδος της κωδικοποίησης ήταν να αποφευχθεί η δημιουργία μιας επιβαρημένης βάσης δεδομένων έτσι ώστε η ανεύρεση στοιχείων από τον χρήστη του συστήματος να γίνεται με τον γρηγορότερο δυνατό τρόπο. Κάποια πεδία αντικαταστάθηκαν εκ νέου στο ARC/VIEW, μετατρέποντας την κωδικοποιημένη πληροφορία σε μορφή κειμένου για την πιο εύχρηστη λειτουργία του συστήματος. Τα πεδία μαζί με την περιεχόμενη σ' αυτά πληροφορία παρουσιάζονται σε αντίστοιχους πίνακες. Πιο συγκεκριμένα οι πληροφορίες των πινάκων αφορούν:

1. Για τους Γεωλογικούς Σχηματισμούς:

- Ελάχιστη, μέση και μέγιστη τιμή πυκνότητας (σε gr/cm^3)
- Ελάχιστη, μέση και μέγιστη ταχύτητα επιμηκών σεισμικών κυμάτων (σε m/sec)
- Ελάχιστη, μέση και μέγιστη ταχύτητα εγκάρσιων σεισμικών κυμάτων (σε m/sec)
- Πάχος γεωλογικών σχηματισμών
- Ομάδες με κοινά χαρακτηριστικά
- Ηλικία γεωλογικών σχηματισμών
- Λεπτομερή αναφορά γεωλογικών σχηματισμών

Τα πεδία που αναφέρονται στην ταχύτητα εγκάρσιων σεισμικών κυμάτων προήλθαν από τη ταχύτητα επιμηκών σεισμικών κυμάτων και την προσεγγιστική σχέση $V_p = 1.80V_s$. Τα άλλα πεδία προήλθαν από τον σεισμοτεκτονικό χάρτη της Ελλάδας, και η ηλικία των γεωλογικών σχηματισμών από άρθρα σχετικά με τη γεωλογία της Αττικής.

2. Για τα ρήγματα:

- Διεύθυνση ρήγματος
- Διευθύνσεις τεμάχων που κατέρχονται ή ανέρχονται
- Χώρο εμφάνισης ενός ρήγματος (δηλαδή αν είναι υποθαλάσσιο ή χερσαίο)
- Ρήγμα επαπτόμενο ή μη σε όρια γεωλογικού σχηματισμού

- Η ηλικία του ρήγματος με βάση την τελευταία γνωστή δράση του

Οι πληροφορίες σ' αυτό το θέμα προήλθαν από τον σεισμοτεκτονικό χάρτη της Ελλάδας.

3. Για τα επίκεντρα:

- Γεωγραφικό μήκος (λ) και πλάτος (ϕ) σε μοίρες
- Καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y) σε μέτρα
- Έτος, μήνας, ημέρα, χρονική στιγμή εκδήλωσης σεισμικού γεγονότος
- Εστιακό βάθος σεισμικού γεγονότος (km)
- Τοπικό μέγεθος (M_L) σεισμικού γεγονότος
- Επιφανειακό μέγεθος (M_S) σεισμικού γεγονότος
- Χωρικό μέγεθος (m_b) σεισμικού γεγονότος
- Μέγεθος σεισμικής ροπής (M_w) σεισμικού γεγονότος
- Ενέργεια σεισμικού γεγονότος σε έργια (erg)

Τα πεδία που αφορούν το έτος, τον μήνα, την ημερομηνία, την ώρα, τις γεωγραφικές συντεταγμένες (ϕ, λ), το εστιακό βάθος και το τοπικό μέγεθος (M_L) προήλθαν από έτοιμες βάσεις δεδομένων, και με κατάλληλη επεξεργασία στο πρόγραμμα Microsoft Excel. Οι καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y) στο σύστημα ΕΓΣΑ'87 έγιναν στο ARC/INFO, το επιφανειακό μέγεθος (M_S) απ' τη στατιστική σχέση $M_S = 0.95 M_L + 0.72$, το χωρικό μέγεθος (m_b) απ' τη σχέση $m_b = 0.56 M_S + 2.9$, η ενέργεια απ' τη σχέση $\log E = 12.24 + 1.44 M_S$.

Για το μέγεθος σεισμικής ροπής ισχύει $M_w = M_S$ όταν $5.5 < M_S < 7.2$, ενώ για μικρότερους σεισμούς από τη σχέση $M_S = (\log M_0 - 15.8)/1.5$ υπολογίστηκε το M_0 (σεισμική ροπή) και από τη σχέση $M_w = (\log M_0 - 16.1)/1.5$ το M_w . Αυτές οι σχέσεις ισχύουν για τον Ελληνικό χώρο όπως προκύπτει από το βιβλίο "Εισαγωγή στην Σεισμολογία" του Βασίλη Παπαζάχου.

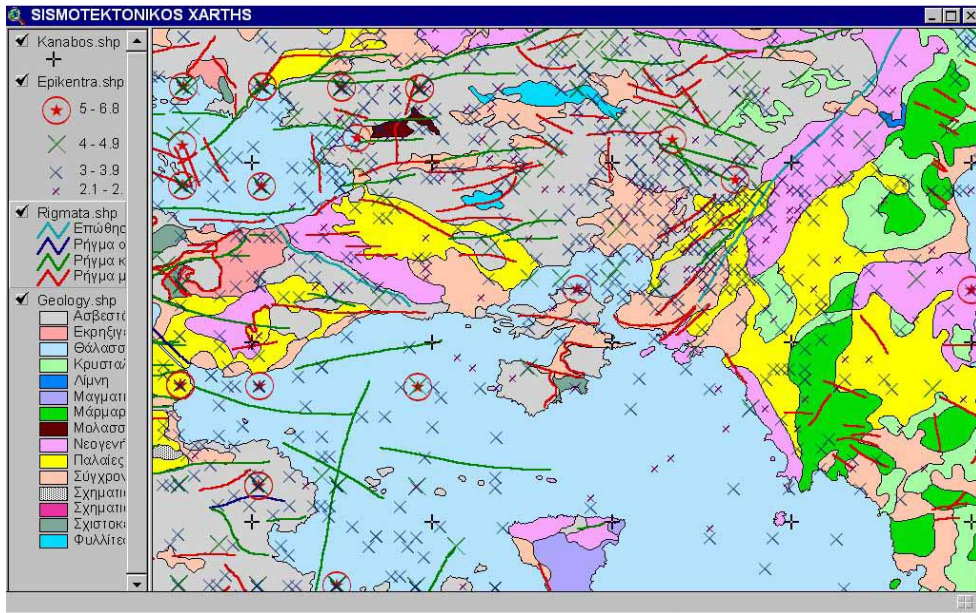
4. Τέλος η βάση δεδομένων για τους σταθμούς επιταχυνσιογράφων περιλαμβάνει:

- Κωδικό σταθμού επιταχυνσιογράφου
- Επικεντρική απόσταση από σταθμό και επίκεντρο σεισμού 7^{ης} Σεπτεμβρίου
- Καταγραφή μέγιστης επιτάχυνσης της βαρύτητας, συνιστώσας L, από τον σεισμό της 7^{ης} Σεπτεμβρίου
- Καταγραφή μέγιστης επιτάχυνσης της βαρύτητας, συνιστώσας V, από τον σεισμό της 7^{ης} Σεπτεμβρίου
- Καταγραφή μέγιστης επιτάχυνσης της βαρύτητας, συνιστώσας T, από τον σεισμό της 7^{ης} Σεπτεμβρίου
- Συνιστάμενη επιτάχυνση της βαρύτητας, g, για τον σεισμό της 7^{ης} Σεπτεμβρίου
- Οριζόντια συνιστάμενη επιτάχυνση της βαρύτητας, g, για τον σεισμό της 7^{ης} Σεπτεμβρίου

2.5.1 Γεωγραφική Ανάλυση της Βάσης Δεδομένων

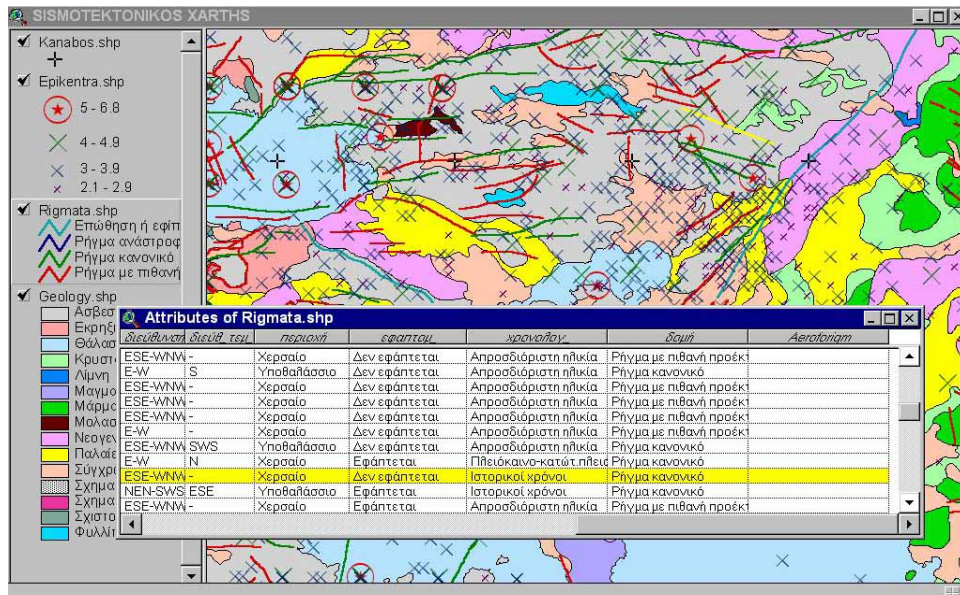
Η βάση δεδομένων, που δημιουργήθηκε στο ARC/INFO, εισήχθη στη συνέχεια στο ARC-VIEW σαν coverage και μετατράπηκε σε shape-file για περαιτέρω ανάλυση. Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή υλοποιήθηκαν τα εξής views: Το πρώτο αφορά τα σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά τα οποία συνδυάζονται με ψηφιακά μοντέλα εδάφους,

το δεύτερο με τη γεωλογία της περιοχής, το τρίτο επιλογή κατάλληλων περιοχών σε ερώτηση στη βάση δεδομένων. Τα θέματα που εισήχθησαν στα παραπάνω views, έχουν να κάνουν με τα επίπεδα της περιγραφικής πληροφορίας που παρέχει το σύστημα. Παρακάτω παρουσιάζεται ενδεικτικά ένα μέρος του view με τα σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά. (Σχήμα 2)



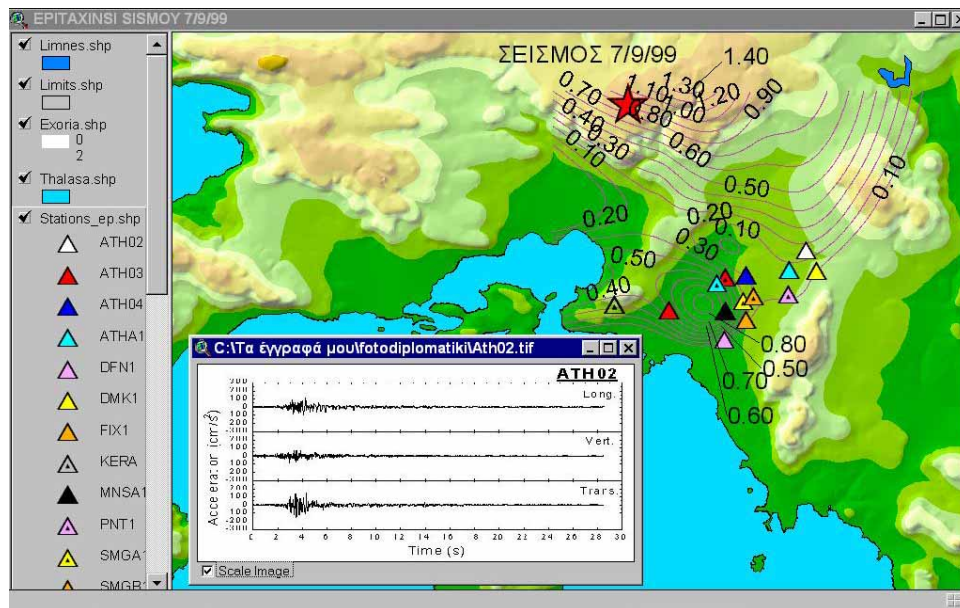
Εικόνα 2. Σεισμοτεκτονική δομή νομού Αττικής με ενεργό θέμα τα ρήγματα

Στο σχήμα 3 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα σύνδεσης του view της σεισμοτεκτονικής δομής με τη βάση δεδομένων και συγκεκριμένα για το theme των ρηγμάτων.



Σχήμα 3. Η βάση δεδομένων των ρηγμάτων με το αντίστοιχο view.

Στη μελέτη δημιουργήθηκαν δυο views: Ένα όπου στη βάση δεδομένων υπάρχουν οι 3 συνιστώσες της επιτάχυνσης του συγκεκριμένου σεισμού από τους μόνιμους σταθμούς



Σχήμα 6. Παράδειγμα εμφάνισης φωτογραφίας – επιταχυνσιογράμματος επιλεγμένης οντότητας – σταθμού για συγκεκριμένο σεισμικό γεγονός

2.6 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

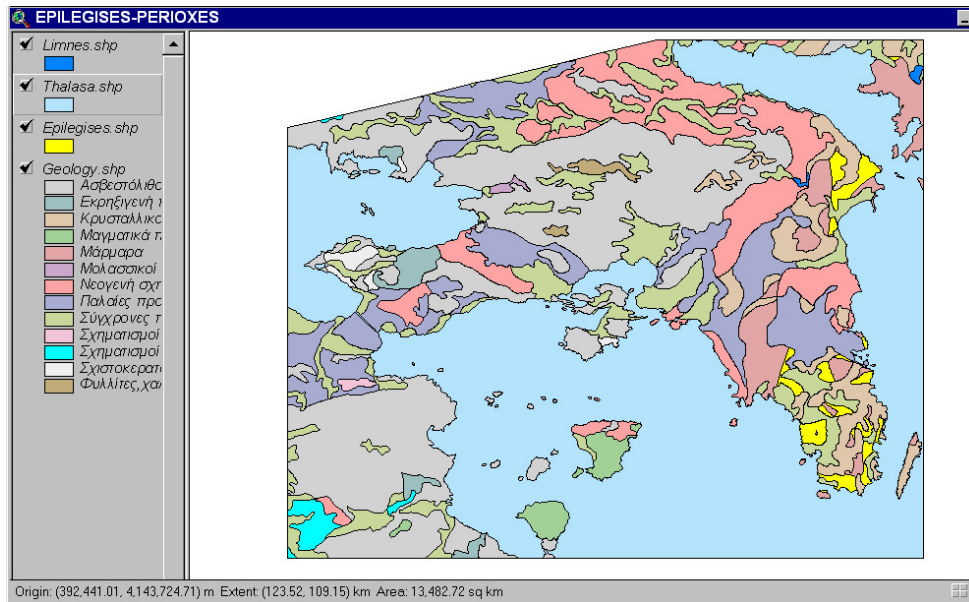
Αφού λοιπόν εμπλουτιστεί η βάση δεδομένων όσο το δυνατόν με περισσότερη πληροφορία, αλλά και αφού δομηθεί όσο το δυνατόν καλύτερα ως προς τον τρόπο εισαγωγής και ταξινόμησης αυτής της πληροφορίας, μπορεί να ξεκινήσει η διαχείριση – ανάλυση της βάσης, ώστε να δοθούν οι απαντήσεις στα ερωτήματα που τέθηκαν σαν στόχος από την αρχή. Ανάλογα με τις ανάγκες και τα διατιθέμενα δεδομένα, η βάση μπορεί να ενημερώνεται και να εμπλουτίζεται, ώστε να υποστηρίζει καλύτερα τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, προκειμένου να έχουμε ασφαλείς επιλογές οικιστικής ανάπτυξης.

Σαν παράδειγμα χρήσης του συστήματος, κάνουμε κάποιες παραδοχές κριτηρίων, όπως δίνεται στη συνέχεια:

Έστω ότι στο νομό Αττικής θέλουμε να ανεγείρουμε σχολική ή νοσοκομειακή μονάδα με τις παρακάτω προϋποθέσεις, που θεωρούμε ότι παρέχουν μειωμένη σεισμική επικινδυνότητα:

1. Να θεμελιωθεί στο γεωλογικό σχηματισμό «μαρμάρων» επειδή παρουσιάζει πολύ καλά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά,
2. Να βρίσκεται κοντά σε οδικό δίκτυο, σε ακτίνα μικρότερη από 2 km.
3. Να βρίσκεται μακριά από επίκεντρα σεισμών και συγκεκριμένα από μια ζώνη 10 km από επίκεντρα σεισμών με $M_s > 5$
4. Να βρίσκεται μακριά από επικίνδυνα ρήγματα και συγκεκριμένα από ζώνη επιρροής 5 km κατά μήκος ρηγμάτων που έχουν μήκος μεγαλύτερο ή ίσο από 10 km, άρα επικίνδυνα να δώσουν σεισμό μεγάλου μεγέθους.
5. Να βρίσκεται στη ζώνη επικινδυνότητας I κατά το νέο αντισεισμικό κανονισμό (N.E.A.K.).

Το αποτέλεσμα που προκύπτει από την αναζήτηση της κατάλληλης περιοχής ή περιοχών, είναι τα πολύγωνα που βρίσκονται στη νοτιοανατολική πλευρά του Νομού Αττικής (σχήμα 7).



Σχήμα 7. Επιλεγείσες περιοχές

2.6.1 Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων

Το παραπάνω παράδειγμα δείχνει πως το σύστημα βοηθάει να εικονοποιήσουμε την καταλληλότητα περιοχών, με βάση τα συγκεκριμένα κριτήρια που εισάγουμε στο σύστημα. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής μπορούν να εμφανιστούν σε χάρτες ή οθόνες κατάλληλες για τον χρήστη, ο οποίος έχει τη δυνατότητα, να θέτει σύνθετες ερωτήσεις, συνδυάζοντας τα δεδομένα της πληροφοριακής βάσης και να παράγει στη συνέχεια νέα αποτελέσματα. Βέβαια, η σωστή χρήση των χαρτών αυτών απαιτεί τη συμβολή ειδικών επιστημόνων που θα ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα και θα ποσοτικοποιήσουν την επικινδυνότητα των περιοχών [Gulliver, 1989]. Η δυνατότητα εισαγωγής πολλαπλών κριτηρίων ενισχύει τη δυναμική του συστήματος και δημιουργεί προοπτική μακροχρόνιας παρακολούθησης της σεισμικής επικινδυνότητας μιας περιοχής. Αυτό συμβάλλει στη διαχρονική διαχείριση ενός φαινομένου, όπως είναι η σεισμικότητα, που αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τη χώρα μας.

Η χρήση των Γ.Σ.Π. διευκολύνει σημαντικά προς αυτήν την κατεύθυνση, προσφέροντας δυνατότητες οργάνωσης της σχετικής πληροφορίας, γεωγραφικής ανάλυσης και εποπτικής παρουσίασης των αποτελεσμάτων. Η εστίαση σε συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή παρέχει λεπτομερέστερη πληροφορία και αποτελέσματα σε μεγαλύτερη κλίμακα [Gurta, 2002].

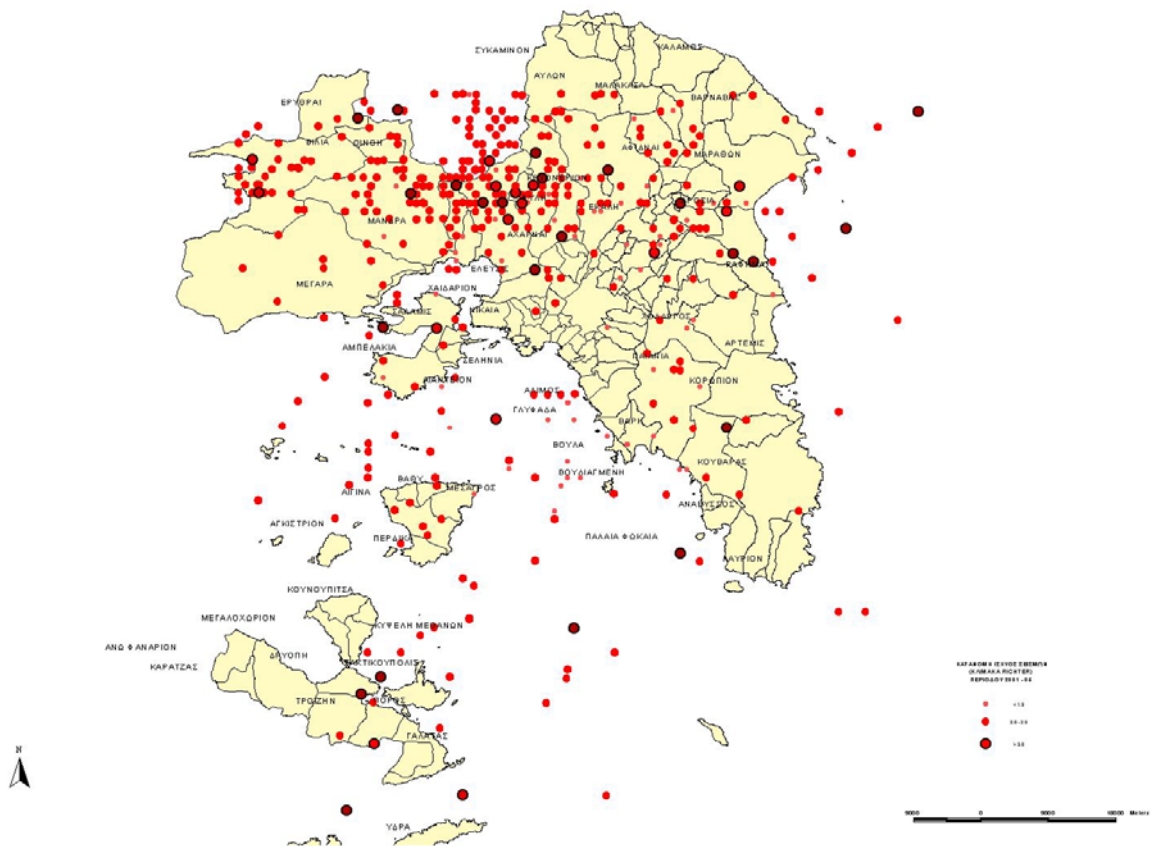
Μια μελέτη χωροθέτησης περιοχών ασφαλών κατά το δυνατόν, από σεισμική επικινδυνότητα και κατάλληλων για κάποιας μορφής οικιστική ανάπτυξη, πρέπει να συμπεριλάβει βασικά κριτήρια αναζήτησης, όπως αναφέρθηκε στο παραπάνω παράδειγμα, τα οποία όμως θα προσαρμοσθούν στις ειδικές ανάγκες κάθε επιμέρους σχεδιαστικού προγράμματος (π.χ. για σχολείο, εκκλησίες, διοικητικά κτήρια, χώρους αναψυχής). Χρησιμοποιώντας αυτά τα κριτήρια σαν οδηγό, καταλήγουμε σε έναν

αριθμό κατάλληλων –κατά το δυνατόν- περιοχών και επιλέγουμε μεταξύ αυτών, εισάγοντας πρόσθετα κριτήρια αναζήτησης ή οικονομικές κι άλλες δεσμεύσεις που μπορεί να υπεισέρχονται στον προγραμματισμό τέτοιων έργων.

Το κόστος μιας τέτοιας διαχείρισης μπορεί αρχικά να εμφανίζεται υψηλό, αλλά είναι μικρό αν λάβει κανείς υπόψη του το κόστος των συνεπειών από μια σεισμική καταστροφή σε έμψυχο και άψυχο υλικό, αλλά και τη δυνατότητα διαχείρισης μεγάλου όγκου πληροφορίας σε ένα περιβάλλον που οδεύει στη ηλεκτρονική δικτύωση με προφανή την γρήγορη απόσβεση και ορατό το γενικότερο κοινωνικό όφελος [Johnson, 1994].

2.6.2 Διαχρονική Παρακολούθηση του Συστήματος

Προκειμένου να δημιουργηθεί πληρέστερη εικόνα για τη σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής μελέτης και να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα των αναζητήσεων μέσω του συστήματος, εξετάσθηκε η σεισμική δραστηριότητα της περιοχής για την πρόσφατη πενταετία 2001-05. Η αναζήτηση των σεισμών που έπληξαν το νομό Αττικής το διάστημα αυτό, βασίσθηκε σε στοιχεία του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου τα οποία, με αντίστοιχη διαδικασία, όπως αυτή που περιγράφηκε παραπάνω, εικονοποίησαν τη συγκέντρωση της σεισμικής δραστηριότητας. Οι σεισμοί κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με το μέγεθός τους, μικρότεροι από 1.9, μεταξύ 2.0 και 2.9 και μεγαλύτεροι από 3.0. Το αποτέλεσμα φαίνεται στο χάρτη που ακολουθεί (σχήμα 8).



Σχήμα 8. Σεισμική παρακολούθηση περιόδου 2001-05

Στο χάρτη εμφανίζεται μεγάλη συγκέντρωση σεισμικής δραστηριότητας στην περιοχή που είναι στους πρόποδες της Πάρνηθας και που έδωσε και το σεισμό του 1999. Η νοτιοανατολική πλευρά του νομού, που προέκυψε και σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής του συστήματος, παρουσιάζει σχετική σεισμική αδράνεια, γεγονός που ενισχύει την αξιοπιστία του συστήματος. Είναι προφανές ότι, η παραπάνω εφαρμογή και η παρακολούθηση της μετέπειτα σεισμικής δραστηριότητας δεν περιλαμβάνει όλο το εύρος που συνεπάγεται ένα τέτοιο καταστροφικό γεγονός. Δίνει όμως μια ώθηση προς την κατεύθυνση της συνδυασμένης χρήσης κι αξιοποίησης της πληροφορίας που σχετίζεται με τον κίνδυνο των σεισμών, σε ένα πλαίσιο συντονισμένης διαχείρισης.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το μέγεθος της σεισμικής επικινδυνότητας δεν μπορεί με ακρίβεια να προβλεφθεί. Μπορεί όμως, η έγκαιρη προειδοποίηση και ο σωστός σχεδιασμός να ελαχιστοποιήσουν τις απώλειες [Dheri, 2002]. Με την κατάλληλη πληροφορία και τη σωστή χρήση της, μπορούμε θεωρητικά, να επιτύχουμε ένα βέλτιστο επίπεδο διαχείρισης της σεισμικής επικινδυνότητας, εξισορροπώντας σε μεγάλο βαθμό το κόστος αντιμετώπισής της με τις πιθανές απώλειες. [Organization of American States, 1990].

Το παρόν σύστημα μπορεί να αποτελέσει μέρος ενός μεγαλύτερου και πιο ολοκληρωμένου συστήματος, με όλους τους νομούς ή τους δήμους της Ελλάδας. Λόγω του ότι το σύστημα θα παραμείνει ανοιχτό, μπορεί κάθε χρήστης του (κρατικός ή ιδιωτικός φορέας) να το προσαρμόσει ανάλογα με τις ανάγκες του, επεμβαίνοντας στην βάση δεδομένων, προσθέτοντας και εμπλουτίζοντάς την με επιπλέον πληροφορία. Επίσης, το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την εκπόνηση μικροζωνικών μελετών τοπικής κλίμακας σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης οι οποίες παρέχουν όλα τα απαραίτητα σεισμικά χαρακτηριστικά του εδάφους για τον καλύτερο αντισεισμικό σχεδιασμό. Είναι προφανές ότι, ένα τέτοιο σύστημα είναι αξιόπιστο εργαλείο, στο βαθμό που εμείς από πριν έχουμε αξιολογήσει σωστά τα κριτήρια που υπεισέρχονται σε αυτό κι έχουμε καθορίσει επακριβώς τους στόχους μας.

Ο σεισμός της 7ης Σεπτεμβρίου 1999 που έπληξε την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας έφερε στην επιφάνεια ζητήματα ασφάλειας στον αστικό χώρο από έκτακτα περιστατικά. Προέκυψε έτσι η ανάγκη επιχειρησιακής σχεδίασης, οργάνωσης και ετοιμότητας του αστικού χώρου σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης, τόσο στην αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών όσο και στη μείωση των επιπτώσεων που αυτές θα επιφέρουν, δίνοντας έμφαση στο σχεδιασμό πρόληψης απέναντι στο σεισμικό κίνδυνο, όπως αυτός πρέπει να υλοποιείται στα πλαίσια της αντισεισμικής πολιτικής.

Ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζει το ευρύτερο χωροταξικό, πολεοδομικό και οικιστικό πλαίσιο του υπό μελέτη αστικού χώρου, κυρίως με την έννοια της κατάστασης στην οποία βρίσκεται σήμερα, αλλά και των επεμβάσεων που θα μπορούσαν να γίνουν σε αυτό, είτε αυτές αφορούν στον ήδη υπάρχοντα πολεοδομικό ιστό, είτε σε επίπεδο κατάρτισης νέων κανονισμών και προδιαγραφών για περαιτέρω μελλοντική ανάπτυξη. Πιο συγκεκριμένα, λοιπόν ο δήμος θα πρέπει να έχει στη διάθεση του ορισμένα στοιχεία και χάρτες που είναι άκρως απαραίτητα για την υλοποίηση της αντισεισμικής πολιτικής και θα περιλαμβάνει:

- Χρήσεις γης με έμφαση στους χώρους πράσινου, πλατείες – γήπεδα – δημόσια κτίρια – νοσοκομεία και τη δημιουργία αδόμητων χώρων μέσα στον αστικό ιστό και κατά προτεραιότητα των δημόσιων αδόμητων χώρων, ώστε να υπάρξουν ελεύθεροι

χώροι που θα χρησιμεύουν ως καταφύγια για τους κατοίκους των πυκνοκατοικημένων περιοχών ή ως χώροι παραμονής (καταυλισμοί) αν χρειασθεί. Για τις εκτάσεις αυτές θα πρέπει να έχουν προβλεφθεί αναμονές για τα δίκτυα τεχνικής εξυπηρέτησης (νερού, ηλεκτρικού, αποχέτευσης, τηλεφώνου, φυσικού αερίου, γκαζιού), οπότε είναι απαραίτητοι οι χάρτες δικτύων κοινής ωφέλειας.

- Τα χαρακτηριστικά του οικοδομικού και πολεοδομικού ιστού (είδος κατασκευών, ύψος κτηρίων, πυκνότητα δόμησης, ποιότητα κατασκευής με ελέγχους για την τήρηση των κανονισμών κατασκευής μιας οικοδομής στη φάση της δόμησης της αλλά και μετά), τη λεπτομερή καταγραφή και απογραφή των κατασκευών που υπέστησαν ζημιές από προηγούμενους σεισμούς, καθώς και τη δημιουργία μητρώου κατασκευαστών ιδιωτικών έργων. Τη συντήρηση παλαιών κτηρίων, και τον έλεγχο στατικής ασφάλειας στα κτήρια κάτω από αναμενόμενο σεισμικό κίνδυνο. Επίσης, πρέπει να γίνεται προληπτικός αντισεισμικός έλεγχος ανά τακτά χρονικά διαστήματα στα κρίσιμα σημεία των οδικών αρτηριών όπως γέφυρες και υπερυψωμένους κόμβους, διότι αυτά αποτελούν τα πλέον νευραλγικά σημεία του δικτύου.

- Την πραγματοποίηση γεωλογικών και γεωτεχνικών μελετών (μικροζωνικές μελέτες) και μελέτη σεισμικής επικινδυνότητας καθώς και την καταγραφή του είδους και του μεγέθους των σεισμών (μέρος της οποίας αποτελεί η παρούσα εργασία).

- Καταγραφή και χαρακτηριστικά υπάρχοντος οδικού δικτύου με έμφαση σε στοιχεία όπως οι συνθήκες κυκλοφορίας, η δυνατότητα κίνησης οχημάτων για έκτακτες περιπτώσεις, εναλλακτικές διαδρομές, δρόμοι διαφυγής πληθυσμού, δρόμοι εισόδου οχημάτων βοήθειας, τροφοδοσίας. Είναι σημαντικό να ενισχυθεί με κάθε τρόπο η ικανότητα ταχείας και ασφαλούς εκκένωσης των πολιτών από τον τόπο της καταστροφής. Θα πρέπει να υπάρξει σχεδιασμός που θα ενεργοποιείται αυτόματα.

Είναι πλέον απαραίτητη η οργάνωση των παραπάνω στοιχείων μέσω δικτυακών λειτουργιών αξιοποίησης και διαχείρισης ψηφιακής πληροφορίας μεταξύ εμπλεκόμενων φορέων του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα. Η χρήση των δυνατοτήτων και υπηρεσιών της πληροφορικής βελτιστοποιεί την επικοινωνία, επιταχύνει την ταχύτητα διάδοσης της πληροφορίας και δημιουργεί τις απαραίτητες υποδομές για καλή διαχείριση της υφιστάμενης και δημιουργούμενης πληροφορίας μεταξύ των χρηστών της. Παράλληλα επιτυγχάνεται μείωση του κόστους λειτουργίας των φορέων και αναβάθμιση του επιπέδου παροχής υπηρεσιών στους πολίτες και σε κάθε χρήστη της πληροφορίας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bolt A. Bruce, 1991, Σεισμοί, Εκδόσεις Τροχαλία, Πανεπιστήμιο Berkeley, Επιμέλεια, Μετάφραση: Ελένη Ιωαννίδου.
2. Dheri S. 2002, Disaster management preparedness: A plan for action. Proceedings of the GIS Development Congress Map Asia. Bangkok Thailand, available at www.gisdevelopment.net
3. Johnson G O, 1994, The Value of Computer Methods for Hazards Vulnerability Analysis Urban and Regional Information Association, pp. 661-674, available at <http://www.sgi.ursus.maine.edu/gisweb/spatdb/urisa/ur94059.html>
4. Gulliver R.M., 1989. Summary of Recommendations for Development of Seismic Hazard Maps for Use in Planning and Policy Development, pp 1-13, available at <http://www.sgi.ursus.maine.edu/gisweb/spatdb/urisa/ur94059.html>

5. Gupta A., 2002. Information Technology and Natural Disaster Management in India. Proceedings of the GIS Development Congress Map Asia, Bangkok Thailand, available at www.gisdevelopment.net
6. Leonard G. et al, 2002. GIS as a Tool for Seismological Data Processing Pure and Applied Geophysics, 159: 945-67.
7. Makropoulos K.C., Drakopoulos J.K. and Latousakis J.B. 1989. A Revised and Extended Earthquake Catalogue for Greece Since 1900, Geophys. Journal Int.98, 391-394.
8. Organization of American States, 1990. Disaster, Planning and Development: Managing Natural Hazards to Reduce Loss. Department of Regional Development and Environment 80pp. 1990, available at <http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea54e/begin.htm#Contents>.
9. Παπαζάχος Κ. Βασίλης, Παπαζάχου Κατερίνα, 1999. Οι Σεισμοί Της Ελλάδας, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
10. Παπαζάχος Κ. Β, 1997, Εισαγωγή στη Σεισμολογία, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη Β' Έκδοση.
11. Papanikolaou D.I. , in collaboration with: Dr. E.Lekkas, Dr. Ch. Sideris, Dr. I. Fountoulis, Dr. G.Danamos, Dr. Ch.Kranis, Dr. L.Loizios and at the contribution of: I.Antoniou, E.Vassilakis, S.Vasilopoulou, P.Nomikou, I.Papanikolaou, E.Skourtsos and K.Soukis, Geology and tectonics of Western Attica in relation to the 7-9-99 earthquake , Department of Dynamic, Tectonic and Applied Geology, University of Athens.
12. Stavrakakis N. George, 1999. Some seismological aspects of the Athens earthquake of September 7.
13. Theofili C. and Vetere Arellano A.L. 2001. Lessons Learnt from Earthquake Disasters that Occurred in Greece. NEDIES Project, European Commission Dg Joint Research Center, Institute for the Protection and Security of the Citizen Ispra (VA) Italy
14. Triantafyllidis P. 2002. Study of the Seismic Waves Propagation in Heterogeneous Media to Estimate the Local Site Effects. PhD thesis Extended Abstract, in <http://lemnos.geo.auth.gr/>
15. Tselentis A. and Zahradnik J. 1999. The Athens Earthquake of September 7, 1999 Bulletin of the Seismological Society of America, October, Vol.90, No 5, pp 1143-60.
16. Tselentis Akis and Zahradnik Jiri, 2000, The Athens Earthquake of 7 September 1999, Bulletin of the Seismological Society of America, Volume 90, Number 5, pp. 1143-1160, October
17. Φυτρολάκης Ν., 1990. Γενική Γεωλογία, Ε.Μ.Π. Αθήνα .