

**ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ 12 ΕΩΣ 14 ΜΑΙΟΥ 2006
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΒΟΛΟΥ**

**ΠΟΛΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟΥΣ
ΒΟΛΟΣ ΜΑΪΟΣ 2006. 50ΧΡΟΝΙΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**Συστήματα Πληροφοριών και Σεισμοί. Παραδείγματα από τους σεισμούς στις
Αλκωνίδες νήσους 1981 και στην Πάρνηθα 1999.
Π. Ζεντέλης. Αν. Καθ. ΕΜΠ Κτηματολογίου και Συστημάτων Πληροφοριών Γης.**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνολογία GIS στην ανάπτυξη Συστημάτων Πληροφοριών μας δίνει τη δυνατότητα πλήρους και συστηματικής καταγραφής των αποτελεσμάτων των σεισμικών δράσεων μέσω της γεωγραφικής απεικόνισης πληροφοριών ανά θεματικό επίπεδο, προκειμένου να γίνει καλύτερη αντιμετώπιση και ορθολογικότερη διαχείριση των προκύπτων προβλημάτων και να διευκολυνθεί η μελέτη, η διερεύνηση και η ερμηνεία των σεισμικών επιδράσεων.

Ειδικότερα η αναγνώριση και η γεωγραφική απεικόνιση των ενεργών ή μη σεισμικών ρηγμάτων μιας περιοχής μπορεί να οδηγήσει στην καλύτερη διαχείριση των σεισμογεωλογικών χαρακτηριστικών.

Επίσης η δυνατότητα ανάπτυξης Συστημάτων Πληροφοριών Γης, ήτοι γεωγραφικής απεικόνισης σε μεγαλύτερη κλίμακα, των βλαβών των κτιρίων, μπορεί:

- να μας δώσει δεδομένα για τη συμπεριφορά των κτιρίων
- να βοηθήσει αποτελεσματικά στα Προγράμματα αποκατάστασης σεισμοπλήκτων, ώστε σε κάθε σεισμό να έχουμε ορθότερη, ταχύτερη και ευκολότερη διαχείριση των θεμάτων από τους αρμόδιους κρατικούς και μη Φορείς.

Με το σκεπτικό αυτό, στο Ε.Μ.Π. στη γνωστική περιοχή «Κτηματολόγιο και Συστήματα Πληροφοριών Γης» αναπτύχθηκε εξελικτικά ένα Σύστημα Πληροφοριών Γης με αυτόν τον προσανατολισμό. Στην παρούσα εργασία γίνεται αναφορά και δίνονται στοιχεία από την απεικόνιση των αποτελεσμάτων της σεισμικής δράσης στην ευρύτερη περιοχή Κορινθίας και Αττικοβοιωτίας, όπως αυτά δημιουργήθηκαν από το σεισμό του 1981 με επίκεντρο τις Αλκωνίδες νήσους. Επίσης δίνονται στοιχεία από το Σύστημα Πληροφοριών Γης που αναπτύχθηκε με αφορμή το σεισμό της Αθήνας στις 07.09.1999 και το οποίο αφ' ενός περιλαμβάνει τα σεισμολογικά χαρακτηριστικά του αστικού χώρου της Αττικής για την εκ των προτέρων καλύτερη αντισεισμική θωράκιση και αφ' ετέρου αποσκοπεί στην εκ των υστέρων καλύτερη διαχείριση των πολλαπλών προβλημάτων που προκύπτουν μετά από μία σεισμική δράση. Για την τελευταία περίπτωση τα αναφερόμενα παραδείγματα προκύπτουν από την ανάπτυξη του Συστήματος στις περιοχές Θρακομακεδόνων και Πανοράματος Πάρνηθος του Δήμου Αχαρνών, Καματερού και Άνω Λιοσίων.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Σύστημα Πληροφοριών Γης, διαχείριση γης, Βάση Δεδομένων σεισμός, Σεισμικό ρήγμα, επίκεντρο σεισμού, βλάβες κτιρίων

ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΟΛΕΙΣ

Οι σεισμοί αποτελούν μέρος της αέναης διαδικασίας της ζωής και εξέλιξης της γης. Ωστόσο, η συνολική μορφή και οργάνωση των σημερινών πόλεων, σε μεγάλο βαθμό, δεν είχε μελετηθεί και αναλυθεί κάτω από το πρίσμα του περιορισμού των καταστροφικών επιπτώσεων μελλοντικών σεισμών. Υπάρχουν βέβαια παραδείγματα πόλεων με μορφή ανάπτυξης επηρεασμένη από αρχές και κανόνες που υπαγορεύονται από την ανάγκη μείωσης των καταστροφικών επιπτώσεων από τα ακραία αυτά φυσικά φαινόμενα. Όμως τα αστικά κέντρα, παρά τη μεγάλη πρόοδο που έχει συντελεστεί στον τομέα της αντισεισμικής τεχνολογίας, παραμένουν ακόμα διαβαθμισμένα ευάλωτα στους μεγάλους σεισμούς. Πράγματι ενώ κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα η σεισμική δραστηριότητα ή η σεισμική ενέργεια παρέμεινε περίπου σταθερή, η σεισμική διακινδύνευση μπορεί να αυξηθεί εξ' αιτίας της συνεχούς ανάπτυξης και εξάπλωσης των αστικών συγκεντρώσεων και των μεγάλων πυκνοτήτων τους.

Για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων από τη σεισμική δραστηριότητα απαιτείται συνολικός σχεδιασμός παρεμβάσεων στο χώρο με κριτήριο την αντισεισμική προστασία. Οι τρεις βασικοί τομείς δράσης αφορούν:

- στη γεωλογία, την τεκτονική και σεισμολογία, προκειμένου να γίνει εκτίμηση της σεισμικής διακινδύνευσης
- στην αντισεισμική τεχνολογία, η οποία βελτιώνεται με τη συγκέντρωση εμπειριών και τη συστηματοποίηση της γνώσης, σχετικά με την ανθεκτικότητα του βασικού συστήματος εδάφους-κατασκευών
- στην κοινωνική οργάνωση και πληροφόρηση με δραστηριότητες σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο.

Στην πράξη, όχι σπάνια, κυριαρχούν στατικά οργανωτικά σχήματα, που λαμβάνουν μέτρα αντισεισμικής προστασίας, τα οποία συνήθως αδυνατούν να συμβαδίσουν με τους ρυθμούς ανάπτυξης των πόλεων.

Καταστροφικές επιπτώσεις. Οι σεισμικές καταστροφές στις πόλεις, εκτός από τα θύματα και τις βλάβες ή τις καταρρεύσεις σε κτίρια, προκαλούν μία γενικότερη απορρύθμιση της λειτουργίας του αστικού ιστού και διατάραξη της οικονομικής-παραγωγικής διαδικασίας. Οι καταστροφικές επιπτώσεις μπορούν να διαχωριστούν:

- στις άμεσες επιπτώσεις, οι οποίες αφορούν στην κινητή και ακίνητη περιουσία και τα εισοδήματα των ατόμων και των επιχειρήσεων που επλήγησαν από το σεισμό
- στις έμμεσες επιπτώσεις, οι οποίες προκαλούνται λόγω της μείωσης του οικογενειακού εισοδήματος και της πτώσης της παραγωγικής διαδικασίας, που παρουσιάζεται ως συνέπεια αλυσιδωτών καταστάσεων.

Κάθε μορφή άμεσης απώλειας δημιουργεί έμμεσες οικονομικοκοινωνικές επιπτώσεις τόσο σε τοπικό όσο σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο. Οι επιπτώσεις λοιπόν των σεισμικών καταστροφών δεν περιορίζονται μόνο στην πληγείσα περιοχή και γι' αυτό δε μπορούν να αντιμετωπιστούν από τα μέσα και τις δυνατότητες μόνο μιας διοικητικής βαθμίδας (π.χ.

ενός ΟΤΑ). Επομένως ενώ οι άμεσες επιπτώσεις του σεισμού σε απώλειες ζωών, τραυματισμούς και βλάβες παρουσιάζονται σε συγκεκριμένες εκτάσεις στον χώρο, οι έμμεσες επεκτείνονται σε ευρύτερες διοικητικές και οικονομικές περιφέρειες. Ακόμη υπάρχουν απώλειες παγίων κεφαλαίων, οι οποίες πλήττουν τις κατοικίες, τη βιομηχανία, το εμπόριο, τις μικρές επιχειρήσεις καθώς και τα έργα υποδομής.

Περίοδοι παρεμβάσεων από καταστροφικές επιπτώσεις. Η διαδικασία από την καταστροφή που προκάλεσε το σεισμικό γεγονός μέχρι την ανασυγκρότηση των αστικών χώρων περιλαμβάνει 4 βασικές περιόδους:

- την έκτακτη περίοδο, κατά την οποία η Πολιτεία αντιμετωπίζει τα άμεσα προβλήματα που προκλήθηκαν από την καταστροφή, εκείνα δηλαδή που έχουν σχέση με τους νεκρούς, τους τραυματίες, τους αγνοούμενους και τους άστεγους
- την περίοδο αποκατάστασης, στην οποία περιλαμβάνεται η επισκευή όλων των έργων υποδομής, των κατοικιών και των κτιρίων που έχουν τη δυνατότητα να επισκευαστούν, καθώς και η επιστροφή σε σχετικά φυσιολογικές κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες
- την περίοδο ανασυγκρότησης Ι κατά την οποία επανέρχονται τα αποθέματα κεφαλαίου της πόλης στα προ του σεισμού επίπεδα και οι κοινωνικές και οικονομικές δραστηριότητες επιστρέφουν στα προ του σεισμού ή υψηλότερα επίπεδα
- την περίοδο ανασυγκρότησης ΙΙ στην οποία περιλαμβάνονται έργα βελτίωσης της υποδομής καθώς και μακροπρόθεσμα αναπτυξιακά προγράμματα.

Ελληνικές πόλεις. Το τεκτονικό υπόβαθρο της Ελλάδος δημιουργεί έντονη σεισμική δράση. Η εκλύομενη στην Ελλάδα σεισμική ενέργεια προέρχεται από 800 περίπου ενεργές σεισμικές εστίες και αντιστοιχεί στο 50% της σεισμικής ενέργειας που εκλύεται στην Ευρώπη και στο 2% παγκοσμίως. Από την ανάλυση των σεισμικών παρατηρήσεων, προκύπτει ότι στην Ελλάδα λαμβάνουν χώρα κατά μέσον όρο 50 σεισμοί μηνιαίως, 8 περίπου σεισμοί με μέγεθος μεγαλύτερο από 6,0R κάθε 5 χρόνια, 12 σεισμοί με μέγεθος πάνω από 7,0R κάθε 50 χρόνια, ενώ κάθε 100 χρόνια λαμβάνουν χώρα 3 έως 4 σεισμοί με μέγεθος πάνω από 8,0R.

Εξ' αυτών προκύπτει ότι αποτελεί κοινά αποδεκτό γεγονός ότι η σεισμοί στην Ελλάδα συνιστούν εθνικό πρόβλημα με αναμενόμενη επιρροή στις Ελληνικές πόλεις. Η επώδυνη εμπειρία των τελευταίων χρόνων και ειδικότερα οι τελευταίες σεισμικές εξάρσεις που έπληξαν μεγάλα πολεοδομικά συγκροτήματα της χώρας (Θεσσαλονίκη 1978, Αθήνα 1981, Καλαμάτα 1986, Ηλεία 1993, Κοζάνη - Γρεβενά 1995, Αίγιο 1995, Αθήνα 1999) προσδιορίζουν τις πραγματικές διαστάσεις του προβλήματος.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΓΗΣ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΙ

Τα Συστήματα Πληροφοριών Γης ή αλλιώς Land Information Systems ή απλούστερα LIS αναπτύσσονται μέσω λογισμικού GIS, εμπεριέχουν γεωγραφική απεικόνιση των πληροφοριών σε μεγάλες κλίμακες και περιλαμβάνουν αυτοματοποιημένες διαδικασίες συλλογής, καταγραφής, επεξεργασίας, ανάλυσης και διάθεσης των πληροφοριών. Η ιεραρχική αξιοποίηση των στοιχείων και των πληροφοριών μπορεί να εξυπηρετήσει κάθε

επίπεδο Διοίκησης (ΟΤΑ, Νομός, Περιφέρεια, Κράτος) σε κάθε ένα από τα τρία επίπεδα λειτουργίας. Ειδικότερα εξυπηρετείται το επίπεδο:

- operations, με το οποίο υποστηρίζονται διαδικασίες και προσφέρονται υπηρεσίες
- management, το οποίο περιλαμβάνει τις διαδικασίες υλοποίησης των πολιτικών αποφάσεων
- policy, το οποίο αφορά στη διαμόρφωση του σχεδιασμού και προγραμματισμού της πολιτικής

Η ανάπτυξη LIS εξ' ορισμού περιλαμβάνει δυνατότητες που συνδέονται με τη διεύθυνση, τη διοίκηση και τη διαχείριση θεμάτων ή προβλημάτων μέσω της ψηφιακής τεχνολογίας.

Εκ του λόγου αυτού τα LIS:

- περιλαμβάνουν μετρητικές και ποιοτικές πληροφορίες επαρκείς, πλήρεις, ακριβείς, αξιόπιστες και διαθέσιμες
- μπορούν να αντιμετωπίσουν τα θέματα ή τα προβλήματα γρήγορα, αποτελεσματικά και οικονομικά
- έχουν τη δυνατότητα πολλαπλής εκμετάλλευσης των χωρικών δεδομένων, ηλεκτρονικής παροχής υπηρεσιών και βελτιστοποίησης των διαδικασιών.

Τα αποτελέσματα εκ των καταστροφικών σεισμικών δράσεων στις πόλεις και η διαχείριση των σχετικών προκύπτοντων προβλημάτων σε κάθε, σύμφωνα με τα προηγούμενα, περίοδο παρέμβασης μπορούν να διευκολυνθούν από την ανάπτυξη LIS σχεδιασμένων για την απεικόνιση και τη διαχείριση των σεισμικών δράσεων ή LIS-Earthquake ή LIS-E. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη LIS-E εξασφαλίζει τη συστηματική καταγραφή των αποτελεσμάτων των σεισμικών δράσεων και τη γεωγραφική απεικόνιση των πληροφοριών με αμεσότητα και δυνατότητα συνεχούς ανανέωσης της χωρικής Βάσης Δεδομένων. Η πολυθεματική και πολυεπίπεδη πληροφορία που διατίθεται και η αναγκαιότητα ενός πολύπλοκου συσχετισμού των δεδομένων είναι δυνατή και οδηγεί:

- σε καλύτερη αντιμετώπιση και ορθολογικότερη διαχείριση των προβλημάτων από την σεισμική δράση
- σε διευκόλυνση της μελέτης, διερεύνησης και ερμηνείας των σεισμικών επιδράσεων
- στη δημιουργία ενός συστήματος λήψης αποφάσεων για ορθολογικότερο αντισεισμικό σχεδιασμό.

Κατωτέρω γίνεται αναφορά σε επί μέρους στοιχεία LIS-E που έχουν αναπτυχθεί με αφορμή αντίστοιχες σεισμικές δράσεις.

MANUAL LIS-E ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ-ΑΤΤΙΚΟΒΟΙΩΤΙΑΣ

Με αφορμή τον καταστροφικό σεισμό στις 28.02.1981 με επίκεντρο τις Αλκυονίδες νήσους έγινε μία σημαντική διεπιστημονική προσπάθεια για την καταγραφή και γεωγραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων εκ της συγκεκριμένης σεισμικής δράσης στην ευρύτερη περιοχή Κορινθίας και Αττικοβοιωτίας. Το περιεχόμενο του συνόλου των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν αφορούν στοιχεία:

- σεισμολογικά, γεωλογικά
- ανάπτυξης επιταχυνσιογραφημάτων και εκτίμησης του σεισμικού συντελεστή

- απεικόνιση ρηγμάτων με μεθόδους γεωδαιτικές, φωτογραμμετρικές, φωτοερμηνευτικές
- γεωτεχνικών βλαβών (πρανή, τοίχοι αντιστήριξης) και συσχέτισής τους μεταξύ περιοχών (Λουτράκι, Πλαταιές, Κιάτο, Αλεποχώρι, Ερυθρές)
- ταξινόμησης κατά κατηγορία βλαβών κτιρίων και συμπεριφοράς παραδοσιακών κατασκευών (πλινθόκτιστα, λιθόκτιστα κ.α.)
- στατιστικά των βλαβών και του κόστους κατά περιοχή.

Δεδομένου ότι το 1981 δεν υπήρχε η δυνατότητα χρήσης της τεχνολογίας GIS, το σύστημα με το σύνολο των, με γεωγραφική κατά επίπεδο απεικόνιση, πληροφοριών ισοδυναμεί με ένα manual LIS-E.

Βλάβες κτιρίων. Εξ' αιτίας των χαρακτηριστικών του σεισμού, σημειώθηκαν εκτεταμένες καταστροφές στα κοντινά τμήματα του αστικού χώρου και κυρίως στην πόλη του Λουτρακίου, λόγω της εγγύτητας του επικέντρου. Εκ του συνόλου των ως άνω πληροφοριών ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατηγοριοποίηση του είδους και της έκτασης των βλαβών των κτιρίων, η οποία έγινε προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα από την κατά περίπτωση συμπεριφορά του φέροντος οργανισμού. (Σχ.1)

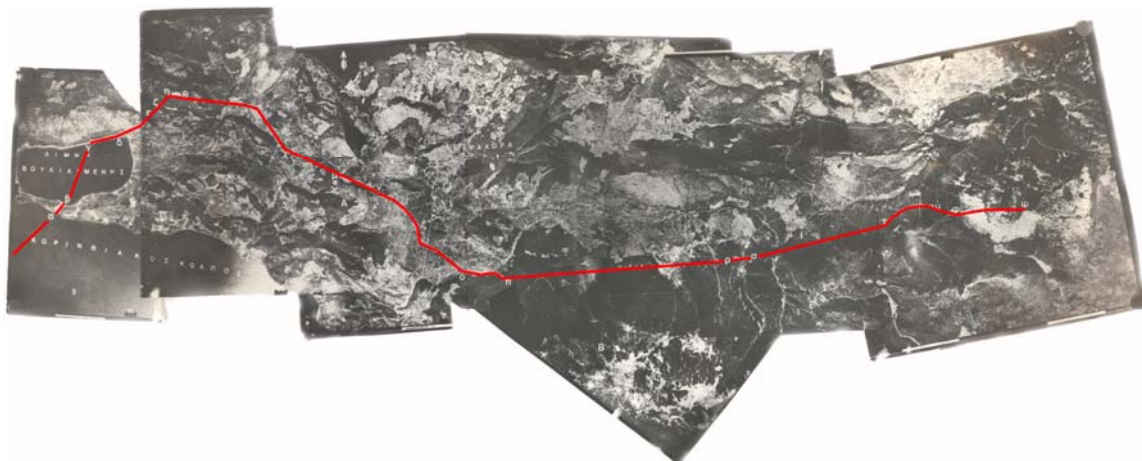


Σχ.1: Δύο περιπτώσεις ολικής κατάρρευσης κτιρίων στο Λουτράκι

Το ρήγμα των Γερανίων. Οι γενόμενες καταστροφές του αστικού χώρου επηρεάστηκαν σημαντικά και από το δημιουργηθέν από τη σεισμική δράση εκτεταμένο ρήγμα, το οποίο άρχεται από τον υποθαλάσσιο χώρο των Αλκυονίδων νήσων, διατρέχει εγκάρσια τη Λίμνη Βουλιαγμένης, διαπερνά τον παραλίμνιο αγροτικό χώρο, διέρχεται από την ευρύτερη περιοχή της Περαχώρας και εκτείνεται έως τις απρόσιτες ορεινές περιοχές των Γερανίων ορέων.

Δεδομένου ότι η αναγνώριση και η γεωγραφική απεικόνιση των ενεργών ή μη σεισμικών ρηγμάτων μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη ανάλυση της σεισμικής διακινδύνευσης μιας περιοχής και στην καλύτερη διαχείριση των σεισμογεωλογικών χαρακτηριστικών της, έγιναν οι απαραίτητες εργασίες για την απεικόνιση του εκτεταμένου αυτού ρήγματος. Για την άμεση, αποτελεσματική και ολοκληρωμένη αποτύπωση του συγκεκριμένου ρήγματος χρησιμοποιήθηκαν, σε συνδυασμό με παρατηρήσεις και μετρήσεις πεδίου, προγενέστερες του σεισμού Α/Φ από λήψεις του Ιουλίου 1980, κλίμακος 1:20.000 και μεταγενέστερες του σεισμού Α/Φ από λήψεις του Μαρτίου 1981, κλίμακος 1:15.000. Εξ' αυτών συντάχθηκαν δύο ηλεγμένα φωτομωσαϊκά στις κλίμακες των αντιστοίχων διατιθεμένων Α/Φ, από τα οποία προέκυψε ή στα οποία σημειώθηκε η θέση του ρήγματος (Σχ. 2). Η συνολική του πορεία σε σχέση με την ευρύτερη περιοχή μεταφέρθηκε και σε χάρτη 1:50.000. Το ρήγμα παρουσίασε μέγιστο πλάτος 2,00μ και στα τμήματα μεγάλων κλίσεων (>100%), που διήλθε, διαπιστώθηκαν έντονες κατολισθήσεις.

Σημειώνεται ότι παρόμοια διαδικασία ακολουθήθηκε και στον εντοπισμό του ρήγματος των Πλαταιών.



Σχ.2: Οριοθέτηση του ρήγματος (αβ.....χψ) σε ηλεγμένο φωτομωσαϊκό 1:15.000

LIS-E ΝΟΜΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ

Ο σεισμός της 07.09.1999. Στις 14:57 της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999 σημειώθηκε ισχυρός σεισμός στην Αττική. Ο σεισμός αυτός ήταν ένας από τους ισχυρότερους σεισμούς που έπληξαν την Αθήνα τα τελευταία χρόνια, με επιφανειακό μέγεθος 5.9 της κλίμακας Richter, επίκεντρο περίπου 18km βορειοδυτικά της Αθήνας, στην περιοχή νοτιοδυτικά της

Πάρνηθας, (συντεταγμένες 38.12N - 23.64E) και εστιακό βάθος περίπου 11km. Η σεισμική ροπή υπολογίστηκε σε $7 \cdot 10^{17}$ Nt·m. Ο μηχανισμός γένεσης του σεισμού, σύμφωνα με στοιχεία του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου, καθώς και διεθνών ερευνητικών κέντρων, προσδιορίζει κανονική διάρρηξη με διεύθυνση στο επίπεδο του ρήγματος μεταξύ 270° - 294°N και κλίση μεταξύ 36° και 47° νοτιοδυτικά. Οι ισχυρότεροι μετασεισμοί που ακολούθησαν ήταν αυτοί της 7^{ης} και 8^{ης} Σεπτεμβρίου με επιφανειακό μέγεθος $M_s = 4.7$, ενώ ο συνολικός αριθμός των μετασεισμών ξεπέρασε τους 1.000 τα πρώτα πέντε 24ωρα. Η μεγαλύτερη εδαφική επιτάχυνση (PHGA) για την κυρίως δόνηση καταγράφηκε από τον αναλογικό επιταχυνσιογράφο που είχε εγκατασταθεί από το Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΙΤΣΑΚ) στην περιοχή της Καλλιθέας (ATH 03) και ήταν 0.30g με περίοδο 0,25 δευτερολέπτων.

Οι πιο σοβαρές βλάβες παρατηρήθηκαν στα δυτικά προάστια της Αθήνας, τα οποία βρίσκονται αρκετά κοντά στο επίκεντρο, και κυρίως στα Άνω Λιόσια, το Μενίδι, τη Μεταμόρφωση, τους Θρακομακεδόνες κλπ. Στις περιοχές αυτές οι μετρήσεις των επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ έδωσαν μέγιστες τιμές εδαφικής επιτάχυνσης περίπου διπλάσιες από αυτές που καταγράφηκαν στις περιοχές όπου ήταν τοποθετημένοι. Τα περισσότερα κτίρια που υπέστησαν βλάβες κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τον παλιό κώδικα σεισμικών συντελεστών. Γενικότερα, ο σεισμός της Αθήνας ήταν ιδιαίτερα δυσμενής για τις δύσκαμπτες κατασκευές, συγκρινόμενος με τους καταστρεπτικότερους των τελευταίων ετών. Περισσότερα από 40 κτίρια κατέρρευσαν, αναφέρθηκαν 143 νεκροί ενώ υπήρξαν και εκατοντάδες τραυματίες. Μόνο στο Δήμο Άνω Λιοσίων ο αριθμός τους ξεπέρασε τους 6.500.

Κατά τον έλεγχο που ακολούθησε, επιθεωρήθηκαν περίπου 151.000 κτίρια μέχρι τις 22 Σεπτεμβρίου, εκ των οποίων 9.550 κρίθηκαν ακατάλληλα για χρήση και 44.860 κρίθηκαν προσωρινά ακατάλληλα. Επίσης η παροχή βοήθειας στους άστεγους ήταν μια πολύ μεγάλη επιχείρηση, αφού ο αριθμός τους ξεπέρασε τις 100.000. Προσωρινά καταφύγια των αστέγων αποτέλεσαν μερικά ξενοδοχεία, ενώ δημιουργήθηκαν και πρόχειροι καταυλισμοί (μοιράστηκαν περισσότερες από 22.000 σκηνές). Υπό την ευθύνη του Ερυθρού Σταυρού, του Στρατού και συνεργείων των Δήμων διανέμετο καθημερινά τροφή ενώ παράλληλα κοινωνικοί λειτουργοί προσέφεραν ψυχολογική βοήθεια στους πληγέντες. Το κόστος της καταστροφής ξεπέρασε τα 100 δις δραχμές. Στο ποσό αυτό περιλαμβάνεται και η οικονομική βοήθεια προς τους σεισμόπληκτους.

Με αφορμή το σεισμό της 07.09.1999 της Αθήνας αναπτύχθηκαν δύο υποσυστήματα LIS-E για την καταγραφή και διαχείριση των σεισμικών αποτελεσμάτων.

Το πρώτο SubLIS-E₁ αναπτύχθηκε με στόχο την παροχή αξιόπιστων διαστρωματωμένων πληροφοριών σχετικά με τη σειсмоγεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής του Νομού Αττικής, το οποίο μπορεί να βοηθήσει στην ορθολογισμένη λήψη αποφάσεων σχετικά με τον αντισεισμικό σχεδιασμό της περιοχής και όχι μόνο.

Το δεύτερο SubLIS-E₂ σχεδιάστηκε με στόχο την ορθότερη, ταχύτερη, ευκολότερη και αποτελεσματικότερη διαχείριση της δημιουργηθείσας από το σεισμό κατάστασης, από τους αρμόδιους κρατικούς και μη φορείς και αναπτύχθηκε στις περισσότερο πληγείσες περιοχές

των Θρακομακεδόνων και Πανοράματος Πάρνηθος του Δήμου Αχαρνών, του Καματερού και των Άνω Λιοσίων.

Περίληπτικά στοιχεία των δύο αυτών υποσυστημάτων δίνονται ακολούθως.

SubLIS-E₁ σειсмоγεωλογικών χαρακτηριστικών της περιοχής του Ν. Αττικής.

Προκειμένου να είναι δυνατή μία συνολική διερεύνηση του σχεδιασμού των παρεμβάσεων στο χώρο, ως δραστηριότητες της αντισεισμικής προστασίας και δεδομένου ότι ο αντισεισμικός σχεδιασμός και η πρόληψη είναι μια αναγκαιότητα για τον Ελληνικό χώρο, αναπτύχθηκε το SubLIS-E₁ με το οποίο μπορεί να γίνεται συγκριτική επεξεργασία σε συνδυασμό με ένα πλήθος θεματικών δεδομένων και επί μέρους χαρτών. Με την ανάπτυξη σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων δημιουργούνται όλες οι απαραίτητες προϋποθέσεις για τη λειτουργία ενός συστήματος εξαγωγής ειδικών ή γενικών συμπερασμάτων και λήψης αποφάσεων. Η περιοχή η οποία περιλαμβάνεται στο Σύστημα οριοθετήθηκε στην ευρύτερη περιοχή του Νομού Αττικής.

Σκοπός και στόχος του Συστήματος. Στόχος του Συστήματος είναι η παροχή ολοκληρωμένης και αξιόπιστης πληροφορίας που αφορά την σειсмоγεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής του Νομού Αττικής, που να βοηθά στη λήψη αποφάσεων σε ότι αφορά τον αντισεισμικό σχεδιασμό της περιοχής. Επίσης το Σύστημα μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την εκπόνηση μικροζωνικής μελέτης σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης. Οι μικροζωνικές μελέτες είναι ο συνδυασμός τοπογραφικών, γεωλογικών, σεισμολογικών και τεχνικών μελετών, που δίνουν την «ακτινογραφία» του υπεδάφους σε μια περιοχή (Καβουνίδης, 1999). Αποτελούν την πιο αξιόπιστη πρόταση για τον αντισεισμικό σχεδιασμό, τις επεκτάσεις σχεδίων πόλεων και την προστασία των πολιτών καθώς γίνεται εκτίμηση της σεισμικής διακινδύνευσης.

Το Σύστημα σχεδιάστηκε έτσι ώστε να είναι απλό, εύχρηστο και με όσο το δυνατόν μικρό χρόνο πρόσβασης στα στοιχεία. Ανάλογα με το χρήστη και τις ανάγκες του, μπορεί να απαιτούνται στοιχεία της υφισταμένης κατάστασης ή στοιχεία του παρελθόντος. Για το λόγο αυτό, το Σύστημα σχεδιάστηκε «ανοικτό», δηλαδή παρέχει τη δυνατότητα επέμβασης και επομένως επέκτασης της Βάσης Δεδομένων.

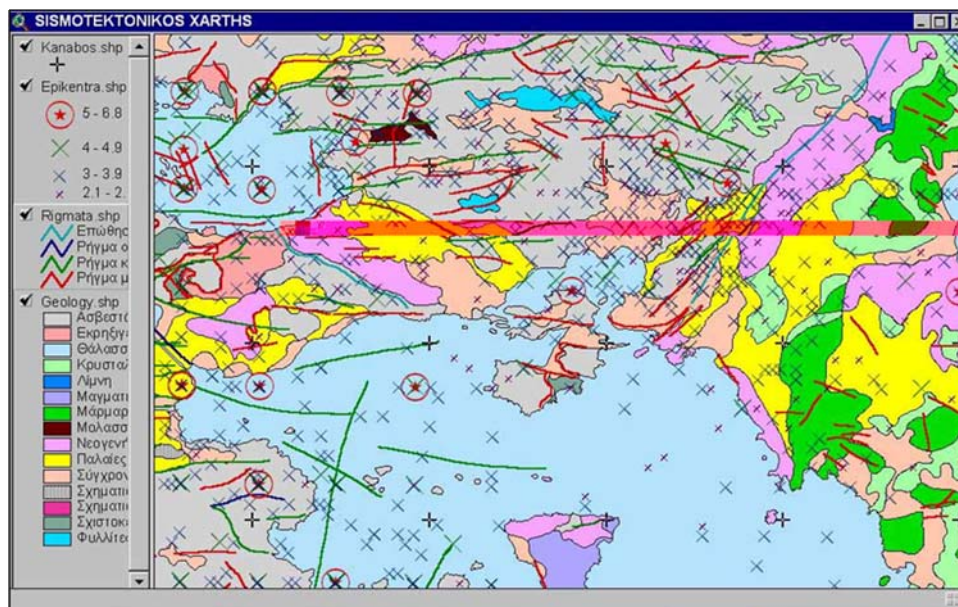
Λογισμικό ανάπτυξης του Συστήματος. Το λογισμικό που επιλέχθηκε για αυτόν το σκοπό είναι το Arc-View 3.1, ενώ τα δεδομένα για το υπόβαθρο της περιοχής (map data) επεξεργάστηκαν στο Arc-Info 7.1.3 και στη συνέχεια μετατράπηκαν σε Arc-View shape-files. Ο λόγος για τον οποίο επιλέχτηκε το συγκεκριμένο λογισμικό είναι η δυνατότητα του να συνδέεται άμεσα με δεδομένα Arc-Info coverages, και μπορεί να υποστηρίξει υλικό πολυμέσων (image data), καθώς επίσης επιτρέπει την κατ' ευθείαν χρήση Βάσεων Δεδομένων της μορφής dBase, INFO κ.ά και κάθε άλλης Βάσης Δεδομένων μέσω SQL σχεδιασμού.

Περιεχόμενο του Συστήματος. Στο περιεχόμενο του SubLIS-E₁ περιλαμβάνεται:

- η ταξινόμηση και ο διαχωρισμός των ρηγμάτων της περιοχής μελέτης (διεύθυνση, ηλικία, δομή ρήγματος κ.ά.)

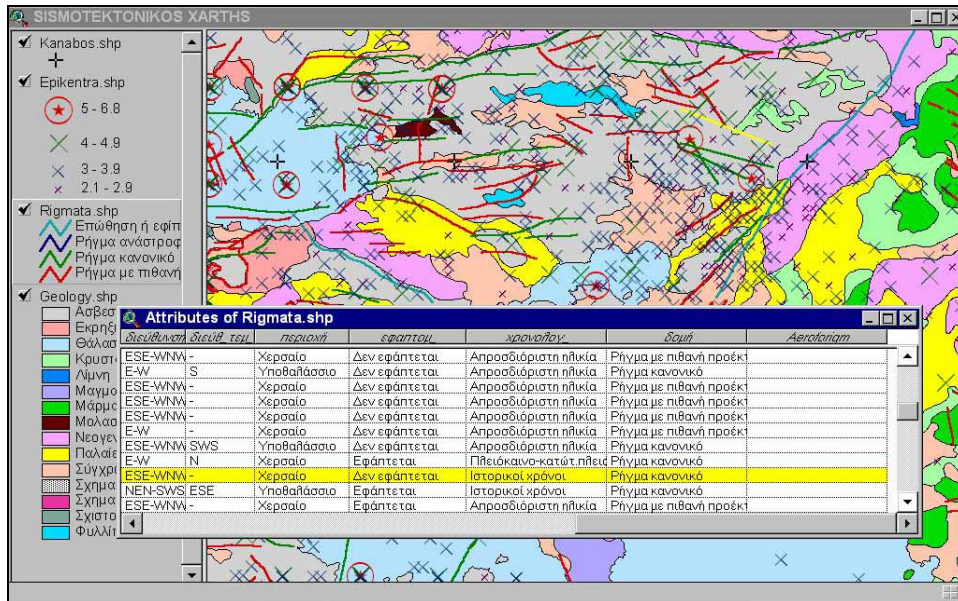
- η ταξινόμηση και ο διαχωρισμός των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής, ανάλογα με τις φυσικομηχανικές τους ιδιότητες, στοιχεία που είναι απαραίτητα για τον καθορισμό της σεισμικής διακινδύνευσης αφού συνιστούν ένα δείκτη για την αναμενόμενη συμπεριφορά τόσο του εδάφους όσο και των κατασκευών σε περίπτωση σεισμού
- κάθε στοιχείο που συνθέτει τους δείκτες έντονης σεισμικής δραστηριότητας, όπως είναι τα επίκεντρα και τα μεγέθη σεισμών, που έχουν γίνει στη περιοχή ανεξαρτήτως χρόνου. Τα χαρτογραφικά δεδομένα του Συστήματος αφορούν στα σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά τις περιοχής, στις ζώνες σεισμικής διακινδύνευσης, στα επίκεντρα και στα μεγέθη των σεισμών, στις θέσεις των σταθμών επιταχυνσιογράφων και στα ρήγματα του σεισμού της 07.09.1999.

Χρήση του Συστήματος. Η χρήση του Συστήματος, η οποία πρέπει να βασίζεται σε δυναμική ενημέρωσή του, μπορεί να δώσει συνδυασμένες πληροφορίες εκ των περιεχομένων στο Σύστημα επιπέδων. (Σχ. 3, 4, 5).

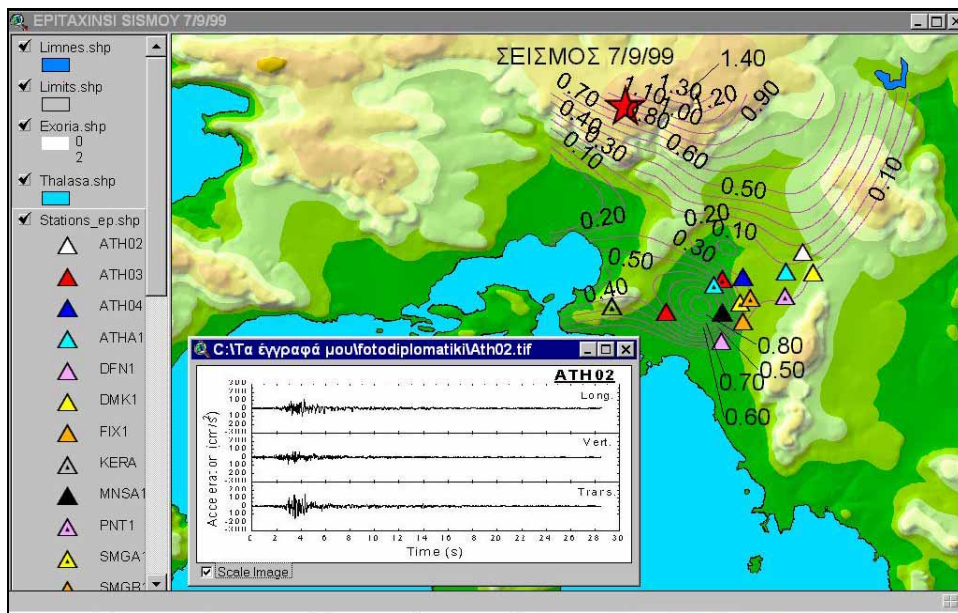


Σχ.3: Σεισμοτεκτονική δομή Νομού Αττικής με ενεργό θέμα τα ρήγματα

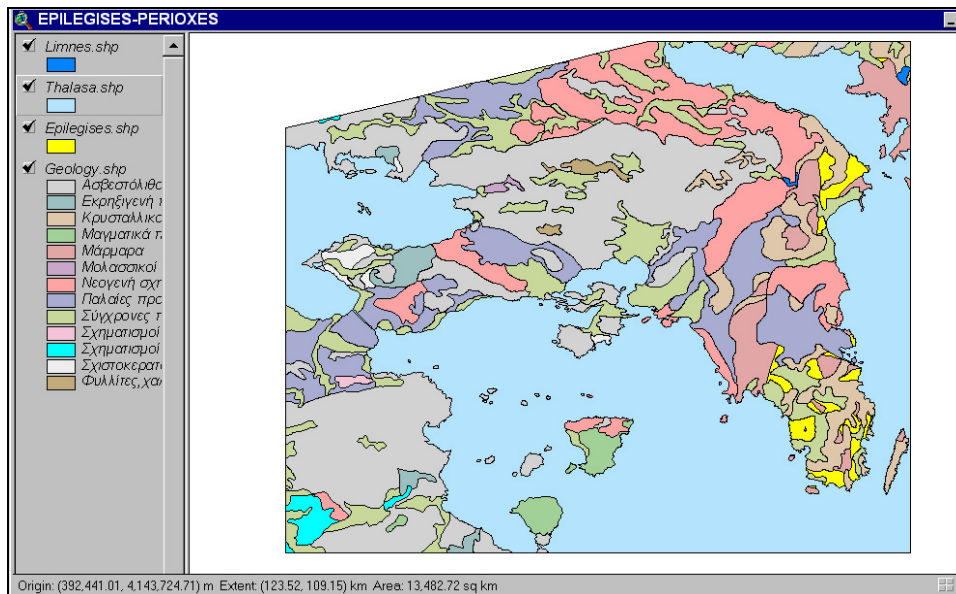
Επίσης δια του Συστήματος μπορούν να προσδιοριστούν περιοχές μειωμένης διακινδύνευσης σύμφωνα με εκ των προτέρων τεθέντες περιορισμούς. Για παράδειγμα η επιλογή κατάλληλης θέσης για ανέγερση νοσοκομειακής μονάδας, συναρτάται από περιορισμούς σε σχέση με τους γεωλογικούς σχηματισμούς, με την απόσταση από επίκεντρα σεισμών μεγαλύτερων ορισμένης τιμής, με τις ζώνες επιρροής επικίνδυνων ρηγμάτων, με τη ζώνη διακινδύνευσης I κατά ΝΕΑΚ, με το οδικό δίκτυο εξυπηρέτησης κ.ά. Το συμπέρασμα που προκύπτει παρουσιάζεται στο Σχ.6, όπου καθορίζονται οι κατάλληλες περιοχές νοτιοανατολικά του Νομού Αττικής.



Σχ.4: Η Βάση Δεδομένων των ρηγμάτων με το αντίστοιχο view



Σχ.5: Παράδειγμα εμφάνισης φωτογραφίας – επιταχυνσιογράμματος επιλεγμένης οντότητας – σταθμού για συγκεκριμένο σεισμικό γεγονός



Σχ.6: Περιοχές κατάλληλης θέσης σύμφωνα με τους τεθέντες περιορισμούς

SubLIS-E₂ διαχείρισης των σεισμικών αποτελεσμάτων.

Προκειμένου να έχουμε μία άμεση γεωγραφική απεικόνιση, σε μεγαλύτερη από το προηγούμενο Σύστημα κλίμακα, των αποτελεσμάτων εκ του σεισμού της Αθήνας στις 07.09.1999 αναπτύχθηκε το SubLIS-E₂ του οποίου οι δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά είναι παρόμοια με το περιγραφέν προηγουμένως SubLIS-E₁ με διαφορετικές όμως θεματικές πληροφορίες. Η περιοχή η οποία περιλαμβάνεται στο Σύστημα οριοθετείται στις περιοχές Θρακομακεδόνων και Πανοράματος Πάρνηθος του Δήμου Αχαρνών, Καματερού και Άνω Λιοσίων, οι οποίες επλήγησαν περισσότερο από τον καταστροφικό αυτό σεισμό.

Σκοπός και στόχος του Συστήματος. Στόχος του Συστήματος ήταν η σύγχρονη άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπιση της κατάστασης και των προβλημάτων που προέκυψαν από τη σεισμική δράση στις ως άνω αστικές περιοχές. Τα προβλήματα αφορούν κυρίως στην περίοδο αποκατάστασης και ανασυγκρότησης I, II, όπως αυτές ορίστηκαν προηγουμένως. Ειδικότεροι στόχοι περιλαμβάνουν:

- τη συλλογή, καταγραφή, επεξεργασία και ανάλυση πληροφοριών σχετικών με τις βλάβες και τη συμπεριφορά των κτιρίων, προκειμένου να αντληθούν συμπεράσματα για την εκ των προτέρων αντισεισμική θωράκιση
- την εκ των υστέρων ορθολογικότερη διαχείριση των πολλαπλών προβλημάτων που προκύπτουν από μία σεισμική δράση και την υποστήριξη των Προγραμμάτων αποκατάστασης σεισμοπλήκτων

Το Σύστημα σχεδιάστηκε ώστε να είναι απλό, εύχρηστο, με αμεσότητα πρόσβασης και ανοικτό, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα επέκτασης της Βάσης Δεδομένων κατά τη διάρκεια λειτουργίας του ή μελλοντικής του χρήσης.

Λογισμικό ανάπτυξης του Συστήματος. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του Συστήματος είναι το PC-ArcView 3.1, ιδιαίτερα διαδεδομένο desktop G.I.S, εξ' αιτίας της δυνατότητάς του να υποστηρίζει δεδομένα ArcInfo (coverages, E00), AutoCAD (dwg, dxf), shapefiles κ.α, να υποστηρίζει υλικό πολυμέσων (image data, video, audio), καθώς επίσης και να επιτρέπει άμεση χρήση Βάσεων Δεδομένων της μορφής dBASE, INFO, όπως και άλλων μέσω SQL σύνδεσης. Το περιβάλλον λειτουργίας του είναι ιδιαίτερα απλό, φιλικό στο χρήστη και διαμορφώσιμο, παρέχοντας έτσι πολλές δυνατότητες, τόσο για την ανάπτυξη Βάσεων Δεδομένων όσο και για τη διαχείριση στοιχείων της και απόδοση αυτών σε μορφή θεματικών χαρτών, πινάκων ή διαγραμμάτων. Ακόμη, σε μικρότερη έκταση και κυρίως για λόγους μετατροπής μορφών δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν κι άλλα προγράμματα. Σε περιβάλλον AutoCad 2000, χορηγήθηκαν τα αρχικά ψηφιακά υπόβαθρα, έγινε η ψηφιοποίηση των υπολοίπων και εξήχθησαν σε dxf format, αναγνωρίσιμο από το ArcInfo. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν τα τελικά επίπεδα πληροφορίας του Συστήματος και χτίστηκε η τοπολογία τους, ώστε να εισαχθούν στο ArcView. Η υλοποίηση της Βάσης Δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο Excel, από όπου δημιουργήθηκαν dbf αρχεία, συμβατά με τα tables του ArcView. Τέλος, η επεξεργασία των εικόνων και των video έγιναν με χρήση λογισμικού της Adobe (Photoshop και Premiere αντίστοιχα).

Περιεχόμενο του Συστήματος. Στο SubLIS-E₂ περιλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με:

- τα υπόβαθρα που δημιουργήθηκαν από επεξεργασία των ψηφιακών και ψηφιοποίηση των αναλογικών υποβάθρων διαφόρων πηγών. Τα επίπεδα των χαρτογραφικών ψηφιακών υποβάθρων περιλαμβάνουν τα οικοδομικά τετράγωνα (Ο.Τ.) της περιοχής μελέτης, τα όρια των οικοπέδων και τα κτίρια
- το υπόβαθρο που δημιουργήθηκε από ειδική λήψη εγχρώμων Α/Φ κλίμακας 1:4.000 που πραγματοποιήθηκε στις 13 και 14.09.1999, δηλαδή λίγες μέρες μετά το σεισμό
- την κατηγοριοποίηση των βλαβών των κτισμάτων με φωτογραφική τεκμηρίωση. Τα κτίσματα που περιλαμβάνονται στο Σύστημα εμφανίζονται σημειακά στους θεματικούς χάρτες ανάλογα με το επίπεδο βλαβών (πράσινα, κίτρινα ή κόκκινα) κατά το Δευτεροβάθμιο Έλεγχο. Εντάχθηκαν στο Σύστημα διαφοροποιούμενα σε τρεις ως προς τη χρήση τους κατηγορίες: κατοικίες, επιχειρήσεις και λοιπές χρήσεις (σχολεία, εκκλησίες, πνευματικά κέντρα κλπ.)
- τα περιγραφικά πεδία, τα οποία συμπληρώθηκαν με τις ακόλουθες πληροφορίες: όνομα και διεύθυνση ιδιοκτήτη, είδος οικονομικής δραστηριότητας (επιχειρήσεις), αριθμός ορόφων κτιρίου, χρονολογία κατασκευής του, χαρακτηρισμός κτιρίου ανάλογα με το είδος της βλάβης και περαιτέρω περιγραφή, είδος πρωτεύουσας βλάβης και επιπλέον επεξηγήσεις και αναφορά στις λοιπές βλάβες
- τις ρουτίνες προγραμματισμού που αναπτύχθηκαν και δίνουν αφ' ενός μεν τη δυνατότητα εντοπισμού κάποιας οντότητας, με δεδομένο το όνομα του ιδιοκτήτη ή τη διεύθυνση του κτιρίου και αφ' ετέρου δε την προβολή σε παράθυρο των στοιχείων της Βάσης Δεδομένων καθώς και φωτογραφία (όταν αυτή διατίθεται) της επιλεγμένης οντότητας. Επιπλέον, είναι δυνατή η συσχέτιση και η προβολή σχετικών video και διαθέσιμων Α/Φ
- άλλα στοιχεία (ιστορικά κλπ.)



Σχ.7: Τμήμα Α/Φ 1:4.000, λήψης 13.09.1999

Χρήση του Συστήματος. Η χρήση του μπορεί να δώσει πληροφορίες εκ των περιεχομένων στο Σύστημα επιπέδων και των αντίστοιχων στη Βάση Δεδομένων πληροφοριών.

Σχετικά με τον πρώτο στόχο του Συστήματος, που αφορά στις βλάβες και στη συμπεριφορά των κτιρίων το SubLIS-E₂ χρησιμοποιεί:

- την επίσημη διαβάθμιση χαρακτηρισμού των κτιρίων μετά το σεισμό, ήτοι:
 - πράσινα είναι τα κτίρια τα κατάλληλα προς χρήση
 - κίτρινα είναι τα κτίρια τα προσωρινά ακατάλληλα προς χρήση, είτε επειδή έχει μειωθεί η αντισεισμική τους ικανότητα, είτε επειδή απαιτείται η λήψη πρόσθετων μέτρων ασφαλείας
 - κόκκινα είναι τα κτίρια τα ακατάλληλα προς χρήση και άρα κατεδαφιστέα
- κατηγοριοποίηση των βλαβών του φέροντος οργανισμού (Φ.Ο.) ή των λοιπών βλαβών των κτιρίων. Περιληπτικά αναφέρονται:
 - οι βλάβες του Φ.Ο. μπορούν να διαχωριστούν σε βλάβες τοπικού χαρακτήρα ή σε βλάβες γενικού χαρακτήρα, είτε οφείλονται στη μορφολογία της κατασκευής, είτε στην πρόσκρουση γειτονικών στοιχείων διαφορετικής στάθμης, είτε στη συμπεριφορά του ίδιου Φ.Ο, είτε στις υπερκατασκευές του δώματος, είτε σε κατασκευαστικές ατέλειες, είτε σε ιδιότυπη δυναμική συμπεριφορά, είτε σε δυσμενείς συνθήκες θεμελίωσης, είτε σε μειωμένη αντοχή του Φ.Ο.. Οι καταγραφόμενες στο Σύστημα βλάβες οφείλονται κυρίως σε θλίψη, κάμψη, διάτμηση ή λυγισμό του στοιχείου και αφορούν βλάβες σε υποστυλώματα, σε τοιχώματα, σε δοκούς, σε κόμβους και σε πλάκες
 - οι κατηγοριοποιήσεις των βλαβών της φέρουσας τοιχοποιίας
 - οι βλάβες στον οργανισμό πληρώσεως της οικοδομής

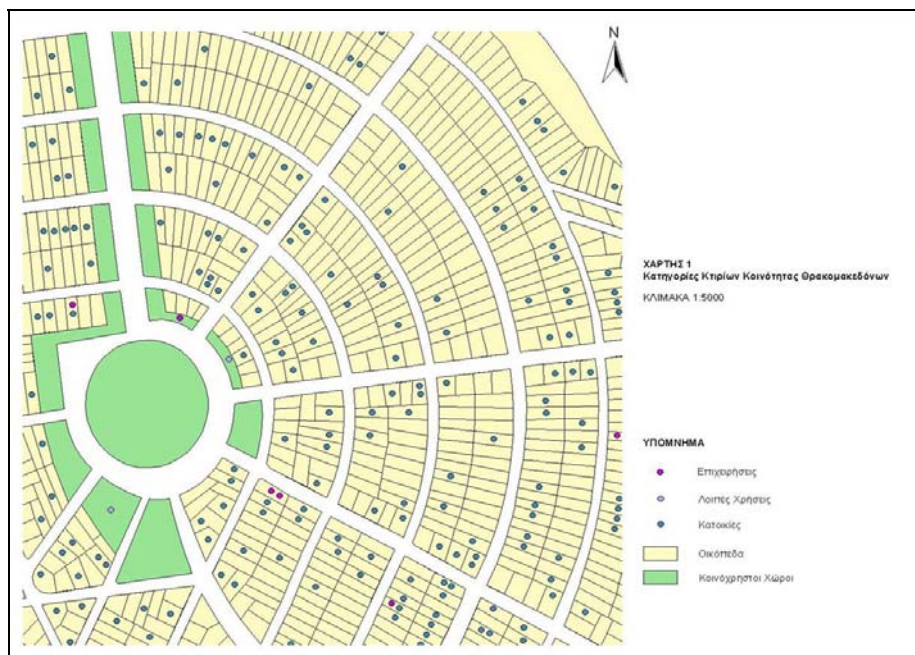
Σχετικά με το δεύτερο στόχο του Συστήματος που αφορά στη μετά το σεισμό διαχείριση των πολλαπλών προβλημάτων και στην υποστήριξη των Προγραμμάτων αποκατάστασης σεισμοπλήκτων, το SubLIS-E₂ χρησιμοποιεί:

- τα ψηφιοποιημένα χαρτογραφικά υπόβαθρα με τις κατά επίπεδο θεματοποιημένες πληροφορίες
- τα περιγραφικά πεδία της Βάσης Δεδομένων σχετικά με τα δικαιώματα κυριότητας, τις υπάρχουσες χρήσεις και τις λοιπές καταγεγραμμένες πληροφορίες των κτιρίων
- το χαρακτηρισμό των κτιρίων και το είδος της πρωτεύουσας βλάβης

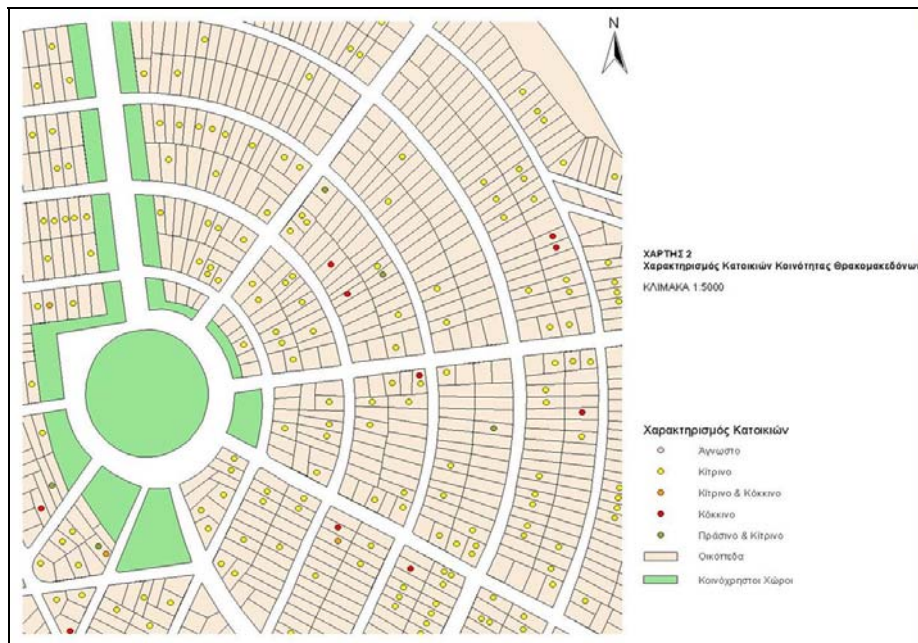
Τα σχετικά θέματα, που μπορούν να διαχειριστούν ευκολότερα, ή τα σχετικά προβλήματα, τα οποία μπορούν να επιλυθούν ταχύτερα, αφορούν:

- στις διαδικασίες αποκατάστασης σεισμοπλήκτων με μέτρα οικονομικής ενίσχυσης (επιδόματα, δωρεάν κρατική συνδρομή)
- στις διαδικασίες επισκευής των κτιρίων (αδειοδοτήσεις, επιδοτήσεις ή δανειοδοτήσεις επισκευών) και στις προτεραιότητές τους (κατοικίες, επιχειρήσεις, κτίρια κοινής ωφέλειας)
- στις διαδικασίες αποκατάστασης των βλαβών των έργων υποδομής

Κατωτέρω παρατίθενται παραδείγματα του χαρτογραφικού υποβάθρου



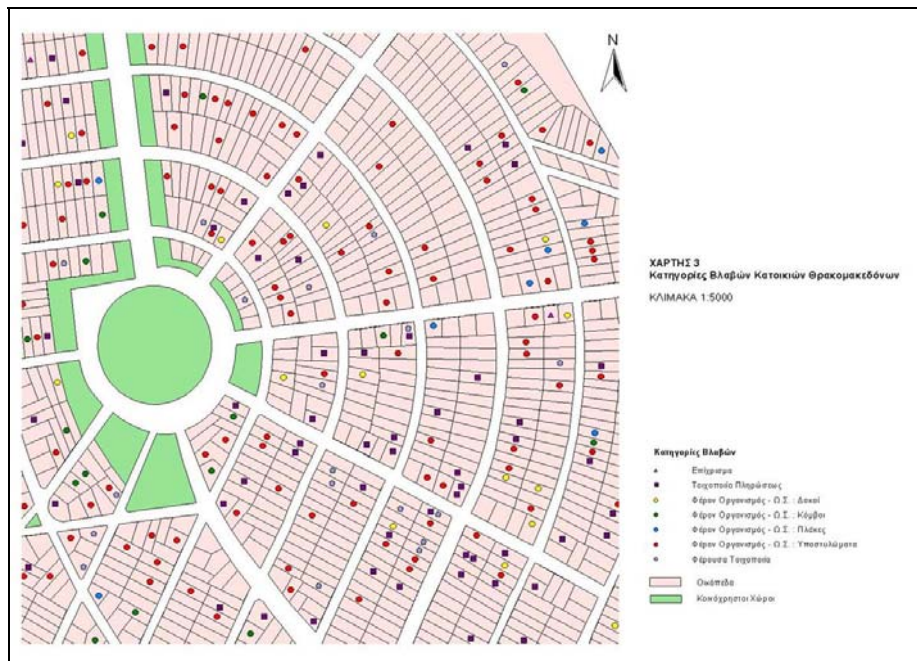
Σχ.8: Ψηφιακό χαρτογραφικό υπόβαθρο οικοπέδων με τις κυριότερες χρήσεις των κτιρίων



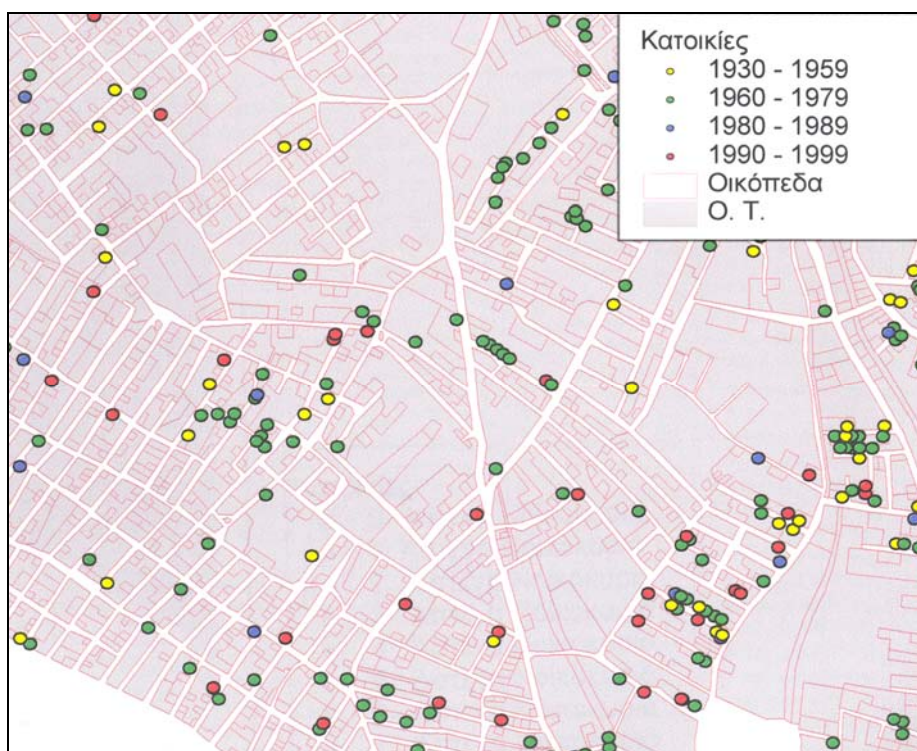
Σχ.9: Χαρακτηρισμός κτιρίων ανάλογα με το επίπεδο βλαβών



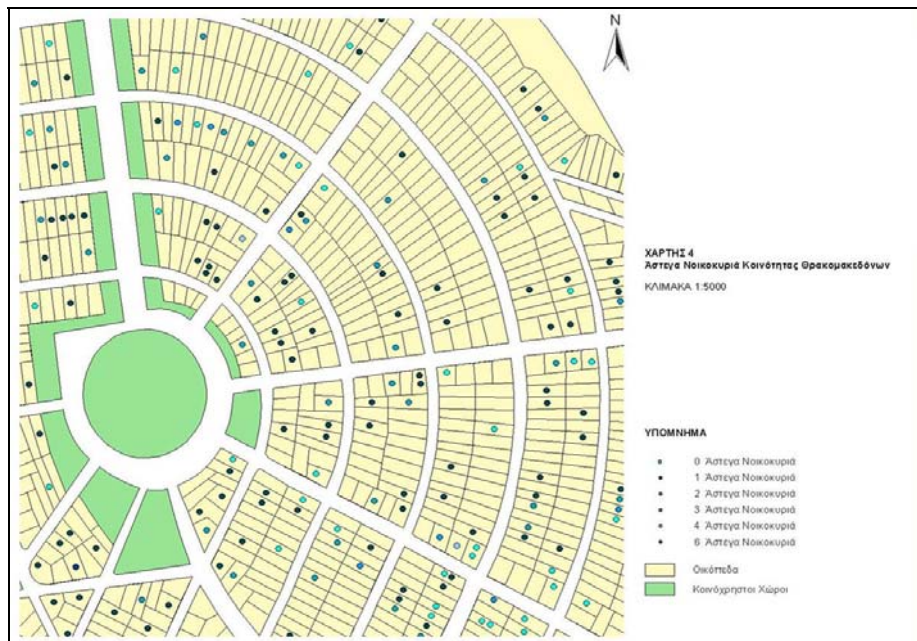
Σχ.10: Χρήσεις γης και κτιρίων και χαρακτηρισμός καταλληλότητας κτιρίων



Σχ.11: Απεικόνιση πρωτεύουσας βλάβης κτιρίων



Σχ.12: Κατανομή κατοικιών ως προς την παλαιότητα



Σχ.13: Απεικόνιση άστεγων νοικοκυριών

Επίσης παρατίθενται παραδείγματα φωτογραφικής τεκμηρίωσης βλαβών κτιρίων



Σχ.14: Αποκόλληση οπτοπλινθοδομής πληρώσεως και ρηγματώση από διάτμηση



Σχ.15: Διατμητική αστοχία υποστηλώματος με αποδιοργάνωση σκυροδέματος και λυγισμός οπλισμού



Σχ.16: Κατάρρευση τμήματος τοιχοποιίας πληρώσεως



Σχ.17: Βλάβη σε κόμβο και λυγισμός οπλισμού



Σχ.18: Διαμπερής διαγώνια ρωγμή σε υποστήλωμα



Σχ.19: Θραύση γωνιακής περιμετρικής δοκού

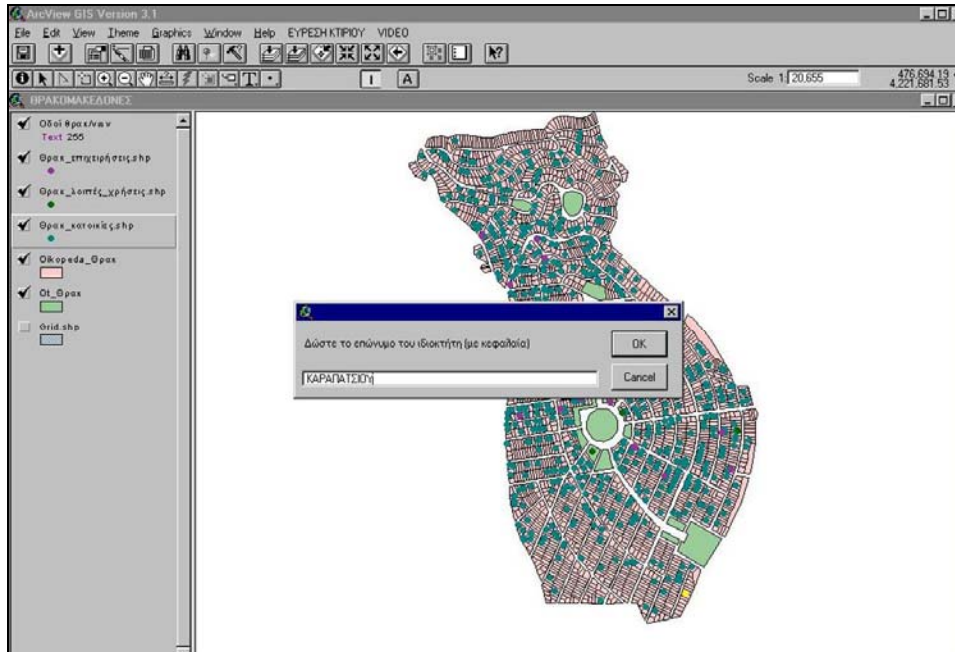


Σχ.20: Κατάρρευση λόγω θραύσης υποστηλωμάτων πυλωτής

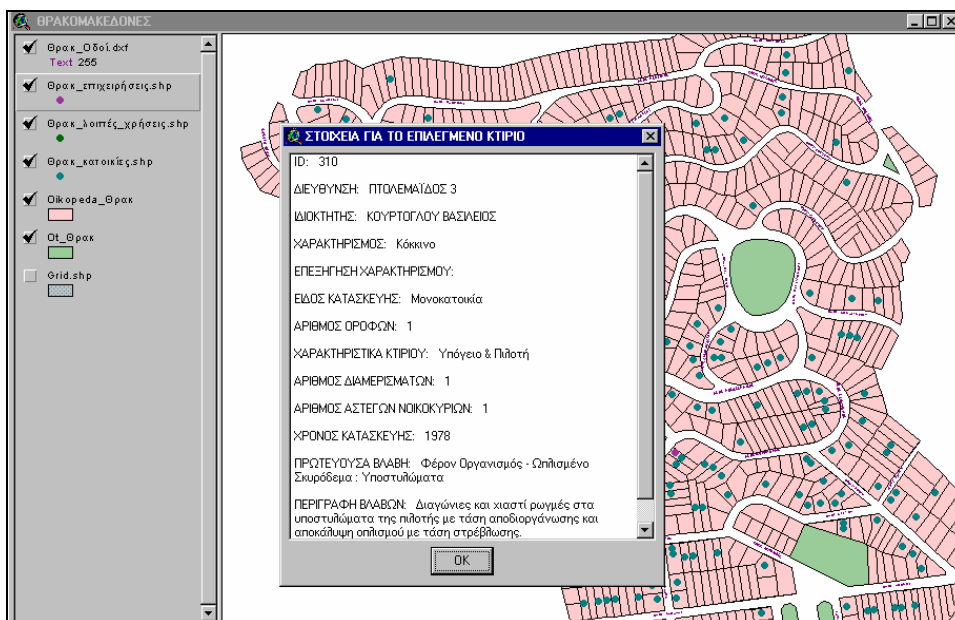


Σχ.21: Κατάρρευση λόγω ολικής θραύσης υποστηλωμάτων

Κατωτέρω παρουσιάζονται παραδείγματα συνδυασμένων πληροφοριών χαρτογραφικού υποβάθρου και επιλεγμένης οντότητας της Βάσης Δεδομένων



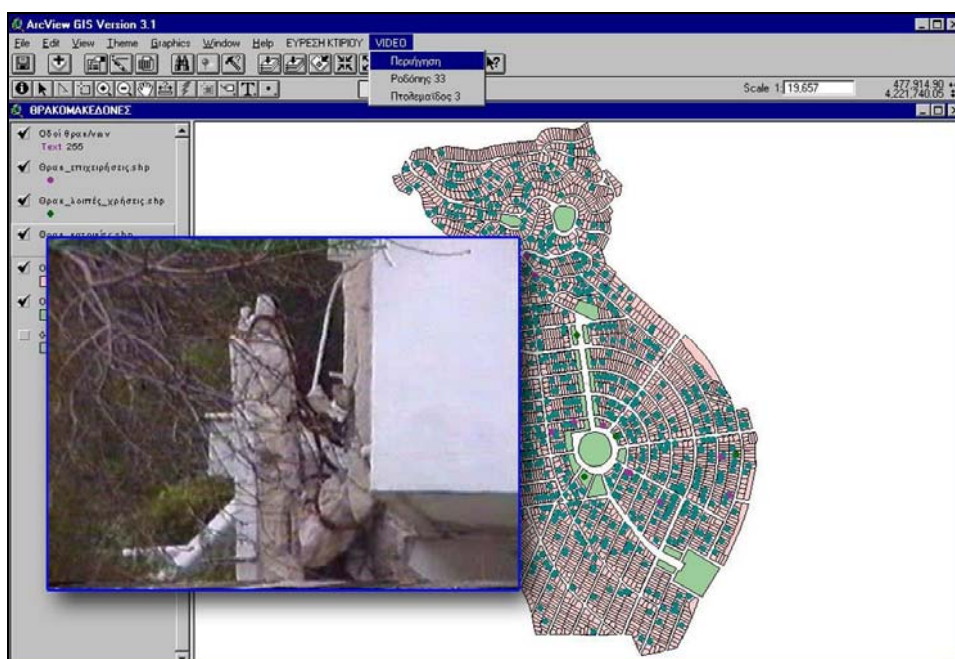
Σχ.22: Εντοπισμός ιδιοκτησίας βάσει του επωνύμου του ιδιοκτήτη



Σχ.23: Εμφάνιση πληροφοριών επιλεγμένης οντότητας



Σχ.24: Εμφάνιση φωτογραφίας επιλεγμένης οντότητας



Σχ.25: Προβολή video επιλεγμένης οντότητας

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την προηγηθείσα περιγραφή, ανάλυση και λειτουργία του αναπτυχθέντος Συστήματος μπορούν να αντληθούν πολλά επί μέρους και κατά περίπτωση χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με το σχεδιασμό, τη λειτουργία και το περιεχόμενο του LIS-E.

Συνολικά όμως πρέπει συμπερασματικά να σημειωθεί ότι η επιρροή της σεισμικής δράσης στις πόλεις ή γενικότερα στον αστικό ιστό μπορεί να βοηθηθεί αποτελεσματικά με τη χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας μέσω της ανάπτυξης ορθολογισμένων LIS-E, τα οποία μπορούν να εξυπηρετήσουν:

- την εκ των προτέρων καλύτερη αντισεισμική θωράκιση και τον ορθολογικότερο σχεδιασμό με ανάλυση και ερμηνεία των σεισμικών αποτελεσμάτων κάθε κλίμακας
- την αποτελεσματικότερη διαχείριση των θεμάτων και των προβλημάτων που προκύπτουν από τη σεισμική δράση

Ο σχεδιασμός εκ των προτέρων δυναμικών LIS-E είναι αναγκαίος και η προγραμματισμένη εκ των υστέρων χρήση του είναι εφικτή και απαραίτητη σε κάθε εμπλεκόμενο Φορέα κρατικό ή μη.

Το κράτος μπορεί να ασκεί αποτελεσματικότερη πολιτική προ των σεισμών και ορθολογικότερη διαχείριση μετά από αυτούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anastasiadis An, Demosthenous M, Karakostas Ch, Klimis N, Lekidis B, Margaris B, Papaioannou Ch, Papazachos C, Theodoulidis N, The Athens (GREECE) earthquake of September 1999: Preliminary report on strong motion data & structural response, 1999
- Andrianakis V, Dandoulaki M, Papadopoulos N, Disaster response and reconstruction measures after the Athens earthquake of September 7, 1999
- Huxhold W, An introduction to urban GIS, 1991
- Iliadi A, Xidia A, Labropoulos A, Zentelis P, LIS development for the registration and classification of the 1999 Athens earthquake damages. Application on Thracomacedones community, 2000
- Leonard G. et al, GIS as a Tool for Seismological Data Processing Pure and Applied Geophysics, 2002
- Stavrakakis G, Some seismological aspects of the Athens earthquake September 7 1999
- Δημοπούλου Ε, Σπυρόπουλος Χ, Ζεντέλης Π, Ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης σεισμικής επικινδυνότητας, 2006
- Ε.Μ.Π. Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας & Σπουδαστήριο Πολεοδομικών Ερευνών. Έρευνα με θέμα: Πόλη & Σεισμός, 1985
- Ζεντέλης Π, Συστήματα Πληροφοριών Γης, 2003
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, Ο.Α.Σ.Π, Επισκευές κτιρίων που υπέστησαν βλάβες από τον σεισμό της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999, 1999
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, Ο.Α.Σ.Π, Στεγαστική αποκατάσταση σεισμοπλήκτων Αττικής. Πληροφοριακό δελτίο, 2000