

ΑΙΔΟΝΑ ΕΛΕΝΗ², ΒΑΡΓΕΜΕΖΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ³

ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η διαδικασία κατασκευής του γεωλογικού και μορφολογικού χάρτη της Ελλάδας σε κλίμακα 1:500.000 όπως προκύπτουν από τη ψηφιοποίηση του Σεισμοτεκτονικού χάρτη της Ελλάδας και από ψηφιοποιημένα δεδομένα αντίστοιχα. Για την παραγωγή αυτών των χαρτών χρησιμοποιήθηκαν προγράμματα Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS). Στην πορεία των εργασιών χρειάστηκε να επιλυθούν προβλήματα που αφορούσαν ασυμβατότητα μεταξύ των ψηφιοποιημένων με σύγχρονες μεθόδους δεδομένων και χαρτών που ψηφιοποιήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Παρουσιάζονται διάφοροι θεματικοί χάρτες που προέκυψαν με την εισαγωγή τόσο γεωλογικών όσο και σεισμολογικών δεδομένων πάνω στο ψηφιοποιημένο γεωλογικό υπόβαθρο.

ABSTRACT

The construction of the digital geological and morphological map of Greece in scale 1:500.000 is presented in this paper. The digitization was accomplished by using GIS program. For the construction of these maps we followed the following steps: a) digitization of the margins of the geological formations from the Seismotectonic map of Greece (scale 1:500.000), b) collection of digital data (coastlines from the GMT database, contour lines, epicenter and magnitudes of historical earthquakes that occurred at the broader area of Greece, etc), c) digitization of geological and tectonic data from respective studies.

A major problem that occurred at the first steps was the incompatibility between the rectified geotectonic map of Greece and the coastlines that have been obtained from the database of GMT Tools (Wessel and Smith, 1991). This problem has resolved by the re-registration of the already rectified map (performed by using the topographic map of Greece) using the data provided by GMT Tools.

The digitization of the geological formations was the next step, as well as the construction of the topology so the first GIS database was obtained.

The existence of this database permitted the plot and comparison of various type of information (seismological, tectonic), which were gathered from other sources.

Thematic maps showing epicenters of historical earthquakes, macroseismic effects and neotectonic features on the digitized geological basement have been constructed. That permitted the unification of results from different studies and the construction of synthetic maps, which allowed the comparison of seismological data with the geology of the area of interest.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε περίπτωση σεισμικής έξαρσης σε μία περιοχή είναι ιδιαίτερα σημαντική η άμεση κατασκευή χαρτών που να παρουσιάζουν πληροφορίες σχετικές κυρίως με τη γεωλογία, την τεκτονική, τη σεισμικότητα της περιοχής, τα νεοτεκτονικά δεδομένα αλλά και κάθε άλλο σύνολο διαθέσιμων στοιχείων που αφορούν την περιοχή. Είναι αναγκαία λοιπόν η κατασκευή τράπεζας δεδομένων που να περιέχει όλα αυτά τα στοιχεία και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με το κατάλληλο λογισμικό έτσι ώστε να παράγονται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα οι χάρτες που θα δείχνουν όλες αυτές τις πληροφορίες.

Για το λόγο αυτό στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος με τίτλο 'Αυτόματος προσδιορισμός σε πραγματικό χρόνο σεισμικών epicέντρων και επεξεργασία σει-

1:Construction of Geotectonic-Seismic map of Greece in the scale of 1:500.000.

2:Aidona Eleni,

Department of Geology, Geophysical Laboratory, Aristotle's University of Thessaloniki.

Tel.: + 30 31 0 998535, Fax: + 30 31 0 998528, email: aidona@lemnos.geo.auth.gr

3:Vargemezis George,

Department of Geology, Geophysical Laboratory, Aristotle's University of Thessaloniki.

Tel.: + 30 31 0 998534, Fax: + 30 31 0 998528, email: varge@lemnos.geo.auth.gr

σμικών σημμάτων' πραγματοποιήθηκε η κατασκευή γεωλογικού και μορφολογικού χάρτη της Ελλάδας ο οποίος και αποτέλεσε το υπόβαθρο πάνω στο οποίο στη συνέχεια είναι δυνατόν να χαρτογραφηθούν διάφορα γεωλογικά στοιχεία (π.χ. ρήγματα) ή σεισμολογικά δεδομένα (π.χ. επίκεντρα σεισμών μακροσεισμικά αποτελέσματα σεισμών).

Για την κατασκευή των εν λόγω χαρτών ακολουθήθηκαν τα παρακάτω στάδια:

- Ψηφιοποίηση των ορίων των γεωλογικών σχηματισμών από το Σεισμοτεκτονικό Χάρτη του ΙΓΜΕ κλίμακας 1:500.000.
- Συλλογή ψηφιακών δεδομένων
 1. Ακτογραμμές της Ελλάδας από την τράπεζα πληροφοριών του GMT (Geographic Mapping Tools)
 2. Ισοψείς καμπύλες στον Ελληνικό χώρο (παραχωρήθηκαν από το Τμήμα Τοπογράφων Μηχανικών Θεσσαλονίκης).
 3. Επίκεντρα και μεγέθη ιστορικών σεισμών στον Ελληνικό χώρο (Σεισμολογικός Σταθμός Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης).
- Ψηφιοποίηση δεδομένων από γεωλογικές και τεκτονικές εργασίες.

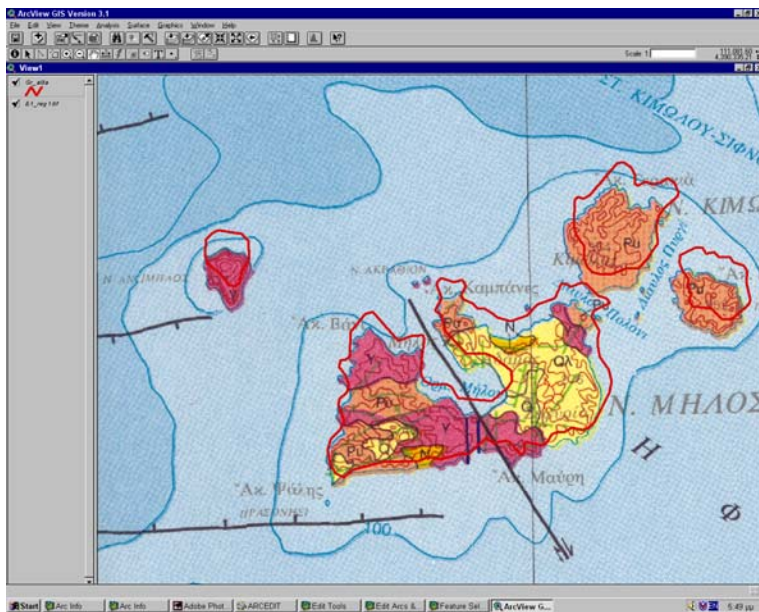
Για τη ψηφιοποίηση των στοιχείων και την κατασκευή των χαρτών χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα GIS της ESRI, ARC INFO και ARCVIEW αντίστοιχα.

Στη παρούσα εργασία περιγράφονται οι κύριες φάσεις των εργασιών που έγιναν κατά τη διάρκεια της κατασκευής των χαρτών ενώ παρουσιάζονται και κάποιοι θεματικοί χάρτες με βάση το ψηφιοποιημένο γεωλογικό και μορφολογικό χάρτη της Ελλάδας.

2. ΣΥΛΛΟΓΗ - ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.

2.1. ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

Πρωταρχικός στόχος της εργασίας ήταν η κατασκευή χαρτών όπου θα χαρτογραφούνται σεισμοτεκτονικά στοιχεία σε υπόβαθρο γεωλογικού χάρτη. Έτσι, σαν πρώτο στάδιο καθορίστηκε η ψηφιοποίηση των ορίων των γεωλογικών σχηματισμών. Η κλίμακα εργασίας που επιλέχθηκε ήταν 1:500.000 έτσι ώστε να καταγραφούν δεδομένα για όλο τον Ελληνικό χώρο με δυνατότητα γρήγορης κατασκευής χαρτών μεγαλύτερης κλίμακας για οποιαδήποτε περιοχή παρουσιάζει ενδιαφέρον.



Σχ.1. Συσχέτιση των ακτογραμμών GMT (κόκκινο περίγραμμα) με τις ψηφιοποιημένες εικόνες.

Fig.1. Correlation of GMT coastlines (red line) with digital images.

Αρχικά επιλέχθηκε ο Γεωλογικός Χάρτης της Ελλάδας, κλίμακας 1:500.000 του Ι.Γ.Μ.Ε. βάσει του οποίου θα πραγματοποιούνταν η ψηφιοποίηση όλων των γεωλογικών σχηματισμών. Βασικό στοιχείο για τη ψηφιοποίηση οποιαδήποτε χάρτη είναι η προβολή που χρησιμοποιήθηκε για τη σχεδίασή του. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε επικοινωνία με το τμήμα χαρτών του ΙΓΜΕ για να αποκομιστούν οι αναγκαίες πλη-

ροφορίες. Έτσι, προέκυψε ότι ο γεωλογικός χάρτης δεν έχει κατασκευαστεί βάσει κάποιας συγκεκριμένης προβολής, οπότε οποιαδήποτε προσπάθεια ψηφιοποίησης των στοιχείων του δεν ήταν δυνατόν να εξασφαλίσει απόλυτη ορθότητα στις συντεταγμένες των στοιχείων που προβάλλονται. Αντίθετα, έγινε γνωστό ότι ο Σεισμοτεκτονικός χάρτης του ΙΓΜΕ σε κλίμακα 1:500.000 κατασκευάστηκε βάσει της κωνικής προβολής Lambert. Έτσι, επιλέχθηκε ο χάρτης αυτός αφού από τη μια έχει γεωλογικό υπόβαθρο και από την άλλη δίνεται η δυνατότητα μετατροπής των γεωγραφικών συντεταγμένων (φ και λ) σε καρτεσιανές (σε μέτρα).

Ο γεωλογικός χάρτης σαρώθηκε σε τμήματα μεγέθους φύλλου A3 και δημιουργήθηκαν 31 έγχρωμες εικόνες (*.tif) σε ανάλυση 300dpi.

Τα σταυρονήματα του χάρτη μας δίνουν τα σημεία με γνωστές γεωγραφικές συντεταγμένες, οι οποίες μετασχηματίστηκαν σε καρτεσιανές. Η μετατροπή έγινε με τη χρήση της εντολής PROJECT του ARCINFO (Έκδοση 3.1).

Στο επόμενο στάδιο έγινε μετατροπή των συντεταγμένων οθόνης κάθε εικόνας στις αντίστοιχες καρτεσιανές συντεταγμένες του χάρτη έτσι ώστε να μπορεί να γίνει η ψηφιοποίηση των στοιχείων. Για τη μετατροπή αυτή χρησιμοποιήθηκε η εντολή REGISTER του ARCINFO.

Πριν από την έναρξη της διαδικασίας της ψηφιοποίησης έγινε συσχέτιση των ακτογραμμών των εικόνων με τις ακτογραμμές όπως δίνονται από το GMT, οι οποίες θεωρούνται απολύτου ακριβείας. Ο έλεγχος έγινε επί της οθόνης όπου εμφανίστηκαν ταυτόχρονα οι εικόνες και οι ακτογραμμές του GMT οι οποίες μετασχηματίστηκαν επίσης σε καρτεσιανές συντεταγμένες. Παράδειγμα της συσχέτισης αυτής παρουσιάζεται στο σχήμα 1.

Διαπιστώθηκε ότι και πάλι υπήρχε πρόβλημα ταύτισης των γραμμών που οφείλεται σε σφάλματα σχεδίασης του χάρτη αφού οι γραμμές του GMT προκύπτουν από στοιχεία υψηλής ακρίβειας.

Για τον εντοπισμό του προβλήματος που παρουσιάζει ο σεισμοτεκτονικός χάρτης του ΙΓΜΕ, έγινε σύγκριση του τοπογραφικού υπόβαθρου του χάρτη με τον τοπογραφικό χάρτη της ΓΥΣ στην κλίμακα 1:500.000. Έτσι, ο σεισμοτεκτονικός χάρτης φωτοτυπήθηκε σε διαφανές χαρτί και τοποθετήθηκε στον τοπογραφικό χάρτη με στόχο να συγκριθούν τα σταυρονήματα που αποτελούν και τα σημεία στα οποία βασίζεται και η μετατροπή των συντεταγμένων.



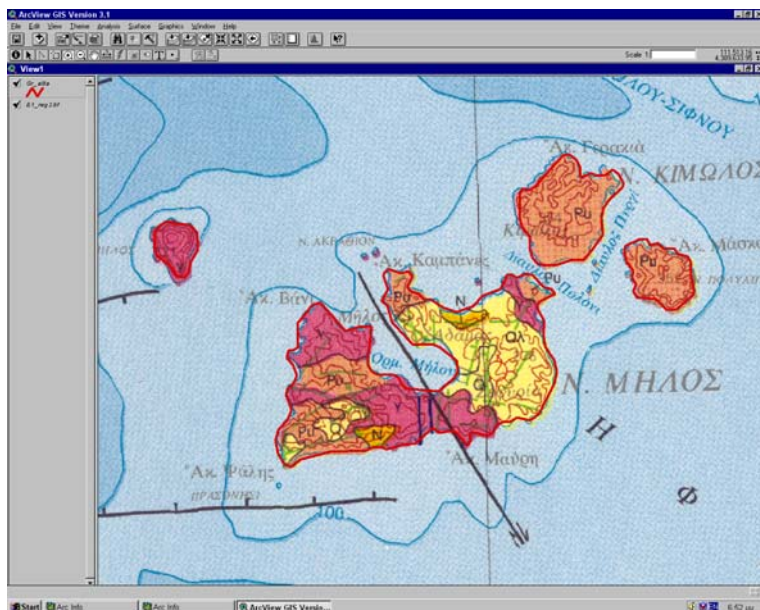
Όπως φαίνεται και στο παράδειγμα του σχήματος 2, παρατηρήθηκε σημαντικό σφάλμα που σε μερικές περιπτώσεις φτάνει ακόμα και τα 3 χιλιόμετρα. Για να γίνει η διόρθωση, στη διαδικασία της καταχώρησης (REGISTER) όπου δίνονται στην εικόνα οι νέες συντεταγμένες σε πάνω από τέσσερα σημεία στις εικόνες δεν χρησιμοποιήθηκαν τα σταυρονήματα του σεισμοτεκτονικού χάρτη αλλά τα σταυρονήματα του αντίστοιχου τοπογραφικού.

Όπως φαίνεται και στο παράδειγμα του σχήματος 2, παρατηρήθηκε σημαντικό σφάλμα που σε μερικές περιπτώσεις φτάνει ακόμα και τα 3 χιλιόμετρα. Για να γίνει η διόρθωση, στη διαδικασία της καταχώρησης (REGISTER) όπου δίνονται στην εικόνα οι νέες συντεταγμένες σε πάνω από τέσσερα σημεία στις εικόνες δεν χρησιμοποιήθηκαν τα σταυρονήματα του σεισμοτεκτονικού χάρτη αλλά τα σταυρονήματα του αντίστοιχου τοπογραφικού.

Σχ.2. Διόρθωση των εικόνων με βάση το τοπογραφικό υπόβαθρο (κόκκινη διακεκομμένη γραμμή).

Fig.2. Correction of images according to topographic basement (red dash line).

Μετά και τη διαδικασία του νέου REGISTER έγινε και πάλι συσχέτιση των ακτογραμμών με τις ακτογραμμές του GMT. Διαπιστώθηκε ότι παρ' ότι οι ακτογραμμές των εικόνων παρουσίασαν μικρότερα σφάλματα σε σχέση με την προηγούμενη προσπάθεια, και πάλι δεν ήταν δυνατόν να ταυτιστούν με τις σωστές ακτογραμμές. Δεδομένου ότι τα σφάλματα ήταν διαφορετικά σε διάφορα σημεία του χάρτη και με σημαντική διακύμανση, η πιο πιθανή αιτία για την εκ νέου εμφάνιση του προβλήματος πιστεύεται ότι είναι οι παραμορφώσεις του χάρτη κατά τη φάση της σχεδίασης. Για την ακόμα μεγαλύτερη βελτίωση του χάρτη εφαρμόστηκε ακόμα μια φορά η διαδικασία του REGISTER. Αυτή τη φορά η καταγραφή έγινε με άμεση συσχέτιση διακριτών σημείων των δύο χαρτών.



Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η αντιμετώπιση παραμορφώσεων διαφορετικών σε διάφορες διευθύνσεις. Το αποτέλεσμα μετά τη διαδικασία αυτή ήταν ή όσο το δυνατόν καλύτερη προσέγγιση των ακτογραμμών έτσι ώστε το σφάλμα στην κλίμακα 1:500.000 να μη ξεπερνά τα 300 μέτρα (σχήμα 3).

Σχ.3. Συσχέτιση των ακτογραμμών GMT με τις εικόνες tif μετά την δεύτερη εφαρμογή της διαδικασίας register.

Fig.3. Correlation of GMT coastlines with tif pictures after the second register.

Τελευταίο στάδιο στη φάση αυτή ήταν η ψηφιοποίηση των ορίων των γεωλογικών σχηματισμών από τις εικόνες του γεωλογικού χάρτη.

Η αρχική ψηφιοποίηση των ορίων που έγινε σε περιβάλλον ARCTOOLS είχε τη μορφή των γραμμών (arcs). Αφού ψηφιοποιήθηκαν όλες οι γραμμές έγινε η διαδικασία της δόμησης της τοπολογίας των γραμμικών και πολυγωνικών χαρακτηριστικών. Αμέσως μετά την εισαγωγή των δεδομένων έγινε η διαδικασία της διόρθωσης των γεωμετρικών λαθών, δημιουργίας διασταυρώσεων εκεί όπου τέμνονται οι γραμμές και τοποθέτησης κόμβων σε κάθε διασταύρωση. Τέλος ακολουθεί η διαδικασία όπου κτίστηκε τοπολογία για τα πολύγωνα που αποτελούν και τα όρια των γεωλογικών σχηματισμών. Η τοπολογία βασίζεται στις διασταυρώσεις που χαρακτηρίστηκαν στην προηγούμενη διαδικασία και στη φάση αυτή δημιουργείται ο πίνακας που περιέχει τα χαρακτηριστικά στοιχεία του βασικού αρχείου.

Τελικό στάδιο στη φάση της ψηφιοποίησης και πριν από τη φάση της κατασκευής των χαρτών, ήταν η δήλωση της ταυτότητας κάθε πολύγωνου με βάση το γεωλογικό σχηματισμό. Έτσι, οι γεωλογικοί σχηματισμοί που παρουσιάζονται στο σεισμοτεκτονικό χάρτη και περιγράφονται στο υπόμνημα αριθμήθηκαν και ο αριθμός κάθε σχηματισμού αποτέλεσε τον κωδικό αριθμό που προστέθηκε στον πίνακα που περιέχει τις πληροφορίες των πολυγώνων σαν δηλωτικός κωδικός του γεωλογικού σχηματισμού.

2.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.

Για την τρισδιάστατη απεικόνιση της μορφολογίας στον Ελληνικό χώρο χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακά δεδομένα που παραχωρήθηκαν από το Πολυτεχνείο Θεσσαλονίκης. Τα δεδομένα αυτά αναφέρονται σε ισούψείς καμπύλες ανά 100 μέτρα. Τα δεδομένα ήταν σε ASCII αρχεία υπό μορφή ομάδων σημείων που βρίσκονται σε κλειστές γραμμές του ίδιου υψομέτρου.

Εφαρμόστηκε η διαδικασία TOPOGRIDTOOL με την οποία από ASCII δεδομένα κατασκευάζουμε το αρχείο πλέγματος (grid) που χρησιμοποιείται από το πακέτο ARCVIEW για την κατασκευή των μορφολογικών χαρτών.

2.3. ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

Με δεδομένο ότι στον Σεισμοτεκτονικό χάρτη παρουσιάζονται μεν τα ρήγματα αλλά δεν δίνονται τα χαρακτηριστικά τους που μπορούν να επιτρέψουν και πιθανές επεξεργασίες για την παραπέρα συσχέτιση τους με της σεισμικότητα μιας περιοχής, αποφασίστηκε να συλλεχθούν και να αξιολογηθούν όλες οι διαθέσιμες γεωλογικές-τεκτονικές εργασίες στον Ελληνικό χώρο. Από τις εργασίες που συλλέχθηκαν έγινε προσπάθεια ψηφιοποίησης των τεκτονικών στοιχείων που παρουσιάζονται στα σχήματα και στους χάρτες με στόχο να χρησιμοποιηθούν μαζί με άλλα στοιχεία στον γεωλογικό χάρτη. Η προσπάθεια αυτή ξεκίνησε από την περιοχή Θεσσαλονίκης-Λαγκαδά όπως αυτή ορίζεται από τον Νεοτεκτονικό χάρτη κλίμακας 1:100.000 που κατασκευάστηκε

το 1996. Έτσι, για την περιοχή αυτή ψηφιοποιήθηκαν τα ρήγματα όπως παρουσιάζονται στον νεοτεκτονικό χάρτη.

Ψηφιοποιήθηκαν επίσης οι ρηξιγενείς δομές από την εργασία του Mercier (1983) και συσχετίστηκαν σε κοινό γεωλογικό υπόβαθρο με τα ρήγματα των νεοτεκτονικών χαρτών.

3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ.

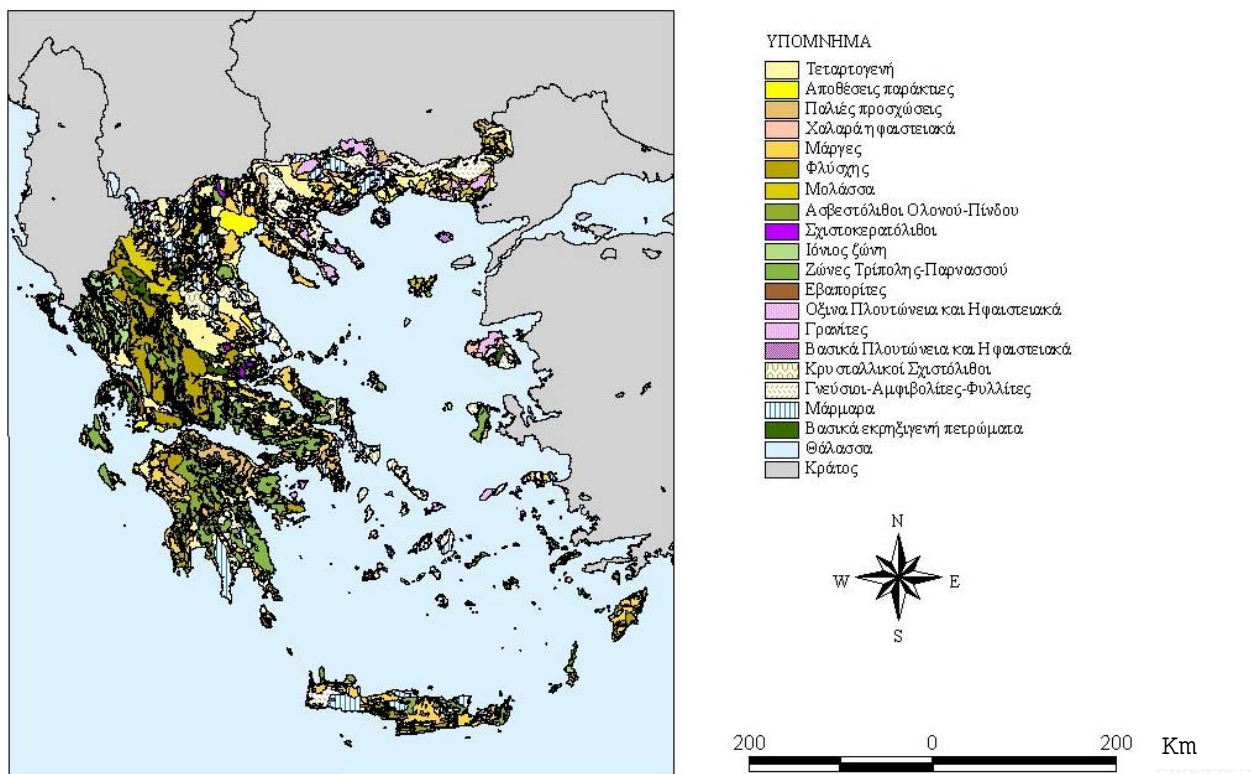
Τα ψηφιοποιημένα δεδομένα που κατασκευάστηκαν με τις διαδικασίες που περιγράφηκαν προηγούμενα, χρησιμοποιήθηκαν σαν δεδομένα εισόδου στο ARCVIEW για την κατασκευή των θεματικών χαρτών.

Κατασκευάστηκαν οι παρακάτω θεματικοί χάρτες.

3.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΚΛΙΜΑΚΑΣ 1:500.000

Η κατασκευή της τράπεζας δεδομένων όπου οι γεωλογικοί σχηματισμοί αντιστοιχούν σε πολύγωνα με κωδικοποιημένη ταυτότητα επιτρέπει την παρουσίαση του γεωλογικού χάρτη ή ολόκληρης της Ελλάδας ή οποιουδήποτε τμήματός της κριθεί απαραίτητο και σε οποιαδήποτε κλίμακα. Η διαδικασία στη φάση αυτή είναι ταχύτερη αφού αρκεί μία απλή μεγέθυνση του χάρτη για να κατασκευαστεί αυτόματα ο χάρτης στην επιθυμητή κλίμακα.

Στο σχήμα 4 παρουσιάζεται ο χάρτης ολόκληρου του Ελληνικού χώρου σύμφωνα με το υπόμνημα του σεισμοτεκτονικού χάρτη (από ΙΓΜΕ, 1989).



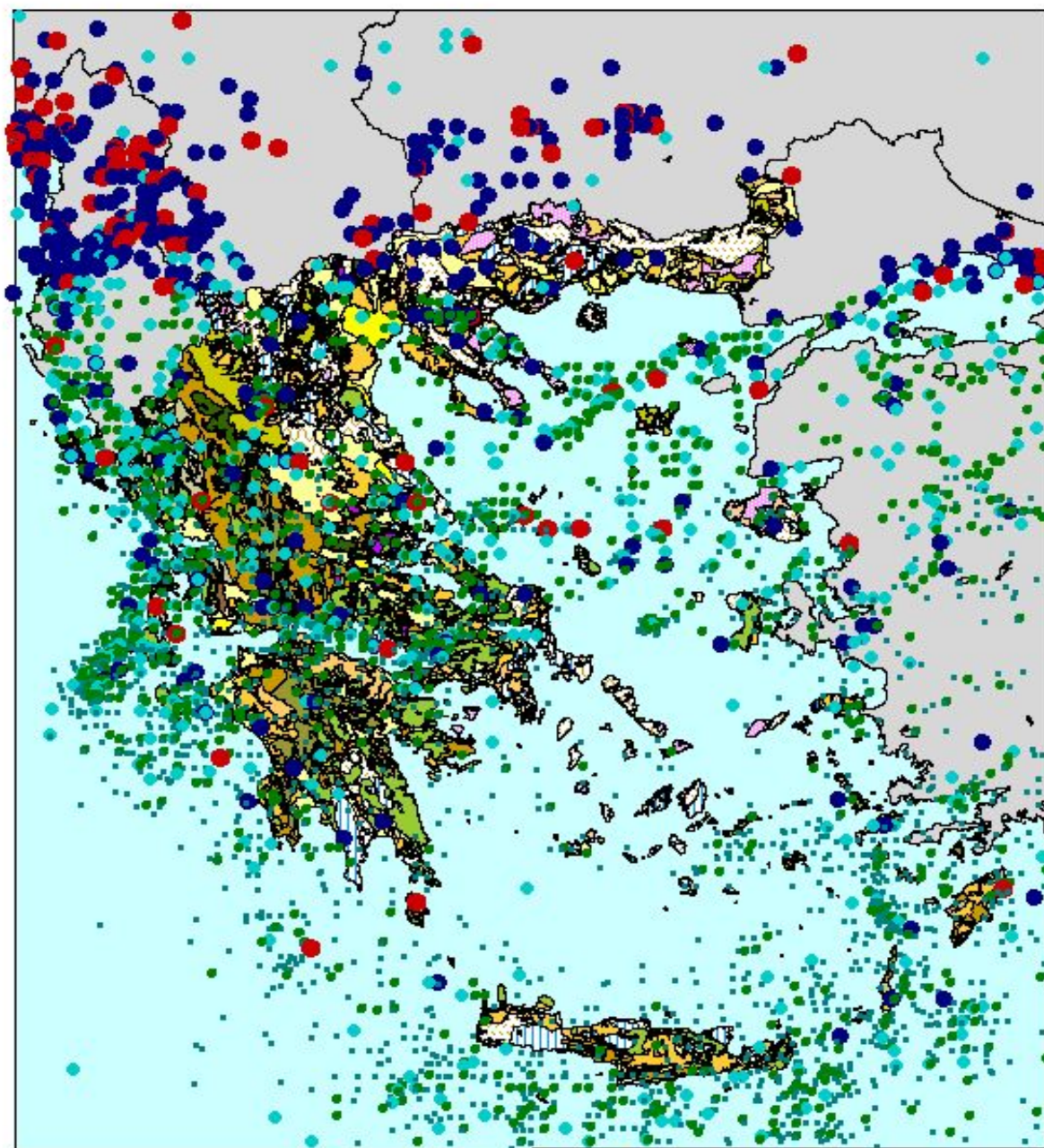
Σχ.4. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, κλίμακας 1:500.000 (από ΙΓΜΕ, 1989).

Fig.4. Geological map of Greece, in scale 1:500.000 (from IGME, 1989).

3.2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΚΛΙΜΑΚΑΣ 1:500.000 ΜΕ ΕΠΙΚΕΝΤΡΑ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ.

Στον χάρτη μπορούν να προβληθούν οποιαδήποτε στοιχεία είναι ψηφιοποιημένα σε οποιαδήποτε μορφή. Στην περίπτωση αυτή (σχ. 5) χαρτογραφούνται τα επίκεντρα των σεισμών σε κλίμακα χρωμάτων και μεγέθους ανάλογη με το μέγεθος του σεισμού.

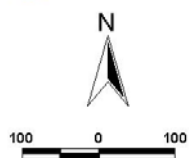
Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από τα δελτία του Σεισμολογικού Σταθμού του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του Α.Π.Θ.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Κλίμακα μεγεθών

- 4.5 - 4.8
- 4.8 - 5.3
- 5.3 - 6
- 6 - 6.8
- 6.8 - 8.3



Km

- Τεταρτογενή
- Αποθέσεις παράκτιες
- Παλιές προσχώσεις
- Χαλαρά ηφαιστειακά
- Μάρμες
- Φλώγης
- Μολάσσα
- Ασβεστόλιθοι Ολονού-Πίνδου
- Σχιστοκερατόλιθοι
- Ιόνιος ζώνη
- Ζώνες Τρίπολης-Παρνασσού
- Εβαπορίτες
- Οξίνα Πλοτύωνα και Ηφαιστειακά
- Γρανίτες
- Βασικά Πλουτώνεια και Ηφαιστειακά
- Κρυσταλλικοί Σχιστόλιθοι
- Γενεστοί-Αμφιβολίτες-Φυλλίτες
- Μάρμαρα
- Βασικά εκρηξίγενή πετρώματα

Σχ.5. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας με επίκεντρα ιστορικών σεισμών.
 Fig.5. Geological map of Greece with epicenter of historical earthquakes.

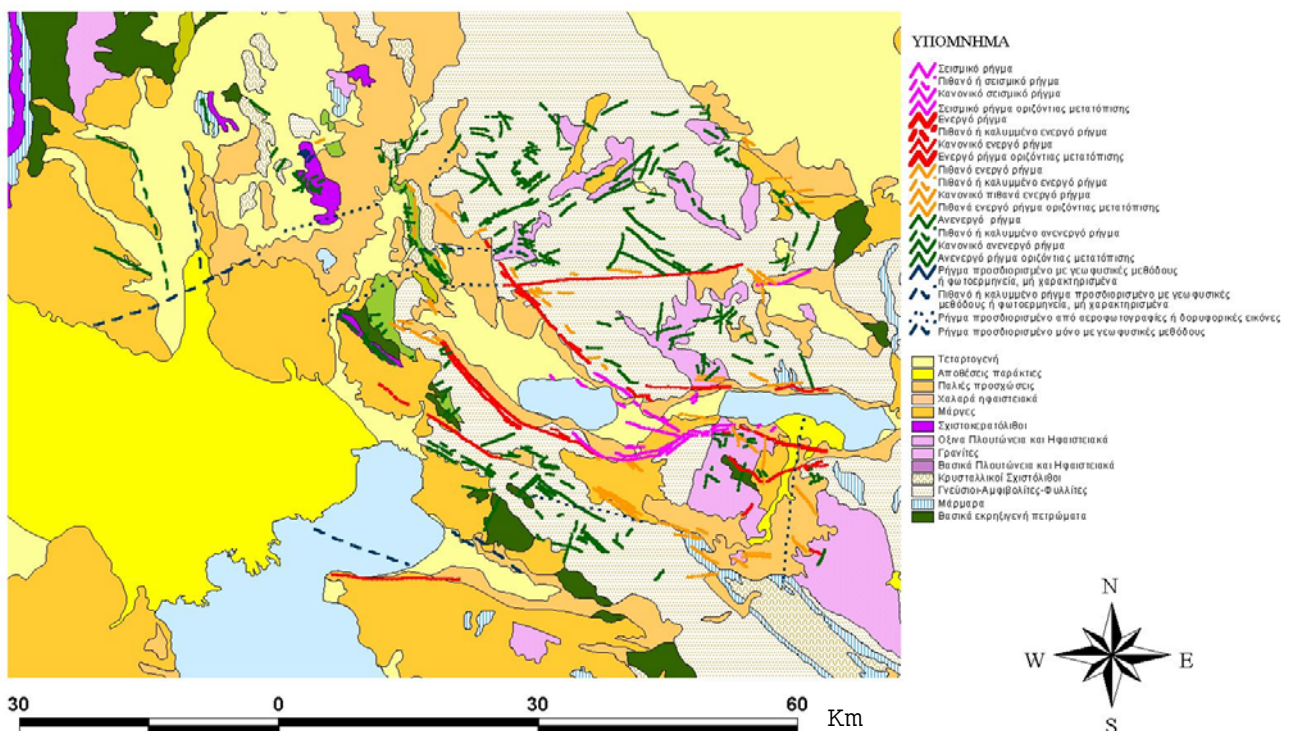
3.4 ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΚΛΙΜΑΚΑΣ 1:100.000, ΦΥΛΛΑ ΛΑΓΚΑΔΑ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ.

Τα φύλλα Λαγκαδά και Θεσσαλονίκης του Νεοτεκτονικού Χάρτη Ελλάδας (Έκδοση ΟΑΣΠ-ΕΚΠΠΣ, 1996) χρησιμοποιήθηκαν ως υπόβαθρο για τη ψηφιοποίηση των ενεργών και σεισμικών ρηγμάτων στην περιοχή.

Τα ρήγματα τοποθετήθηκαν μέσω του ARCVIEW στον ίδιο χάρτη με τη γεωλογία που ψηφιοποιήθηκε από το σεισμοτεκτονικό χάρτη. Το συνολικό αποτέλεσμα παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα (σχ. 6).

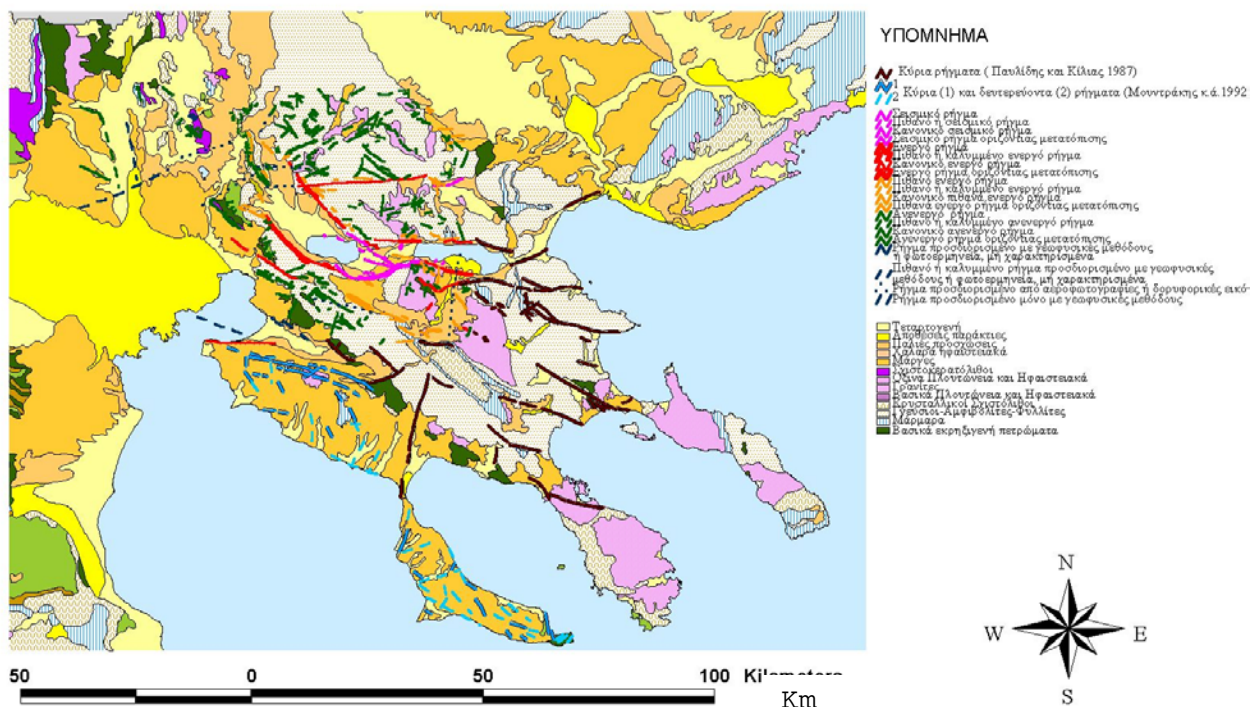
Στην εργασία του ο Mercier (1983) παρουσιάζει τα ενεργά ρήγματα στην περιοχή της Μυγδονίας Λεκάνης. Τα ρήγματα αυτά ψηφιοποιήθηκαν και σχεδιάστηκαν. Στοιχεία για την ευρύτερη περιοχή της Σερβομακεδονικής ζώνης δίνονται και στην εργασία των Pavlidis and Kiliás (1987). Όλα τα κύρια και πιθανά ρήγματα της περιοχής αυτής ψηφιοποιήθηκαν με βάση αυτή την εργασία. Τέλος ψηφιοποιήθηκαν τα ρήγματα της Δ. Χαλκιδικής σύμφωνα με την εργασία του Μουντράκη και των συνεργατών του (1992). Σημειώνεται ότι στοιχεία που προέρχονται από χάρτες ή σχήματα εργασιών, ιδίως όταν οι εργασίες είναι σχετικά παλιές όπου δεν υπήρχαν τα σύγχρονα μέσα σχεδίασης χαρτών, αντιμετωπίζουν προβλήματα ακρίβειας αφού τόσο τα τοπογραφικά-μορφολογικά στοιχεία όσο και οι γεωλογικές-τεκτονικές πληροφορίες σχεδιάζονταν προσεγγιστικά.

Τέλος στο σχήμα 7 παρουσιάζεται ο ενοποιημένος γεωλογικός - τεκτονικός χάρτης για την ευρύτερη περιοχή της Σερβομακεδονικής ζώνης όπως προκύπτει από τη σύνθεση του νεοτεκτονικού χάρτη και των εργασιών που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Σχ.6. Νεοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας, κλίμακας 1:100.000, φύλλα Λαγκαδά - Θεσσαλονίκης (από ΟΑΣΠ, 1996).

Fig.6. Neotectonic map of Greece, range 1:100.000, Lagada-Thessaloniki (from OASP, 1996).



Σχ.7. Ενοποιημένος γεωλογικός – τεκτονικός χάρτης για την ευρύτερη περιοχή της Σερβομακεδονικής Ζώνης (από ΟΑΣΠ, 1996; Mercier, 1983; Μουντράκης, 1992; Pavlidis and Kiliyas, 1987).

Fig.7. Synthetic geological – tectonic map for the broader area of Serbomacedonian zone (from OASP, 1996; Mercier, 1983; Mountrakis, 1992; Pavlidis and Kiliyas, 1987).

4. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Η εργασία αυτή αποτελεί το πρώτο βήμα για τη δημιουργία μίας ψηφιακής βάσης γεωλογικών δεδομένων η οποία στο μέλλον μπορεί να αξιοποιηθεί στη σεισμολογική και γεωφυσική έρευνα. Έτσι, ο συσχετισμός σεισμολογικών στοιχείων (μεγέθη σεισμών, ισόσειστες καμπύλες) με τη βάση αυτή μπορεί να οδηγήσει στην άμεση εξαγωγή συμπερασμάτων και στη λήψη αποφάσεων σε ότι αφορά το σεισμικό κίνδυνο σε περιοδούς έντονης σεισμικής έξαρσης. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα συσχετισμού γεωφυσικών δεδομένων (βαρυτικές, μαγνητικές, σεισμικές ανωμαλίες) με τη γεωλογική δομή μιας περιοχής παρέχοντας έτσι σημαντικές πληροφορίες για την κατανομή των στοιχείων αυτών στο χώρο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ΙΓΜΕ, 1989. Σεισμοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας, Κλίμακα 1:500.000
- [2] Mercier, J.L., Carey, E., Philip, H.R., Mouyaris, N., Simeakis, K., Roundouanni, T. and Anghelidhis, C. 1983. Structural analysis of recent and active faults and regional state of stress in the epicentral area of the 1978 Thessaloniki earthquakes (northern Greece). *Tectonics*, Vol. 2, No. 6, p. 577-600.
- [3] Μουντράκης, Δ., Συρίδης, Γ., Πολυμενάκος, Α. και Παυλίδης, Σ. 1992. Η Νεοτεκτονική δομή του Ανατολικού περιθωρίου του βυθίσματος Αξιού-Θερμαϊκού στην περιοχή Δυτικής Χαλκιδικής (Κ. Μακεδονία). *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.* Τομ. XXVIII/1 σελ. 379-395.
- [4] ΟΑΣΠ, Ευρωπαϊκό Κέντρο Πρόληψης και Πρόγνωσης Σεισμών, 1996. Νεοτεκτονικός Χάρτης της Ελλάδας, Φύλλα Λαγκαδά, Θεσσαλονίκης, Κλίμακα 1:100.000.
- [5] Pavlidis, S.B. and Kiliyas, A.A. 1987. Neotectonic and active faults along the Servomacedonian zone (SE Chalkidiki, northern Greece). *Annales Tectonicae*, Vol. I, n. 2, 9-104.
- [6] Wessel, P. and W.H.F. Smith, 1991. Free software helps map and display data, *Eos*, *Trans. Am. Geophys. Un.*, 72, 441, 445-446.