

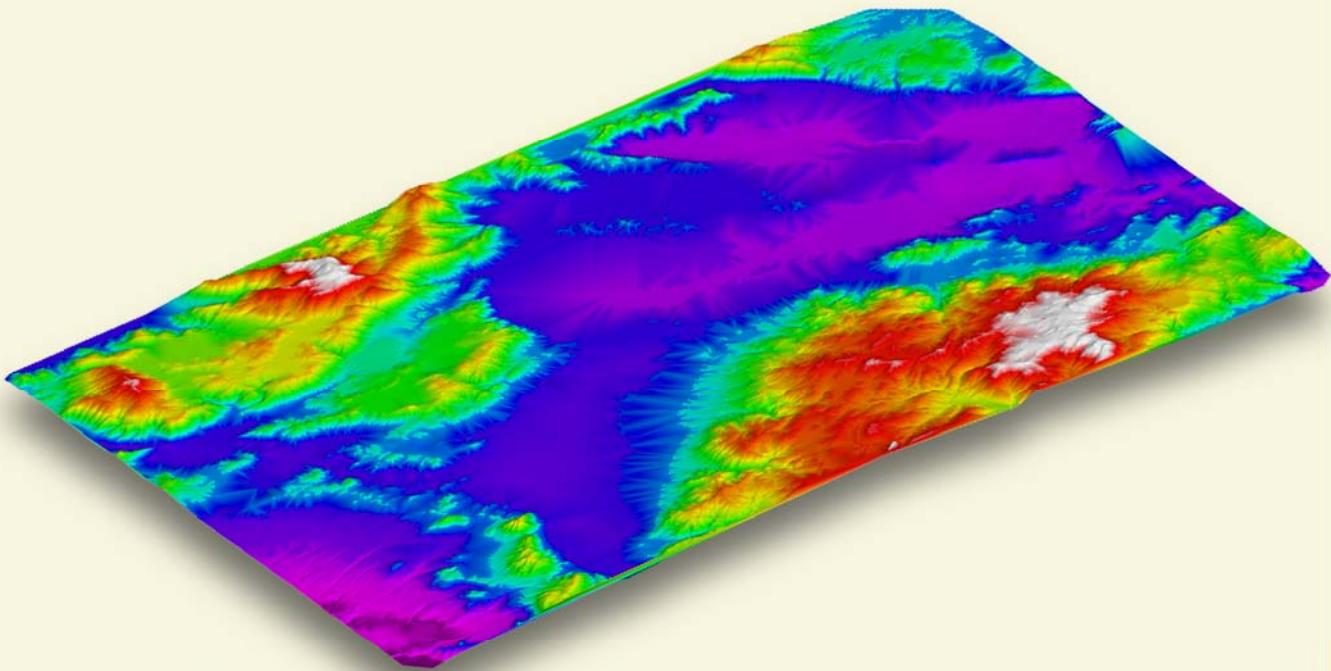


ΤΕΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΧΑΡΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΟΖΑΝΗΣ



Σπουδαστής: Αργύρης Γεώργιος
Εισηγητής: Καπαγερίδης Ιωάννης

ΚΟΖΑΝΗ 2007 - 2008

Η εργασία είναι αφιερωμένη στους γονείς μου Στυλιανό και Παναγιώτα και στην αδελφή μου Χριστίνα για την στήριξη τους, τόσο οικονομική όσο και ψυχολογική μέχρι την απόκτηση του πτυχίου μου. Επίσης ευχαριστώ θερμά τον κ. Καπαγερίδη Ιωάννη για την βοήθεια του στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας και για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσε ως καθηγητής της σχολής.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1. ΣΑΡΩΣΗ	8
1.1 ΧΑΡΤΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ	8
1.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	13
1.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	15
1.4 ΤΥΠΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ ΕΙΚΟΝΑΣ	16
2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ.....	17
2.1 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΟ	17
2.2 ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΟΥ.....	18
2.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΒΙΤΟΝΑΛ	18
2.4 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	19
3. ΓΕΩΑΝΑΦΟΡΑ ΕΙΚΟΝΑΣ.....	19
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΟ – ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΚΑ.....	19
3.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ	21
3.3 ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ ΜΕ RUBBERSHEET	22
4. ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΙΣΟΨΩΝ.....	29
4.1 ΡΥΘΜΙΣΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΣΕ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ.....	29
4.2 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ ΣΕ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟ (RASTER TO VECTOR)	31
5. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ	44
5.1 ΑΡΧΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΟΥ	44

5.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΧΑΡΤΗ.....	48
5.3 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΟΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΗΑΤΤ ΣΕ ΕΓΣΑ.....	52
5.4 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΤΡΙΓΩΝΙΣΜΟ	60
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	73
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	74
ΒΙΒΛΙΟΓΡΦΙΑ	77

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας σχεδόν όλα γίνονται με την βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών (Η/Υ). Είναι λοιπόν επιτακτική η ανάγκη της μετατροπής των πληροφοριών που υπάρχουν σε έντυπη μορφή σε μια μορφή αναγνωρίσιμη από τους Η/Υ, ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία τους με αυτούς. Η μετατροπή αυτή ονομάζεται ψηφιοποίηση. Η ψηφιοποίηση των δεδομένων μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους ανάλογα με τον τύπο τους. Στην περίπτωση μας που τα δεδομένα είναι τοπογραφικοί χάρτες, η ψηφιοποίηση γίνεται με σάρωση των χαρτών και επεξεργασία τους με το κατάλληλο λογισμικό Η/Υ.

Στο κείμενο που ακολουθεί θα αναλύσουμε την διαδικασία ψηφιοποίησης τοπογραφικών χαρτών και την κατασκευή του ψηφιακού μοντέλου εδάφους της ευρύτερης περιοχής Κοζάνης. Απαραίτητη είναι η χρήση Η/Υ και ενός σαρωτή – scanner καθώς και του λογισμικού επεξεργασίας ψηφιακών εικόνων Adobe Photoshop, του λογισμικού μετατροπής ψηφιδωτού σε διανυσματικό Autodesk Raster Design και του πακέτου τρισδιάστατης μοντελοποίησης Vulcan.

Ειδικότερα στο πρώτο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για την διαδικασία της σάρωσης, για τον εξοπλισμό που χρειαστήκαμε, για τους χάρτες που χρησιμοποιηθήκαν, την επιλογή των παραμέτρων σάρωσης, όπως η επιλογή της ανάλυσης και τον τύπο αρχείου που θα αποθηκευτεί η σαρωμένη εικόνα-χάρτης.

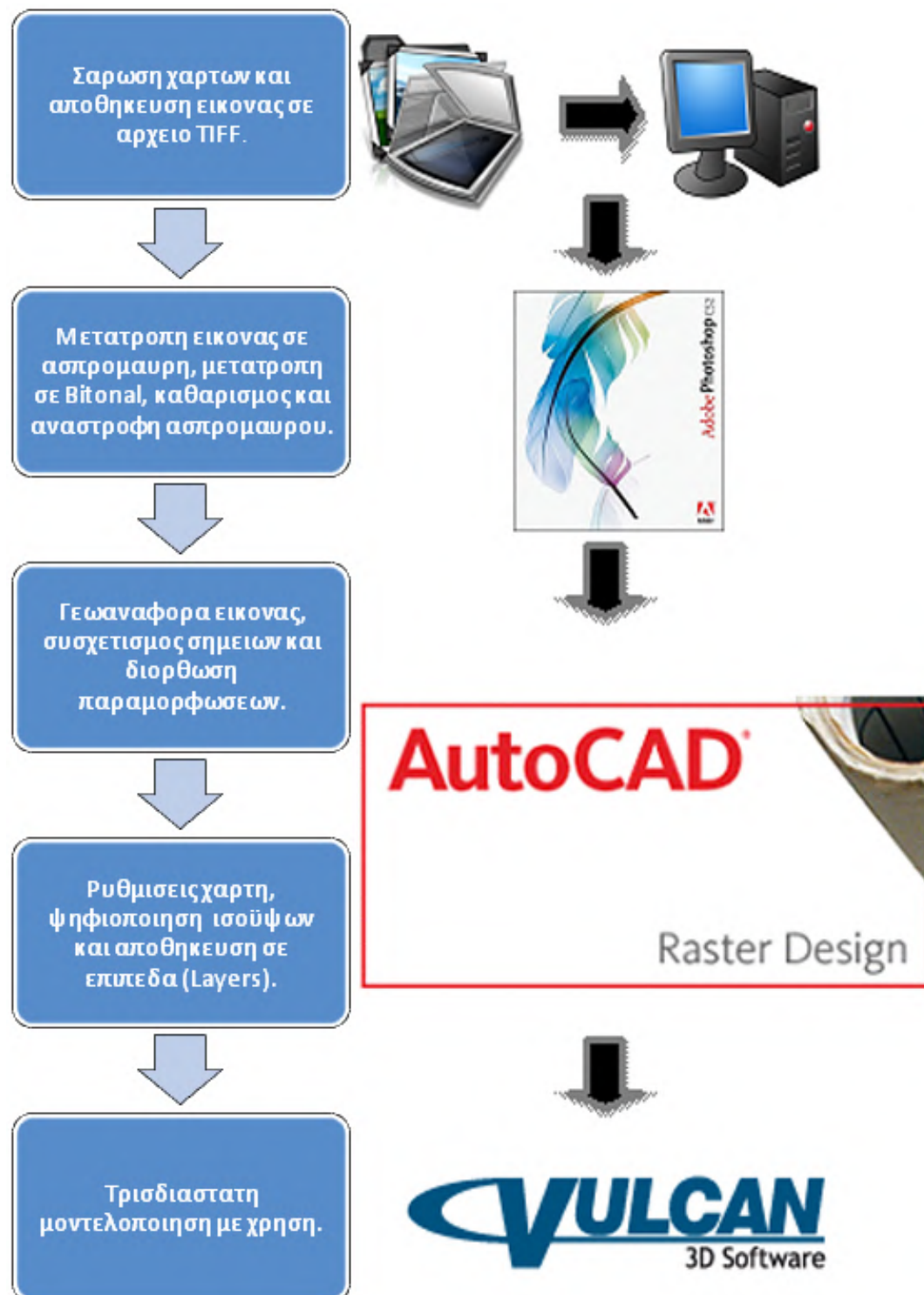
Στο δεύτερο κεφαλαίο θα εξηγήσουμε την επεξεργασία της εικόνας που είναι η μετατροπή της σε ασπρόμαυρη, η μετατροπή της σε bitonal (διτονική), ο καθαρισμός της από το θόρυβο ή από την κακή εκτύπωση ή ακόμα και την κακή ποιότητα της σάρωσης και τέλος την αναστροφή ασπρόμαυρου.

Το τρίτο κεφάλαιο αφορά τη γεωαναφορά εικόνας όπου θα γίνει η εισαγωγή της στο σχέδιο και θα της δώσουμε θέση και κλίμακα, στη συνέχεια θα γίνει ο συσχετισμός σημείων και τέλος θα γίνει διόρθωση των παραμορφώσεων της εικόνας.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στην ψηφιοποίηση των ισοϋψών. Αρχικά θα δούμε τις ρυθμίσεις του χάρτη, στη συνέχεια την διαδικασία μετατροπής του ψηφιδωτού σε διανυσματικό και την αποθήκευση σε επίπεδα (layers).

Στο πέμπτο κεφάλαιο θα γίνει η τρισδιάστατη μοντελοποίηση. Τα βήματα που θα ακολουθηθούν είναι οι αρχικές ρυθμίσεις του σχεδίου, η εισαγωγή και ο συνδυασμός των πολλαπλών φύλλων των χαρτών, ο μετασχηματισμός του προβολικού συστήματος από HATT σε ΕΓΣΑ και η μοντελοποίηση με τριγωνισμό.

Τέλος στο έκτο κεφάλαιο θα εξάγουμε τα συμπεράσματα μας από όλη αυτή την διαδικασία.



Εικόνα 1 Διάγραμμα ροής εργασιών για την ψηφιοποίηση χαρτών και την κατασκευή ψηφιακού μοντέλου εδάφους.

1. ΣΑΡΩΣΗ

1.1 ΧΑΡΤΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Τα χαρτογραφικά δεδομένα προέρχονται από χάρτες τυπωμένους σε χαρτί οι οποίοι είναι διαφόρων διαστάσεων και κλίμακας. Η επιλογή του χάρτη που θα χρησιμοποιηθεί γίνεται με κριτήριο την επιθυμητή ανάλυση, την ισοδιάσταση, την κλίμακα και την έκταση της περιοχής που μας ενδιαφέρει.

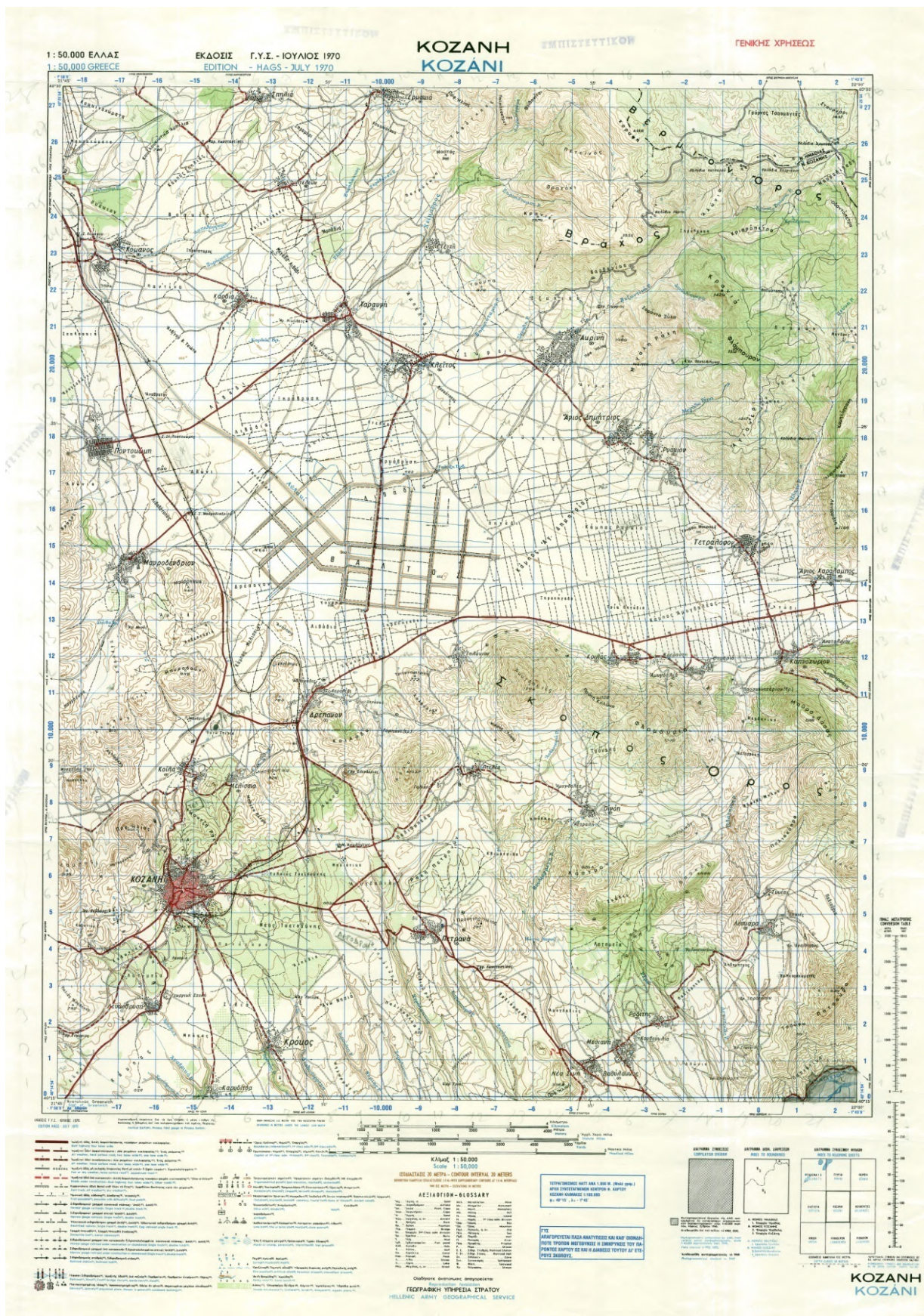
Στην περίπτωση μας χρησιμοποιήσαμε τέσσερις τοπογραφικούς χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ) κλίμακας 1:50.000 με ισοδιάσταση 20m και διαστάσεων 70X100cm ο καθένας. Οι χάρτες αντιστοιχούν στις περιοχές τις Κοζάνης, των Πύργων, της Πτολεμαΐδας και της Σιάτιστας όπως φαίνεται στις εικόνες 1.1 – 1.4 και με τη διάταξη που φαίνεται στην εικόνα 1.5. Οι τρεις από τους τέσσερις χάρτες εκδόθηκαν τον Ιούλιο του 1970 ενώ ο τέταρτος ο οποίος είναι αυτός τις Σιάτιστας εκδόθηκε τον Ιούλιο του 1969.

Οι χάρτες που παρέχονται από τη Γ.Υ.Σ είναι σε κλίμακες 1:20.000, 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000, 1:1.000, 1:500, 1:200.

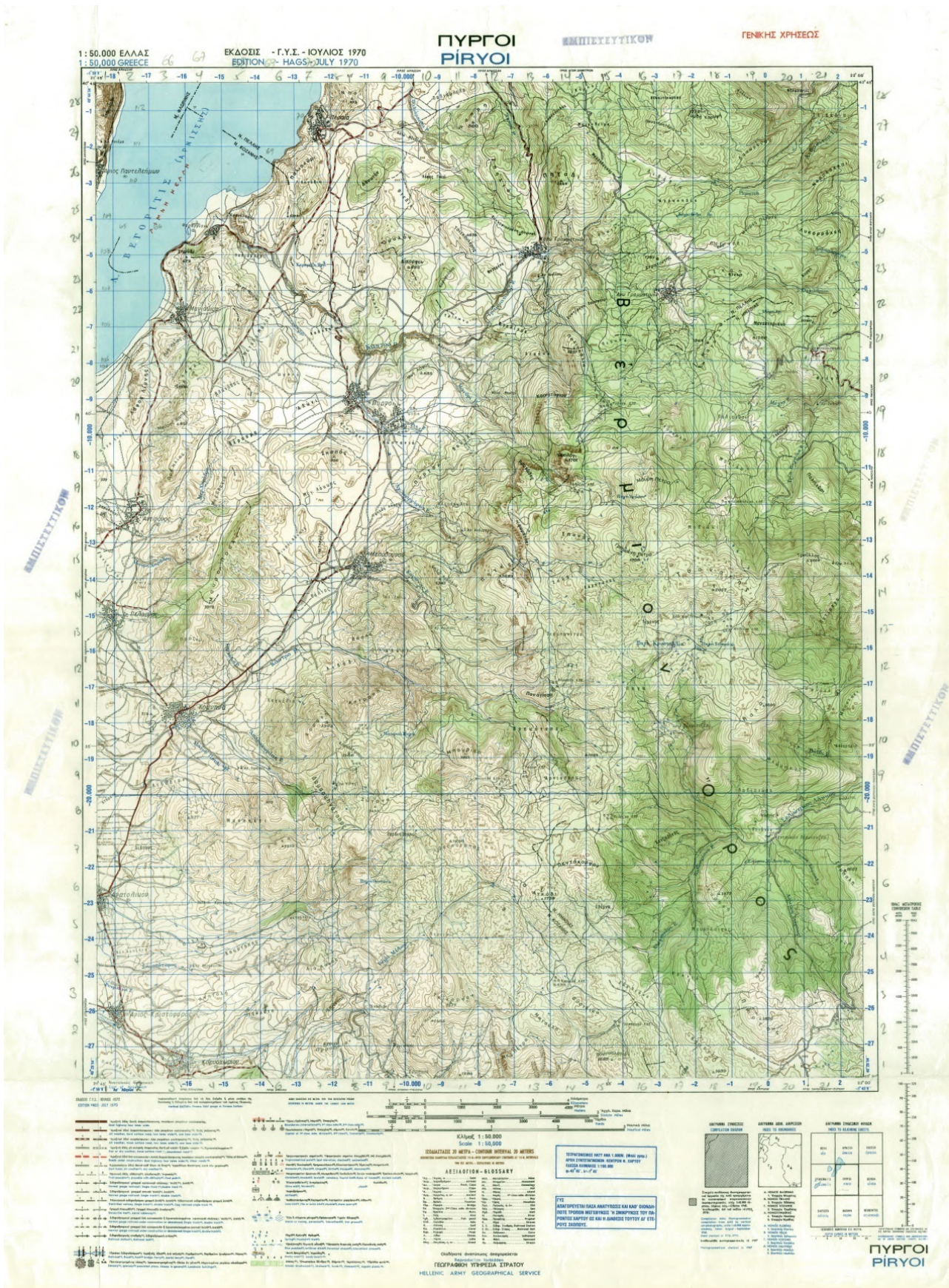
Εξ αυτών το 60% έγινε με φωτογραμμετρικές μεθόδους και το 40% έγινε με επίγειες μεθόδους. Κατά την σύνταξη των πιο πάνω χρησιμοποιήθηκαν τρία προβολικά συστήματα:

- α) Περίοδος 1922-1973: Ισαπέχουσα πλάγια αζιμουθιακή προβολή (HATT) με διαστάσεις πινακίδων 70X100.
- β) Περίοδος 1973 έως 1990: Εγκάρσια μερκατορική προβολή των 3° με διαστάσεις πινακίδων 50X70.
- γ) Περίοδος 1990 έως σήμερα: ΕΓΣΑ '87 με διαστάσεις πινακίδων 80X60.

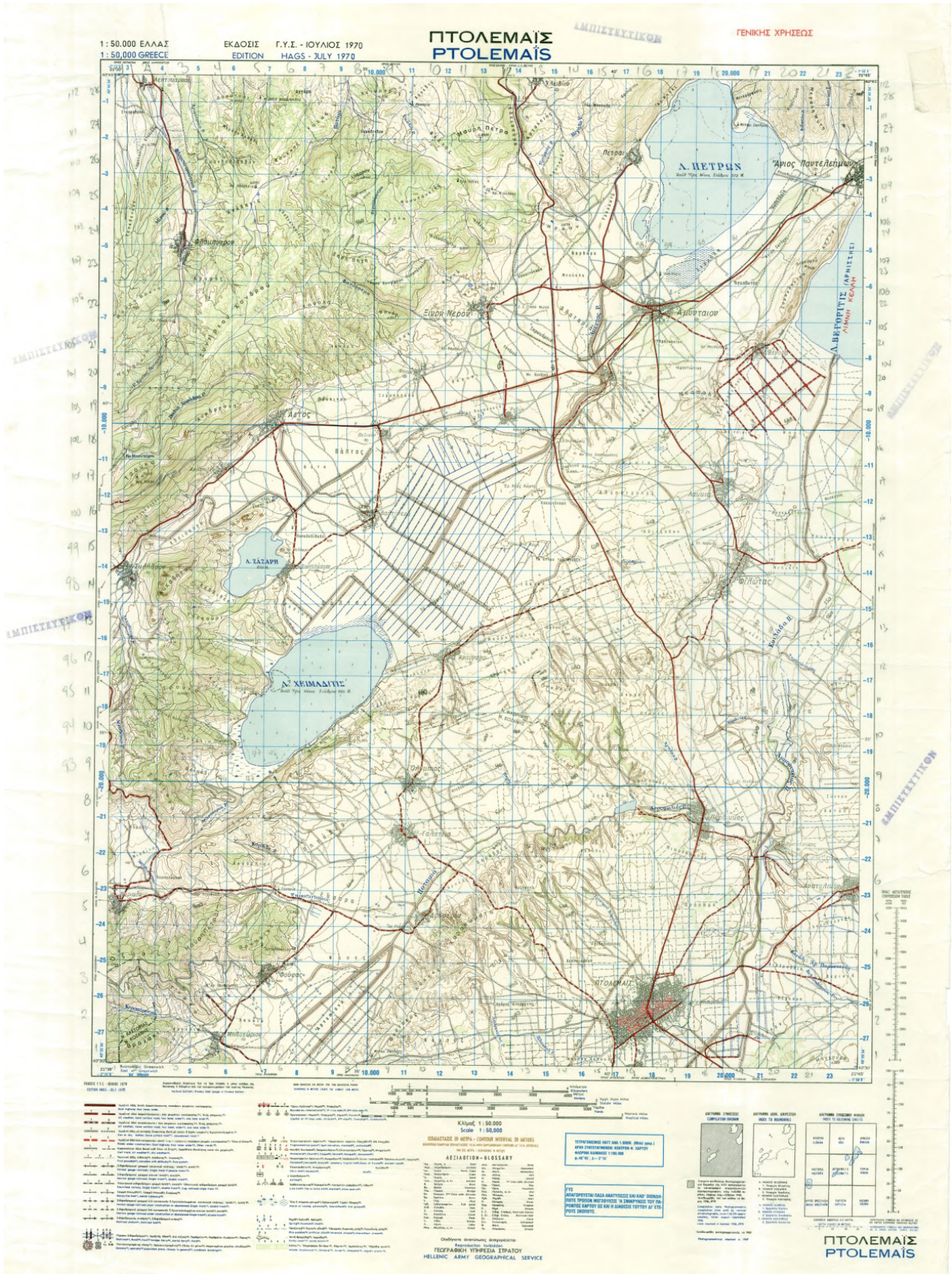
Οι περιοχές που καλύπτονται από τα παραπάνω διαγράμματα αναγράφονται στο Μητρώο Τοπογραφικών Διαγραμμάτων ή αλλιώς διάγραμμα φύλλων χάρτη (Εικόνα 1.5).



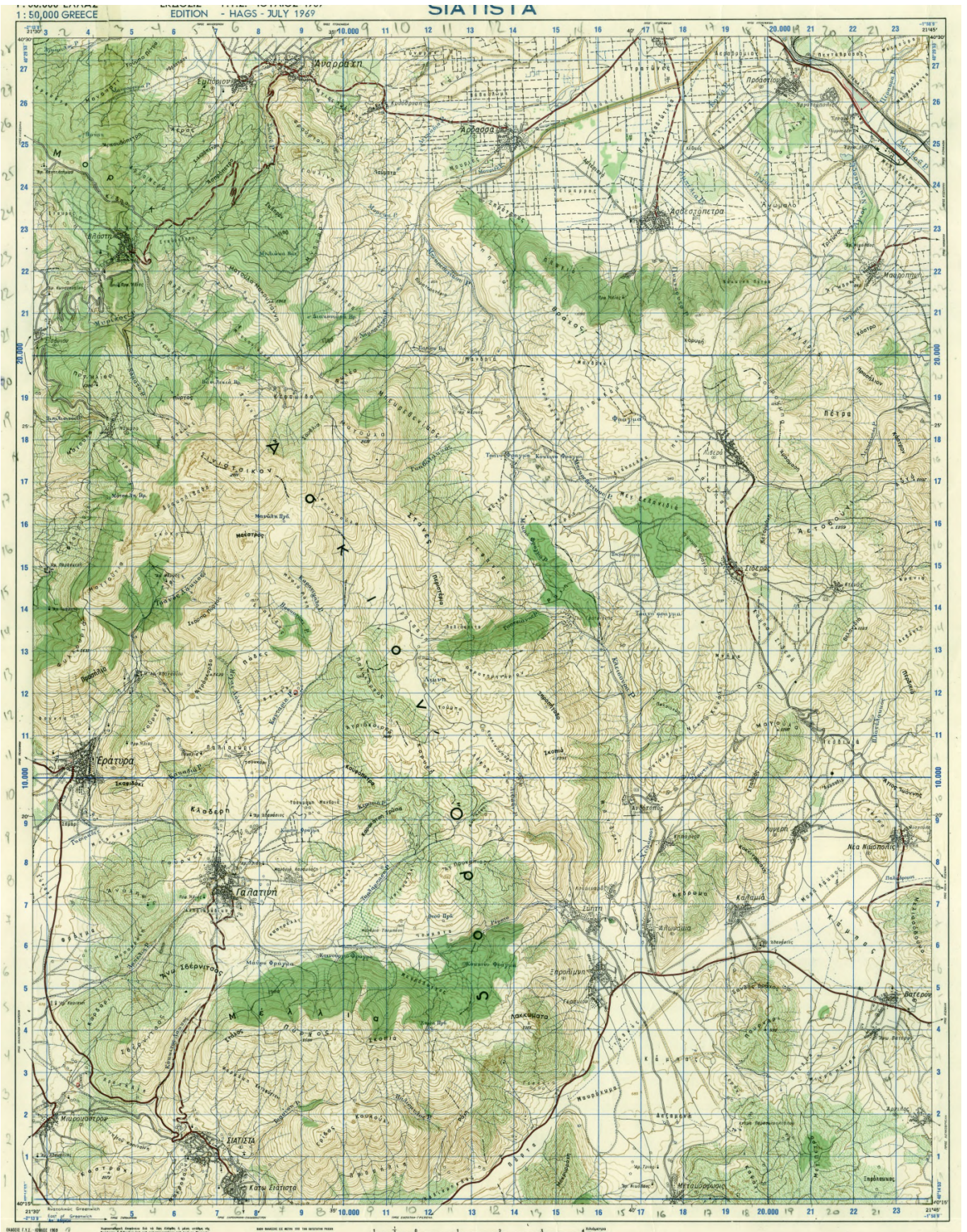
Εικόνα 1.1 Τοπογραφικός χάρτης Κοζάνης



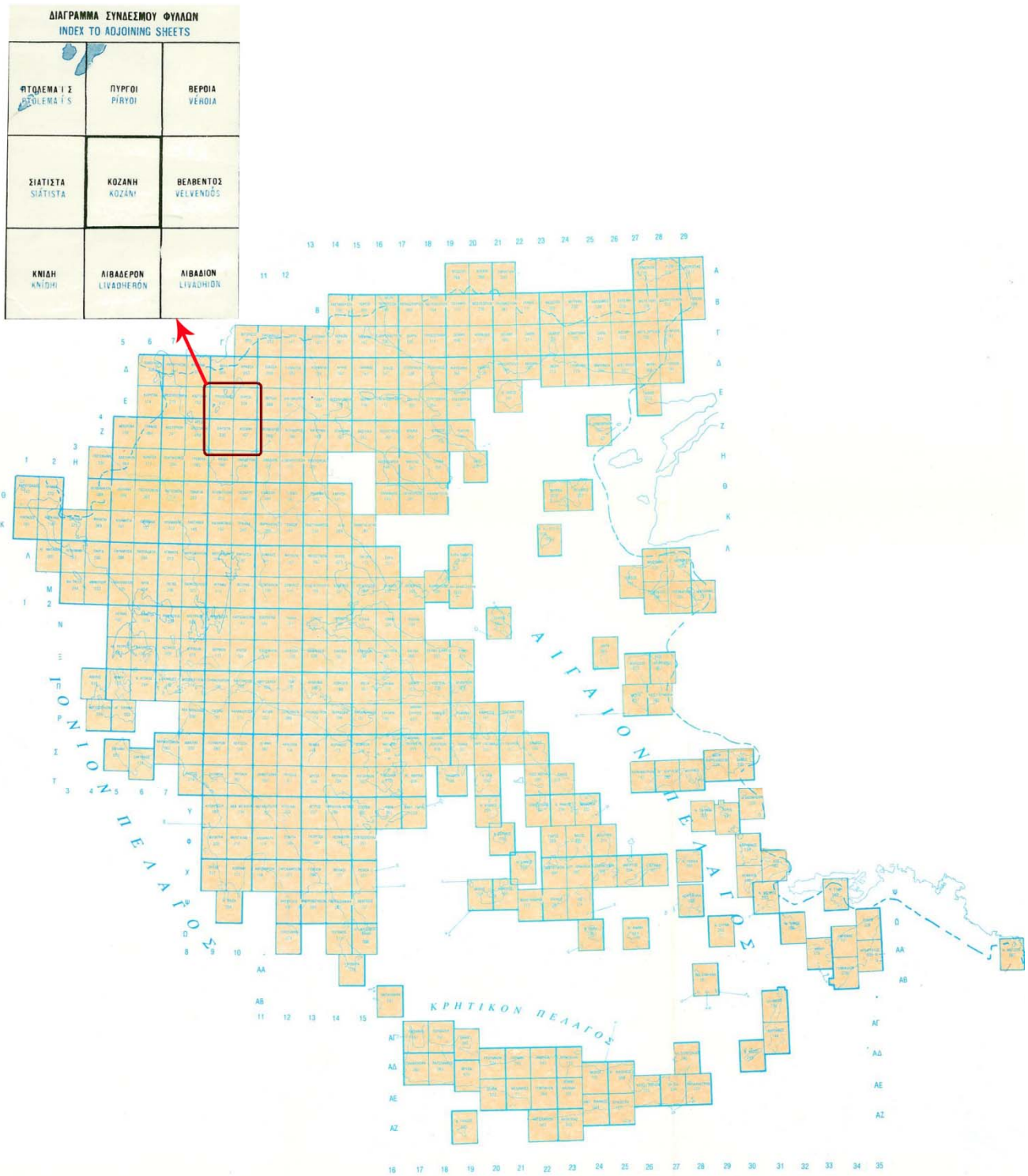
Εικόνα 1.2 Τοπογραφικός χάρτης Πύργων.



Εικόνα 1.3 Τοπογραφικός χάρτης Πτολεμαΐδας.



Εικόνα 1.4 Τοπογραφικός χάρτης Σιάτιστας.



Εικόνα 1.5 Διάγραμμα φύλλων χάρτη Ελλάδας.

1.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Για την σάρωση των χαρτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν δυο τύποι σαρωτών. Ο πρώτος είναι ένας επίπεδος σαρωτής A4 και ο δεύτερος είναι ένας σαρωτής τυμπάνου. Στην περίπτωση που επιλέξουμε τον πρώτο η σάρωση του χάρτη θα πρέπει να γίνει σε μικρότερα τμήματα τα οποία στη συνέχεια θα ενωθούν. Με αυτή τη μέθοδο όμως θα υπάρξει σφάλμα που θα προέρχεται από την ένωση των επιμέρους τμημάτων. Αντιθέτως στην δεύτερη περίπτωση γίνεται σάρωση ολόκληρης της επιφάνειας αποφεύγοντας έτσι τα σφάλματα και εξοικονομώντας χρόνο, έτσι επιλέξαμε η σάρωση να γίνει με ένα σαρωτή τυμπάνου.

Ο σαρωτής που χρησιμοποιήσαμε είναι ο kipstar 6000 (Εικόνα 1.6) ο οποίος έχει δυνατότητες σάρωσης με πολύ ικανοποιητική ποιότητα και ανάλυση και αποθήκευση της εικόνας με τους πιο διαδεδομένους τύπους αρχείων όπως: JPEG, TIFF, BMP.



Εικόνα 1.6 Σαρωτής – Εκτυπωτής Kipstar 6000.

1.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η ανάλυση είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για την ψηφιοποίηση καθώς από αυτήν εξαρτάται η ποιότητα και η ακρίβεια των σαρωμένων εικόνων. Η ανάλυση εκφράζεται με κουκίδες ανά ίντσα (**Dots Per Inch - DPI**). Η επιλογή της ανάλυσης εξαρτάται από τις διαστάσεις των εικόνων, τη λεπτομέρεια που απεικονίζεται σε αυτές και το σκοπό για τον οποίο γίνεται η ψηφιοποίηση. Η ανάλυση περιορίζεται από κάποια όρια: τον όγκο του ψηφιακού αρχείου που προκύπτει (όσο αυξάνει η ανάλυση, αυξάνει και ο όγκος του ψηφιακού αρχείου) και την υπερβολική αποτύπωση πληροφορίας. Στην τελευταία περίπτωση, είτε η αύξηση της ανάλυσης δεν προσθέτει νέα πληροφορία στο ψηφιακό αντίγραφο, είτε σε αυτό αποτυπώνονται λεπτομέρειες οι οποίες δεν είναι επιθυμητές. Έτσι λοιπόν γίνεται η επιλογή της ανάλυσης ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Με βάση όλα τα προηγούμενα η ανάλυση με την οποία σαρώθηκαν οι χάρτες είναι **400 DPI**, η οποία είναι πολύ ικανοποιητική για την ψηφιοποίηση τοπογραφικών χαρτών όπως φαίνεται στην εικόνα 1.7. Το μέγεθος του κάθε αρχείου εικόνας κυμαίνεται από 200 έως 250 Mb.



Εικόνα 1.7 Περιοχή του χάρτη σε ζουμ – ανάλυση εικόνας.

1.4 ΤΥΠΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ ΕΙΚΟΝΑΣ

Ο τύπος αρχείου με το οποίο θα αποθηκευτή η σαρωμένη εικόνα έχει να κάνει με την συμβατότητα του προτύπου με τα διάφορα λογισμικά πακέτα, με την χρήση για την οποία προορίζετε η εικόνα και φυσικά με την ποιότητα. Έτσι λοιπόν ο κατάλληλος τύπος για τους χάρτες είναι το αρχείο **TIFF (Tagged Image File Format)**. Το πρότυπο αυτό είναι κατάλληλο για τη δημιουργία ψηφιακών εικόνων υψηλής ποιότητας. Τα αντίστοιχα αρχεία υποστηρίζουν συμπίεση χωρίς απώλεια πληροφορίας ή αποθηκεύονται χωρίς συμπίεση, αλλά καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του προτύπου αυτού συνοψίζονται στα εξής:

- Έχει τη δυνατότητα περιγραφής δεδομένων εικόνας είτε 2 επιπέδων (binary), είτε 256 επιπέδων (grayscale), καθώς και έγχρωμων εικόνων με ή χωρίς παλέτα (full color, 24-, 8-, 4-bit color).
- Περιλαμβάνει ένα αριθμό από τεχνικές συμπίεσης δεδομένων με διάφορες αποδόσεις ώστε να επιτρέπει σε αυτόν που αναπτύσσει την εφαρμογή να επιλέξει την κατάλληλη ανάλογα με τις απαιτήσεις (σε ποιότητα ή ταχύτητα).
- Δεν εξαρτάται από συγκεκριμένους σαρωτές (scanners), εκτυπωτές (printers) ή κάρτες απεικόνισης (computer display hardware).
- Είναι φορητό. Δεν εξαρτάται από το εκάστοτε λειτουργικό σύστημα, σύστημα αρχείων, μεταγλωττιστή ή επεξεργαστή.
- Έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι επεκτάσιμο, να μπορεί δηλαδή εύκολα να εξελιχθεί καθώς νέες ανάγκες θα προκύψουν.
- Επιτρέπει την ενσωμάτωση (στο αρχείο) απεριόριστης ποσότητας πληροφορίας ειδικής χρήσης ή ακόμα και καθαρά προσωπικής.

Τα παραπάνω αποτελούν και τους βασικότερους λόγους για τους οποίους το TIFF format είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα και πολλά υποσχόμενα πρότυπο.

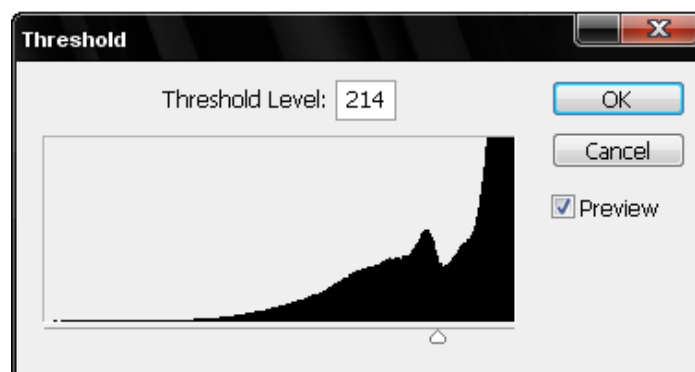
2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ

Η επεξεργασία των εικόνων γίνεται με το λογισμικό **Adobe Photoshop CS2**.

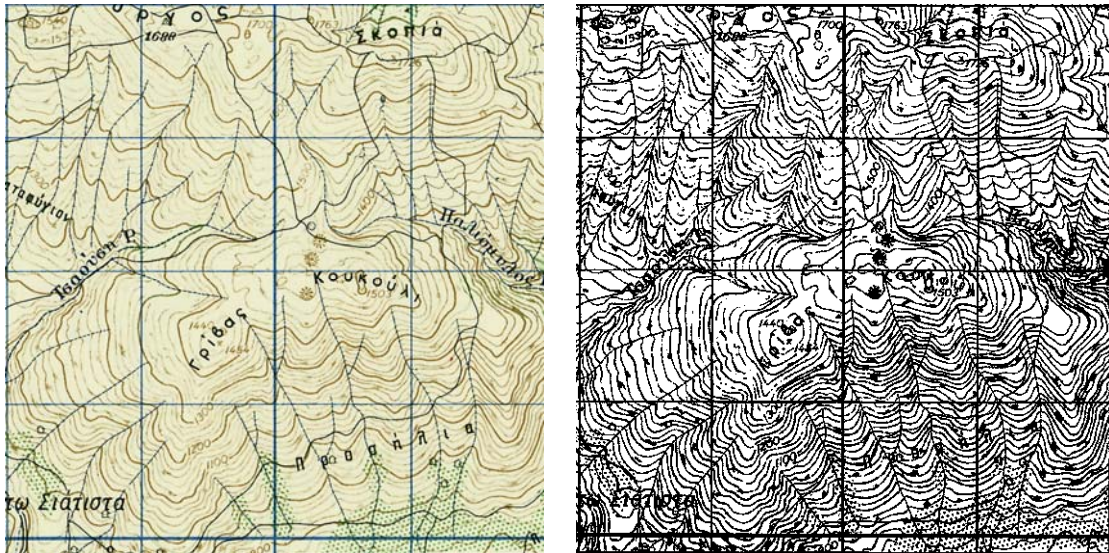
2.1 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΟ

Για να γίνει εισαγωγή της εικόνας στο **Raster Design** όπου θα γίνει η ψηφιοποίηση των ισοϋψών πρέπει πρώτα να γίνει ασπρόμαυρη, στη συνέχεια να γίνει αναστροφή του ασπρόμαυρου και τέλος να γίνει η μετατροπή της σε **bitonal**.

Η μετατροπή της εικόνας σε ασπρόμαυρη γίνεται με την εντολή **Image > Adjustments > Threshold** (Εικόνα 2.1). Με την εντολή αυτή μετατρέπουμε τις έγχρωμες εικόνες σε ασπρόμαυρες. Με την τιμή του threshold ορίζουμε μια τιμή όπου τα φωτεινότερα από αυτήν pixels μετατρέπονται σε άσπρα και τα πιο σκοτεινά σε μαύρα. Αφού δοκιμάσουμε διάφορες τιμές του **Threshold** επιλεγούμε εκείνη που θα μας φέρει τα καλύτερα αποτελέσματα χωρίς να υποστούν αλλοίωση οι ισοϋψείς γραμμές και όλα τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν. Το αποτέλεσμα φαίνεται στη εικόνα 2.2.



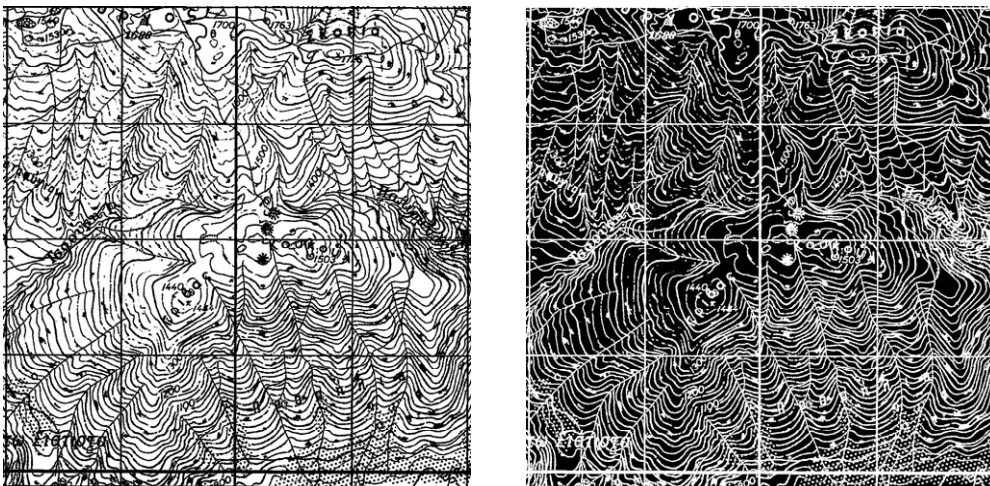
Εικόνα 2.1 Παράθυρο αλλαγής της τιμής Threshold.



Εικόνα 2.2 Αποτέλεσμα μετατροπής εικόνας σε ασπρόμαυρη.

2.2 ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΟΥ

Η αναστροφή ασπρόμαυρου ή αλλιώς **Invert** είναι η αναστροφή των φωτεινών και σκοτεινών τιμών ή χρωμάτων μίας εικόνας. Αυτό γίνεται με την εντολή **Image > Adjustments > Invert**. Το αποτέλεσμα την αναστροφής φαίνεται στην εικόνα 2.3.



Εικόνα 2.3 Αποτέλεσμα αναστροφής ασπρόμαυρου.

2.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ BITONAL

Οι διτονικές (bitonal) εικόνες έχουν βάθος χρώματος **1bit/pixel**. Αυτό σημαίνει ότι ένα pixel μπορεί να είναι η άσπρο η μαύρο. Αυτό το κάνουμε διότι είναι απαραίτητο για την εισαγωγή της εικόνας

στο **Raster Design** και την ανίχνευση των ισοΰψών με τα διανυσματικά εργαλεία του προγράμματος.

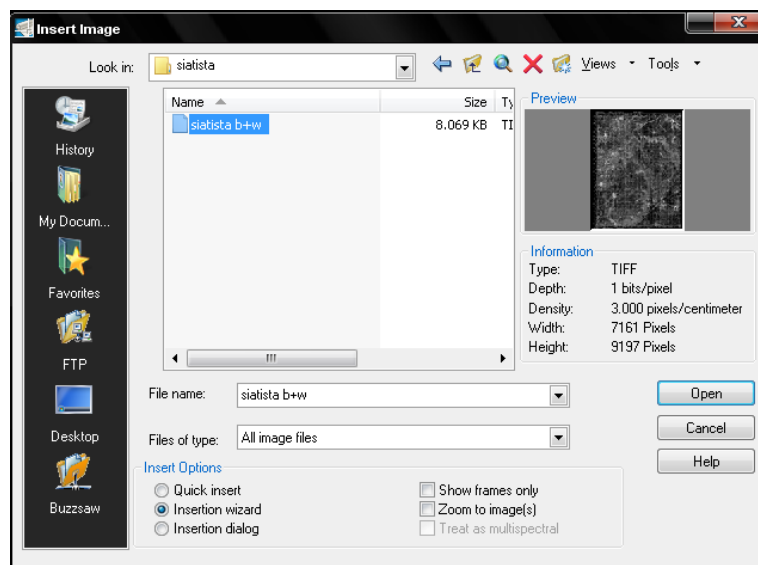
2.4 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Ο καθαρισμός γίνεται για να καθαρίσουμε ψηφιδωτές εικόνες και να απομακρύνουμε τα σκουπιδάκια, τα σημάδια σε εικόνες σαρωμένες από βρώμικα ή άτονα σχέδια. Ο καθαρισμός γίνεται με την εντολή **Despeckle** του **Raster Design, Image > Cleanup > Despeckle**. Το εργαλείο αυτό μπορούμε να το εφαρμόσουμε σε όλη την εικόνα ή σε μια μικρή περιοχή.

3. ΓΕΩΑΝΑΦΟΡΑ ΕΙΚΟΝΑΣ

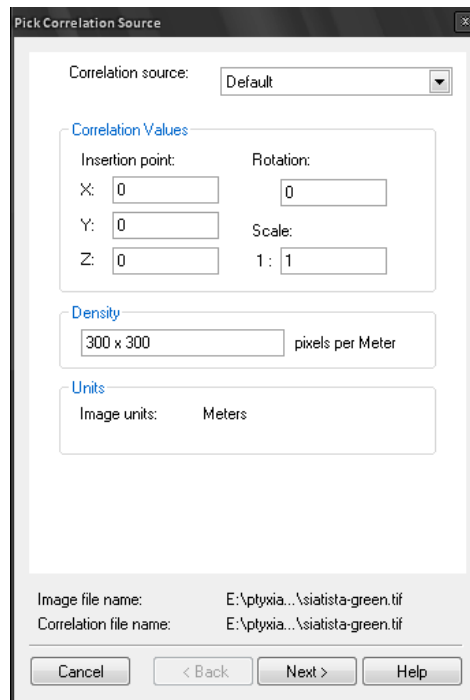
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΟ – ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΚΑ

Ανοίγουμε το **Raster Design** και από το μενού δίνουμε την εντολή **Image > Insert** για να κάνουμε εισαγωγή της εικόνας. Ανοίγει το μενού της εικόνας 3.1 όπου επιλέγουμε την εικόνα και πατάμε **Open**.



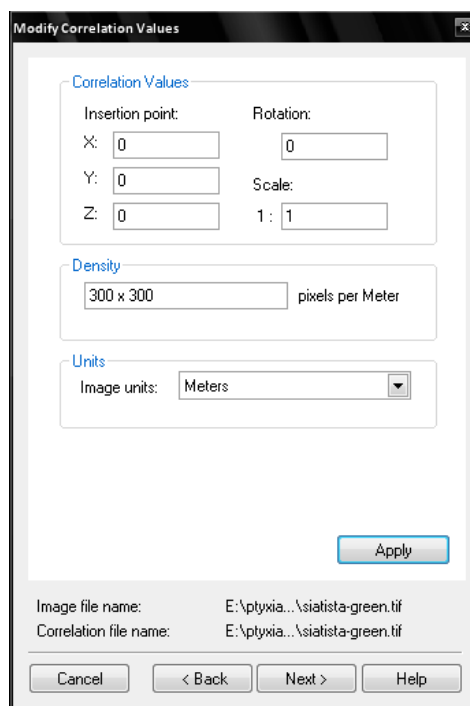
Εικόνα 3.1 Παράθυρο εισαγωγής εικόνας - Insert image.

Στη συνέχεια εμφανίζεται το παράθυρο της Εικόνας 3.2 που δείχνει το σημείο εισαγωγής, την περιστροφή και την κλίμακα που σχετίζετε με την επιλεγμένη εικόνα. Αποδεχόμαστε τις τιμές που εμφανίζονται και πατάμε **Next**.



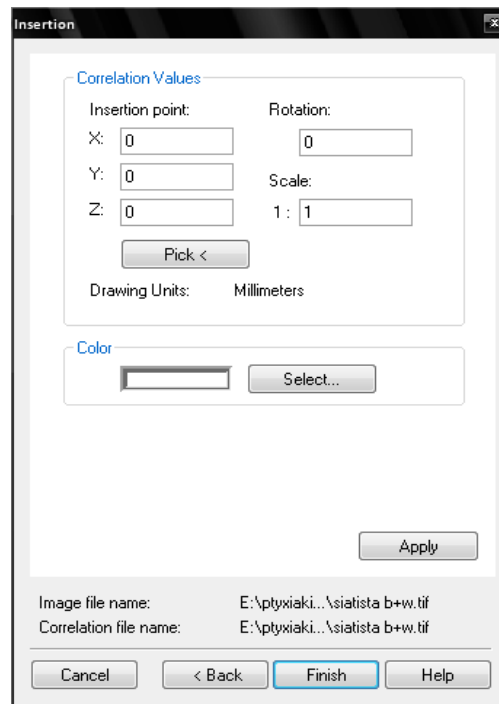
Εικόνα 3.2 Παράθυρο επιλογής σημείου εισαγωγής - Pick Correlation Source.

Στη συνέχεια εμφανίζεται το παράθυρο της Εικονας3.3 όπου επιλέγουμε το σημείο που θα γίνει εισαγωγή της εικόνας στο σχέδιο, την τιμή περιστροφής και της μονάδες. Αλλάζουμε την τιμή των μονάδων σε μέτρα και πατάμε **Next**.



Εικόνα 3.3 Παράθυρο τροποποίησης τιμών και σημείου εισαγωγής - Modify Correlation Values.

Στο επόμενο παράθυρο που εμφανίζεται (Εικόνα 3.4) πατάμε **Finish** για να τελειώσει η διαδικασία εισαγωγής της εικόνας.



Εικόνα 3.4 Εισαγωγή - Insertion

3.2 ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ

Για τον συσχετισμό των σημείων χρησιμοποιείται η εντολή **Match**. Με αυτή την εντολή συσχετίζεται ένας χάρτης με το διανυσματικό σχέδιο. Η **Match** εφαρμόζει γραμμικό συσχετισμό, ρύθμιση σημείου εισαγωγής, κλίμακα και περιστροφή κατά περίπτωση. Αυτό σημαίνει πως με τη συσχέτιση ο χάρτης θα τοποθετηθεί σε ένα ορθογώνιο σύστημα αξόνων και κάθε σημείο επάνω στο χάρτη θα έχει συντεταγμένες X,Y, θα αλλάξει το μέγεθος του και θα προσαρμοστεί ανάλογα.

Για να γίνει η συσχέτιση του χάρτη με το σχέδιο επιλέγονται δυο σημεία προέλευσης στον χάρτη με δυο αντίστοιχα σημεία προορισμού στο σχέδιο. Το **Raster Design** χρησιμοποιεί τα σημεία αυτά ως αναφορά για την τοποθέτηση της εικόνας ως προς το σχέδιο.

Αφού έχει γίνει η εισαγωγή του χάρτη στο σχέδιο εκτελούμε την εντολή **Image > Correlate > Match**. Στη συνέχεια μας συζητάει να ορίσουμε το πρώτο σημείο προέλευσης. Επιλέγουμε την τελευταία γωνία του πλέγματος του χάρτη στην πάνω δεξιά γωνία όπως φαίνεται στην εικόνα 3.5, μετά μας συζητάει να δώσουμε την θέση του σημείου προορισμού στο σχέδιο η οποία είναι

(23000m,27000m) όπως φαίνεται στην ίδια εικόνα. Στη συνέχεια επιλεγούμε και το δεύτερο σημείο προέλευσης (Εικόνα 3.6) και δίνουμε τη θέση του σημείου προορισμού που είναι (3000m,0m). Αφού δώσουμε και το δεύτερο σημείο εκτελείται η εντολή.



Εικόνα 3.5 Ορισμός σημείου προέλευσης και σημείου προορισμού.

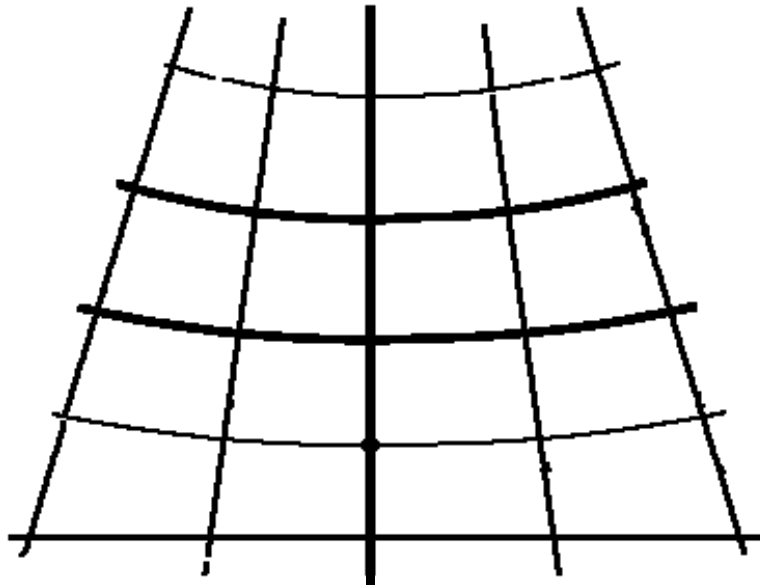


Εικόνα 3.6 Ορισμός σημείου προέλευσης και σημείου προορισμού.

3.3 ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ ΜΕ RUBBERSHEET

Με την λειτουργία **Rubbersheet** μπορούμε να διορθώσουμε τυχόν παραμορφώσεις σε χάρτες οι οποίοι έχουν μια πλεγματική δομή.

Οι χάρτες που έχουμε είναι σχεδιασμένοι στο προβολικό σύστημα **HATT**. Αυτό σημαίνει πως το πλέγμα τους δεν είναι ακριβώς τετραγωνικό αλλά είναι ελλειψοειδές όπως φαίνετε στην εικόνα 3.7.

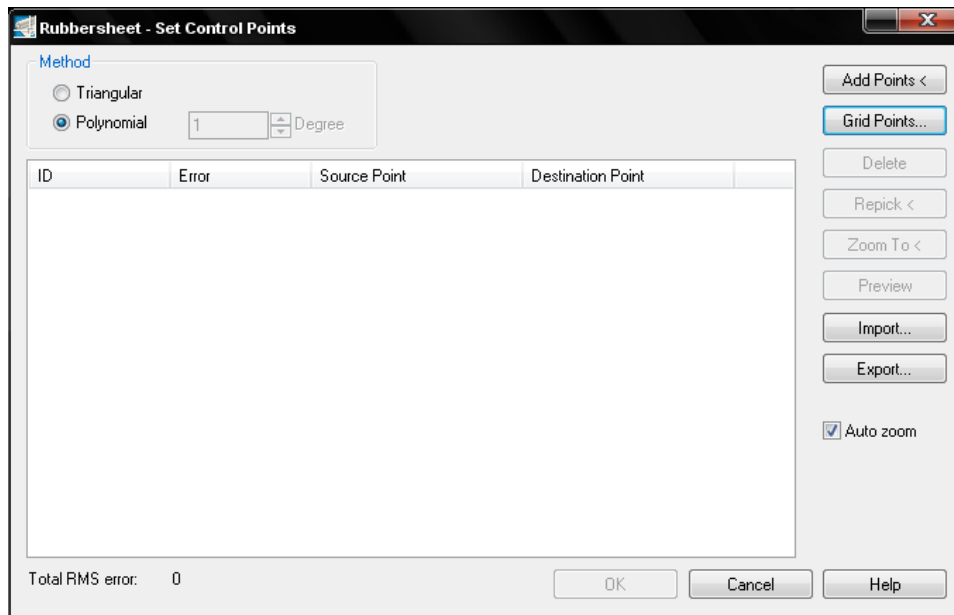


Εικόνα 3.7 Πλέγμα χάρτη σε προβολικό σύστημα HATT.

Για αυτό το λόγο πρέπει να προσαρμόσουμε το πλέγμα του χάρτη σε ένα ορθογωνικό πλέγμα που θα δημιουργήσουμε. Στο πλέγμα του χάρτη θα ορίσουμε τα σημεία προέλευσης και στο ορθογωνικό πλέγμα τα σημεία προορισμού.

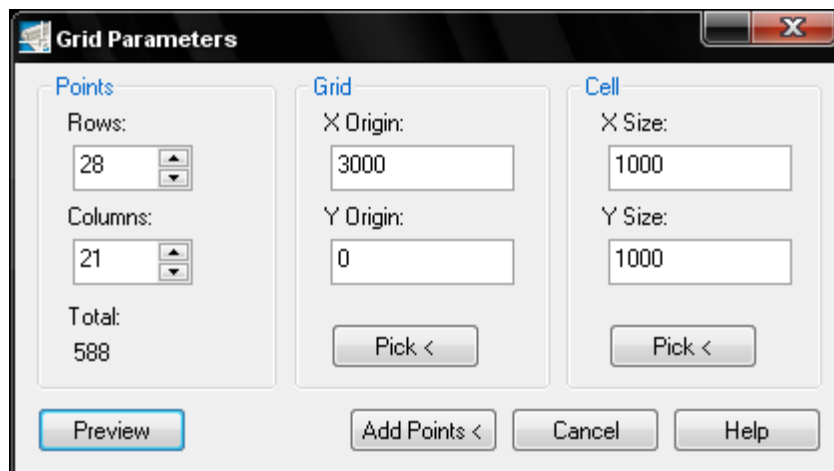
Αφού έχουμε κάνει τον συσχετισμό των σημείων με την **Match**, δίνουμε την εντολή **Image > Correlate > Rubbersheet**. Στο παράθυρο που εμφανίζεται στην εικόνα 3.8 και στην περιοχή **Method** έχουμε τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε δυο μεθόδους, την τριγωνική (Triangular) και την πολυωνυμική (Polynomial). Η διαφορά μεταξύ των δυο μεθόδων είναι πως με την τριγωνική μέθοδο ο μετασχηματισμός εφαρμόζεται στις περιοχές των σημείων ελέγχου ξεχωριστά ενώ στην πολυωνυμική μέθοδο γίνεται μετασχηματισμός σε ολόκληρη την εικόνα. Η τριγωνική μέθοδος είναι ακριβέστερη από την πολυωνυμική μέθοδο, αλλά μπορεί να οδηγήσει στην απώλεια μερικών δεδομένων εικόνας. Με τη ρύθμιση του πολυωνυμικού βαθμού στην πολυωνυμική μέθοδο μπορούμε να αυξήσουμε την ακρίβεια των συσχετιζόμενων σημείων. Εντούτοις, η μείωση του σφάλματος μπορεί να δημιουργήσει έναν υψηλότερο βαθμό στρέβλωσης στην εικόνα δεδομένου ότι μετασχηματίζεται για να ταιριάζει με τα σημεία ελέγχου. Επομένως, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το χαμηλότερο δυνατό πολυωνυμικό βαθμό που θα μας δώσει ένα αποδεκτό αποτέλεσμα. Ο υψηλότερος πολυωνυμικός βαθμός οδηγεί σε μικρότερα λάθη στα σημεία ελέγχου.

Με βάση τα παραπάνω επιλέγουμε την πολυωνυμική μέθοδο με πολυωνυμικό βαθμό 1 όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.8.



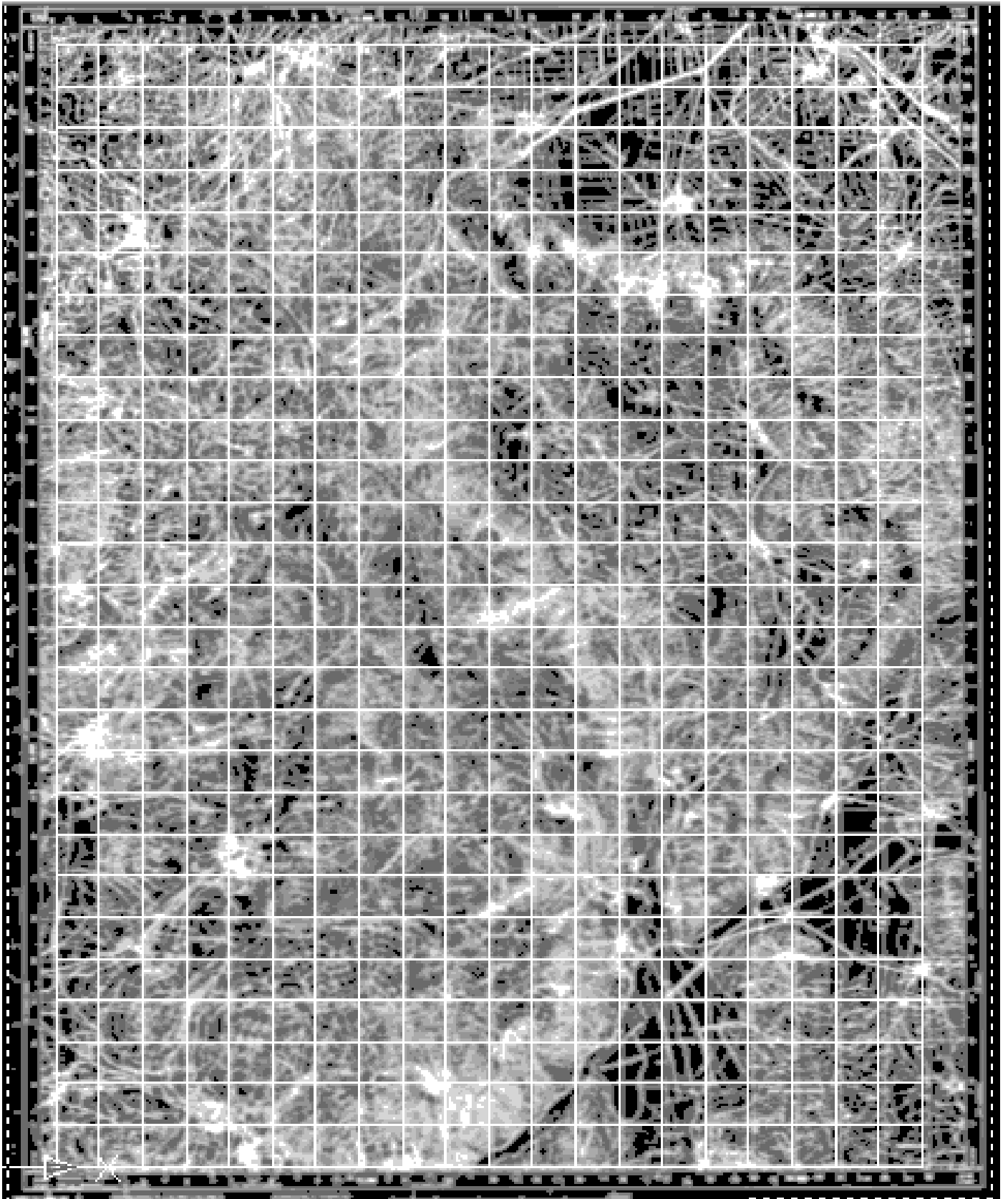
Εικόνα 3.8 Παράθυρο ορισμού παραμέτρων του πλέγματος - Rubbersheet – Set Control Points.

Στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο **Grid points** όπου εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 3.9. Εκεί ορίζουμε τις παραμέτρους του πλέγματος που θα δημιουργήσουμε.



Εικόνα 3.9 Παράθυρο παραμέτρων πλέγματος - Grid Parameters.

Στην περιοχή **Points** και στο κουτί **Rows** δίνουμε τον αριθμό των σειρών του πλέγματος που είναι **28**, ενώ στο κουτί **Columns** δίνουμε τον αριθμό των στηλών που είναι **21**. Στην περιοχή **Grid** ορίζουμε την αρχή του πλέγματος η οποία είναι στην κάτω αριστερή γωνία και στο σημείο **(3000,0)**. Στην περιοχή **Cell** ορίζουμε το μέγεθος των κελιών το οποίο είναι **1000m** κατά των άξονα **X** και **1000m** κατά τον άξονα **Y**. Στη συνέχεια πατάμε **Preview** για να δούμε την διάταξη του πλέγματος (Εικόνα 3.10).

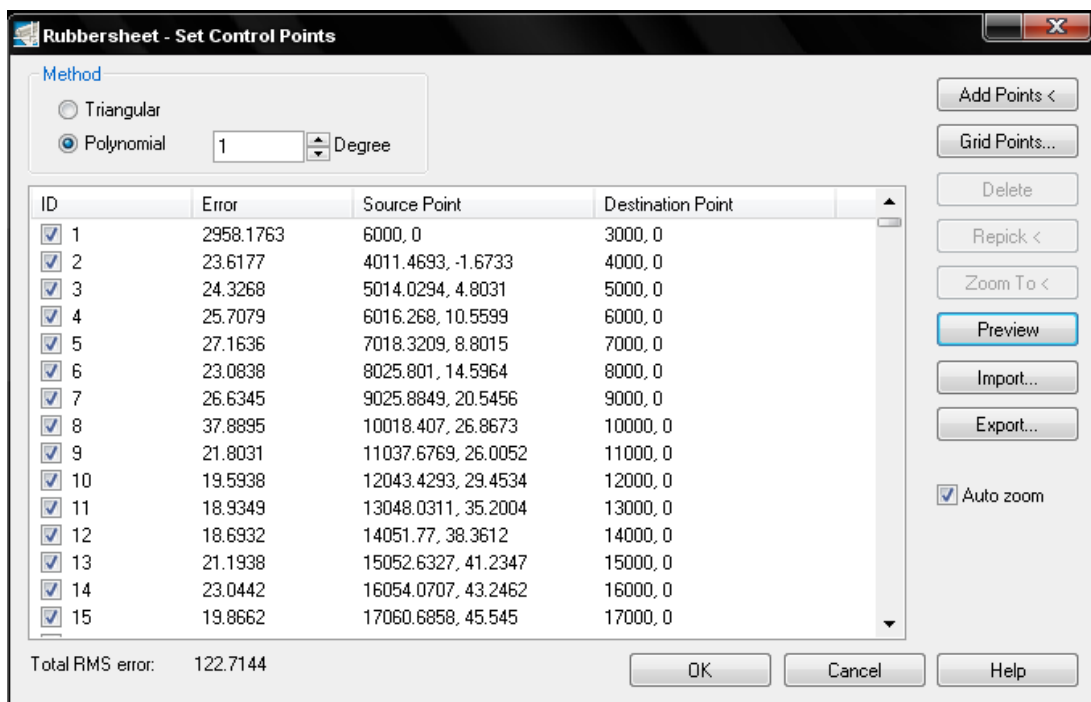


Εικόνα 3.10 Προεπισκόπηση πλέγματος

Για να βγούμε από την προεπισκόπηση πατάμε **Enter** και επιστρέφουμε στο παράθυρο της εικόνας 3.9 όπου πατάμε το κουμπί **Add Points**. Το παράθυρο κλείνει και η οθόνη κάνει ζουμ και μετατόπιση στην αρχή του πλέγματος. Επειδή το σημείο αυτό χρησιμοποιήθηκε για να συσχετιστεί η εικόνα, τα σημεία προέλευσης και προορισμού είναι ήδη στη σωστή θέση, όποτε πατάμε **A** για να ακυρώσουμε το σημείο αρχής. Στη γραμμή εντολών μας ζητείται το σημείο (0,1) και η προβολή μετακινείται σε αυτό, το οποίο είναι ένα κελί προς τα δεξιά. Εκεί δείχνουμε την διασταύρωση των γραμμών του πλέγματος του χάρτη ως σημείο προέλευσης για το (0,1).

Συνεχίζουμε την διαδικασία για κάθε κόμβο στο πλέγμα.

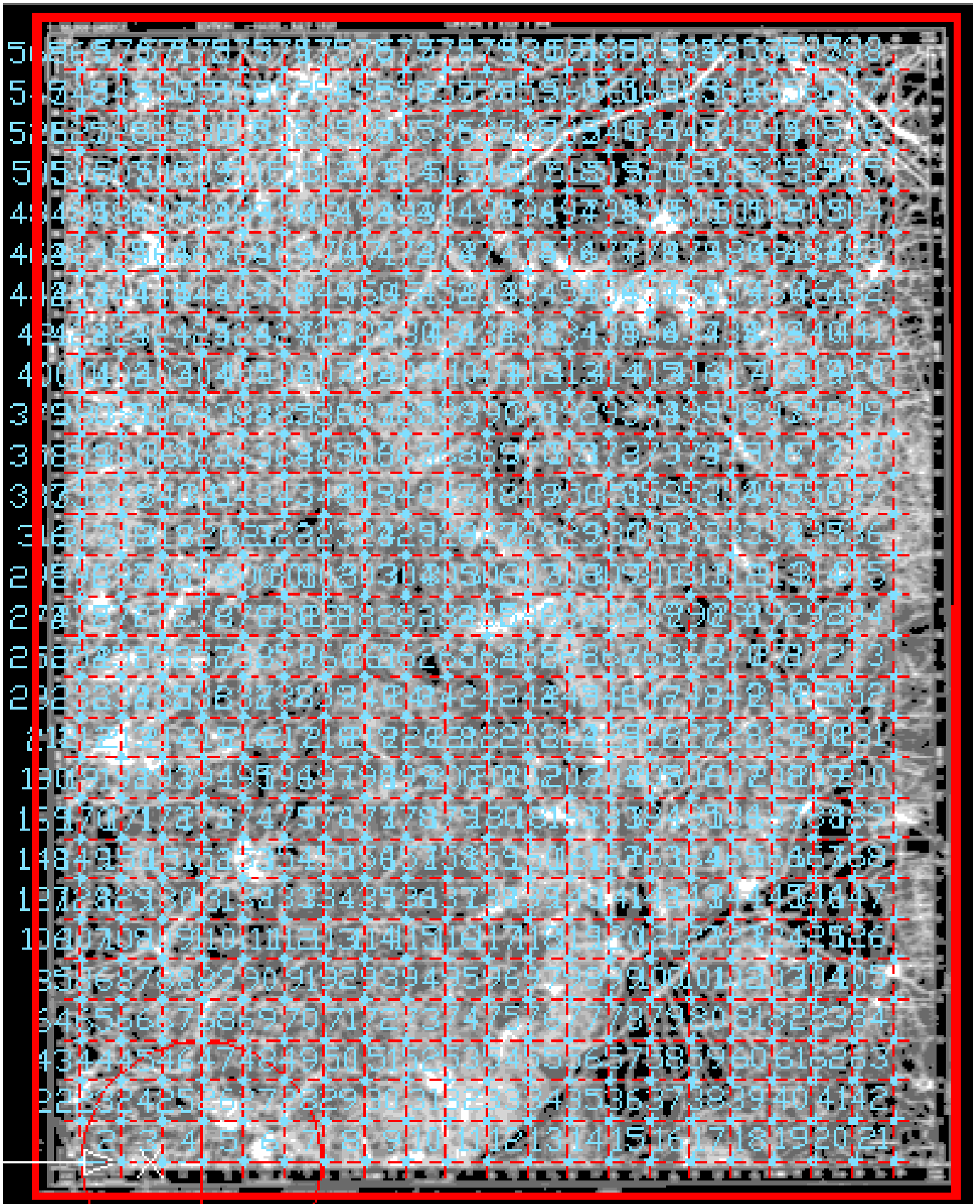
Μετά τον καθορισμό όλων των σημείων εμφανίζεται το παράθυρο **Rubbersheet – Set Control Points** (Εικόνα 3.11) δείχνοντας τις θέσεις των αντίστοιχων σημείων προέλευσης και προορισμού.



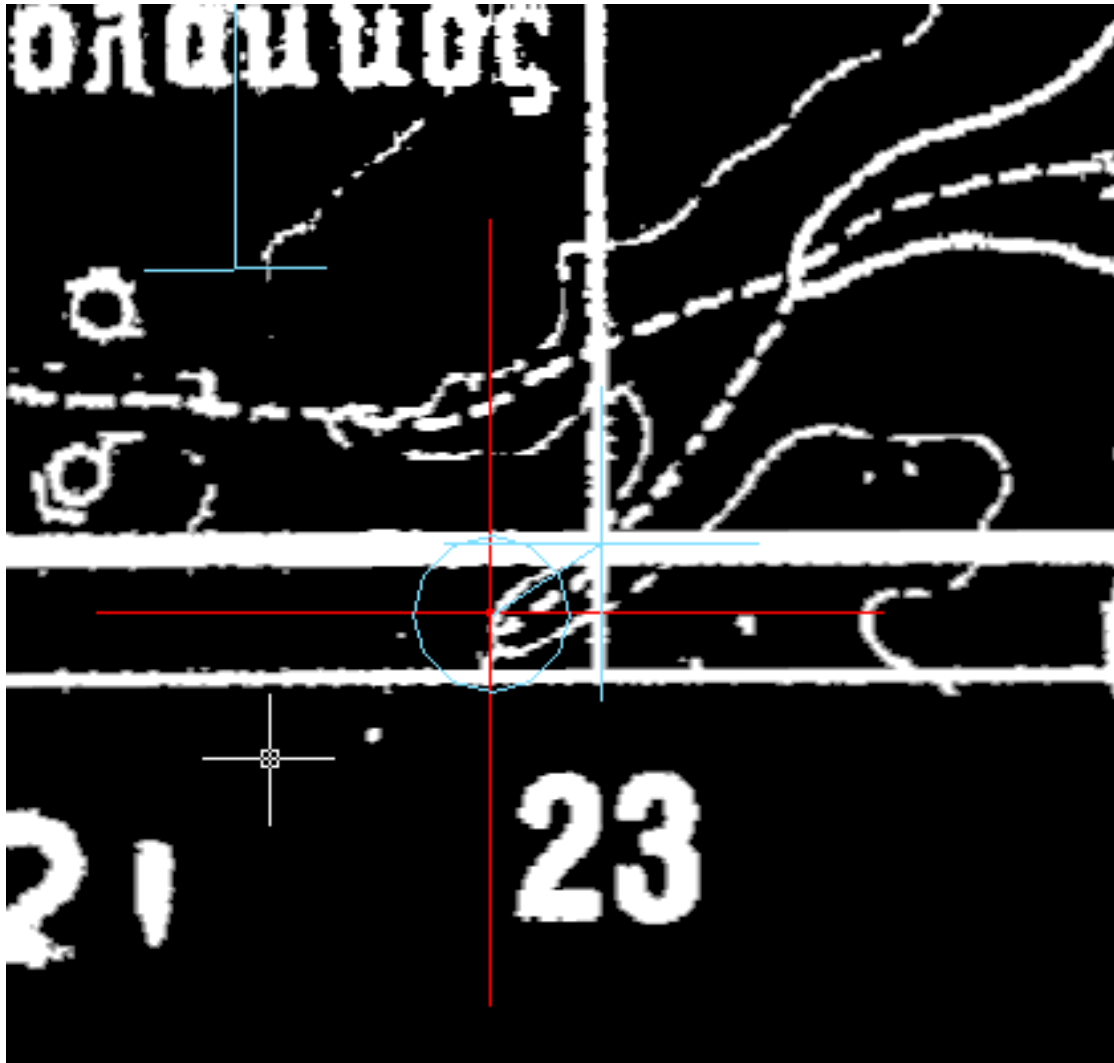
Εικόνα 3.11 Rubbersheet - Set Control Points

Μπορούμε να πατήσουμε **Preview** και να δούμε την προεπισκόπηση των αποτελεσμάτων της **Rubbersheet** (Εικόνα 3.12), (Εικόνα 3.13).

Πατάμε το **Enter** για να βγούμε από την προεπισκόπηση.



Εικόνα 3.12 Προεπισκόπηση Rubbersheet.



Εικόνα 3.13 Προεπισκόπηση Rubbersheet σε ζουμ.

Πριν εκτελέσουμε την εντολή εξαγάγουμε τα σημεία ελέγχου πατώντας **Export** για την περίπτωση που χρειαστεί να επαναλάβουμε την εντολή.

Κάνουμε κλικ στο **Ok** στο παράθυρο **Rubbersheet - Set Control Points**, εκτελείται η λειτουργία **Rubbersheet** και το παράθυρο κλείνει.

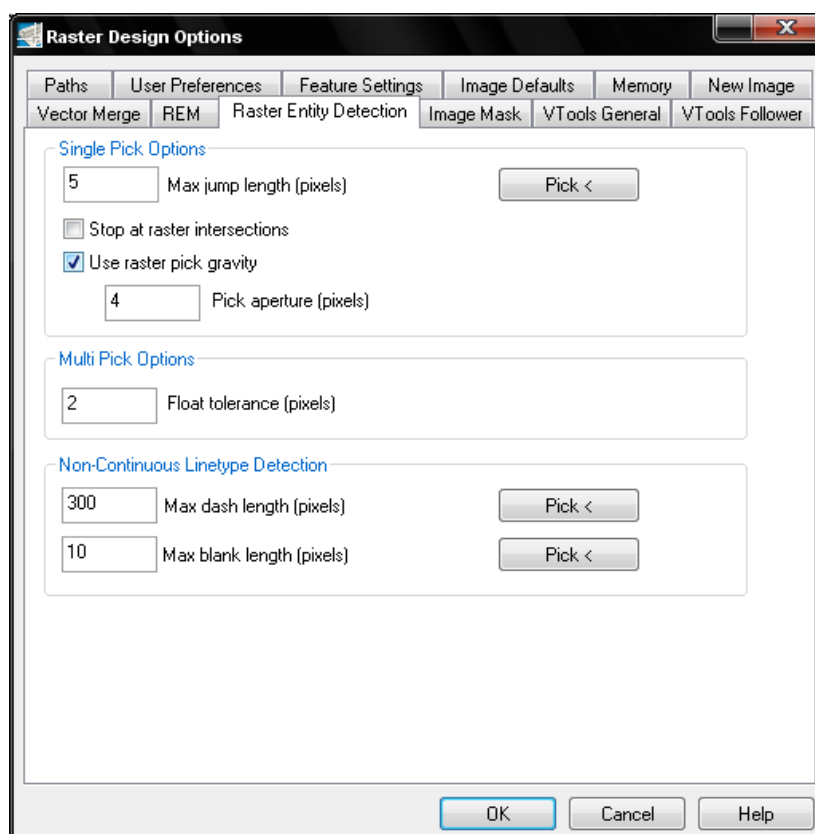
4. ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΙΣΟΨΩΝ

4.1 ΡΥΘΜΙΣΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΣΕ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

Πριν ξεκινήσει η ψηφιοποίηση των ισοΨών πρέπει να κάνουμε τις απαραίτητες ρυθμίσεις στο **Raster Design**. Οι ρυθμίσεις του προγράμματος βρίσκονται στο παράθυρο που εμφανίζεται πατώντας **Image > Options**. Οι ρυθμίσεις των εργαλείων μετατροπής σε διανύσματα (Vectorization Tools) περιέχονται σε τρεις από τις σελίδες του παραθύρου. Αυτές είναι: **Raster Entity Detection**, **VTools General**, και **VTools Follower**.

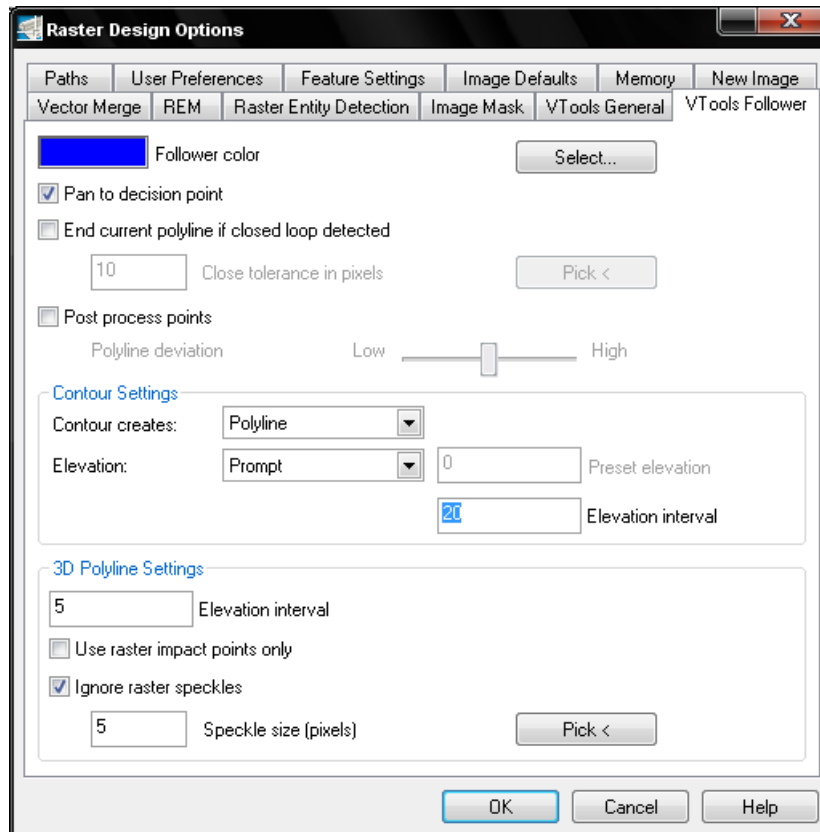
Αφού ανοίξουμε το παράθυρο **Options** επιλεγούμε την καρτέλα **Raster Entity Detection** και αλλάζουμε το **Max Jump Length** σε **5** (Εικόνα 4.1).

Η ρύθμιση αυτή ελέγχει πως το **Raster Design** ακλουθεί μια ψηφιδωτή γραμμή με κενά. Αυτή η τιμή είναι σε ψηφίδες (Pixels) και σημαίνει πως αν ο ανιχνευτής συναντήσει κενό 5 Pixel θα διακόψει την πορεία του. Αυτό το κάνουμε για να μην περνά αυτόματα τις ετικέτες των ισοΨών.



Εικόνα 4.1 Ρυθμίσεις Raster Design – Raster Entity Detection

Στη συνέχεια πάμε στην καρτέλα **VTools Follower** και αλλάζουμε το **Elevation Interval** στο **Contour Settings** σε **20** (Εικόνα 4.2). Η ρύθμιση αυτή ελέγχει τα προκαθορισμένα υψόμετρα που δίνονται στις ισοψείς όπως αυτές μετατρέπονται.

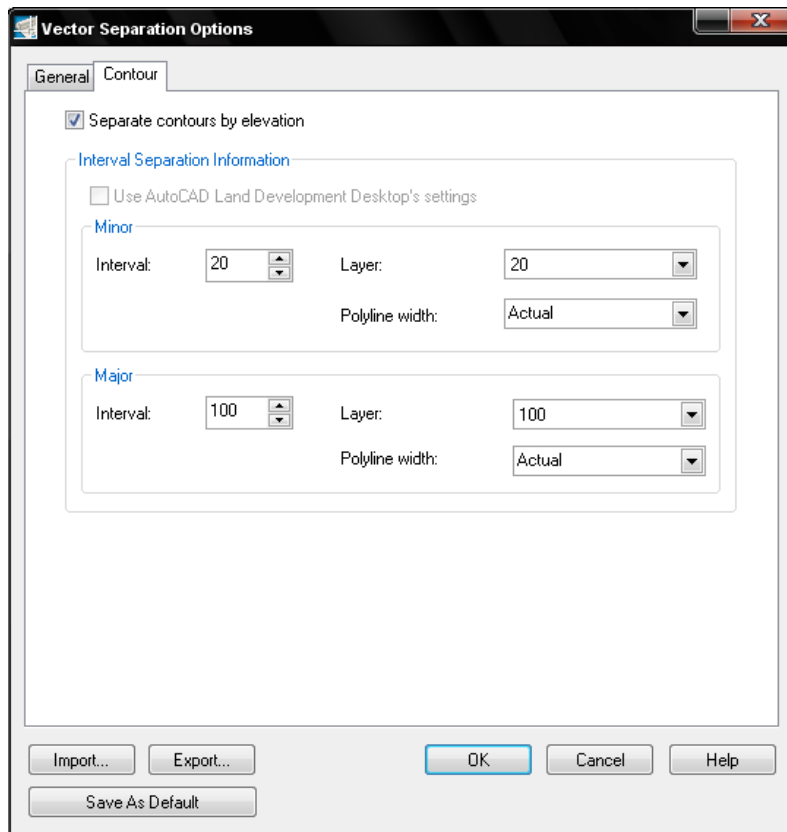


Εικόνα 4.2 Raster Design Options – VTools Follower

Μετά επιλέγουμε τη σελίδα **VTools General** και πατάμε το **Vector Separation** για να εμφανιστεί το παράθυρο **Vector Separation Options**. Επιλέγουμε τη σελίδα **Contour** και τσεκάρουμε την επιλογή **Separate Contours By Elevation** (Εικόνα 4.3).

Η ρύθμιση αυτή τοποθετεί τις ισοψείς σε στρώματα (**Layers**) ανάλογα με το υψομετρικό διάστημα τους.

Στην ίδια καρτέλα (Εικόνα 4.3) ρυθμίζουμε το **Minor Interval** σε **20** και το **Major Interval** σε **100**. Αυτή είναι η ισοδιάσταση των δευτερευόντων και των κύριων ισοψών.



Εικόνα 4.3 Vector Separation Options - Contour

Για τις **Minor Contours** επιλέγουμε το **Layer Contour20** και για τις **Major Contours** το **Layer Contour100**. Αυτό σημαίνει πως οι ισοΨείς με υψόμετρο που διαιρείται με το 100 τοποθετούνται στο **Layer Contour100** αυτόματα και όλες οι ισοΨείς με υψόμετρο που διαιρείται με το 20 αλλά όχι με το 100 τοποθετούνται στο **Layer Contour20**.

Στο **Polyline Width** επιλέγουμε το **Actual** για τα πάχη των **Minor** και των **Major**. Αυτό σημαίνει πως όλες οι γραμμές χρησιμοποιούν πλάτος ίδιο με αυτό των ψηφιδωτών δεδομένων.

Αφού κάνουμε τις ρυθμίσεις πατάμε **Ok** για να βγούμε από το παράθυρο και να γίνει αποθήκευση.

4.2 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΨΗΦΙΔΩΤΟΥ ΣΕ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟ (RASTER TO VECTOR)

Η μετατροπή του ψηφιδωτού σε διανυσματικό η αλλιώς **Raster to Vector** είναι μια διαδικασία κατά την οποία τα ψηφιδωτά αντικείμενα, σημεία ή γραμμές μετατρέπονται σε διανυσματικά.

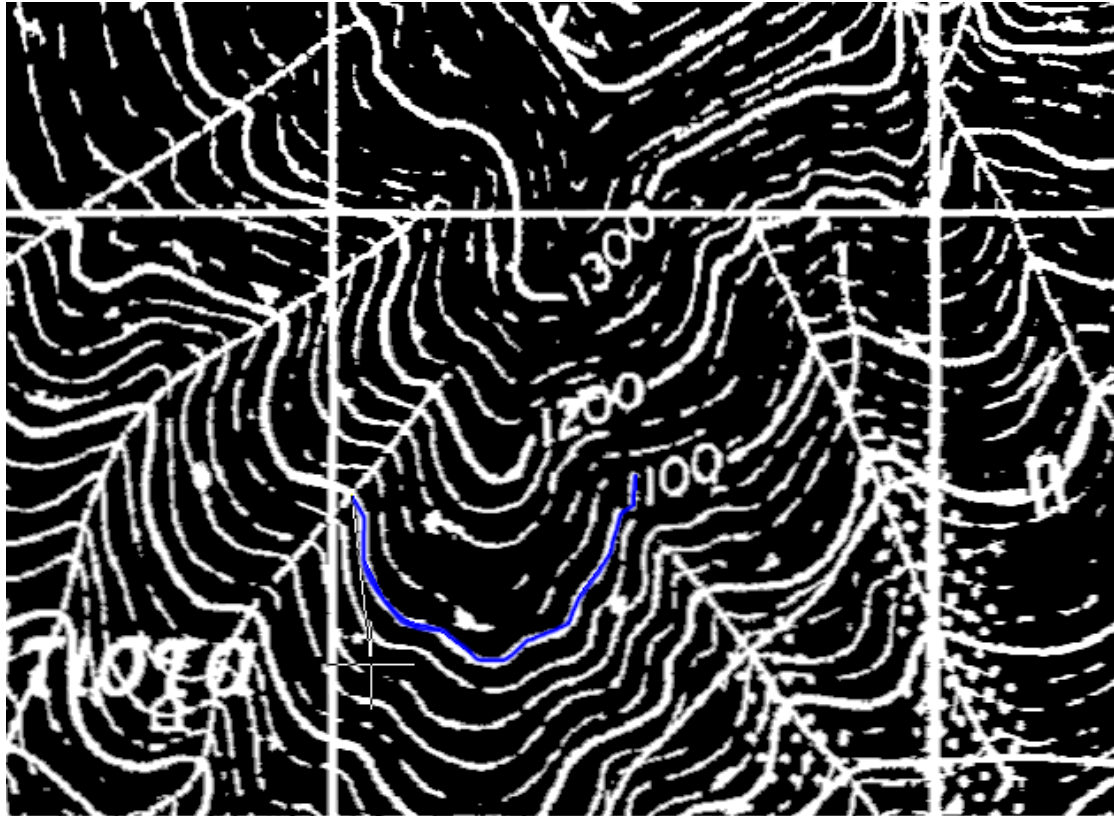
Με την μετατροπή αυτή κάθε σημείο των ισοΨών θα αποκτήσει συντεταγμένες Χ,Υ και ένα υψόμετρο Ζ. Δηλαδή σε κάθε καμπύλη θα εμπεριέχονται και οι τρεις διαστάσεις έτσι ώστε να μπορεί να γίνει η τρισδιάστατη προβολή τους.

Λόγο του μεγέθους των χαρτών, του χρώματος τους που πλέον είναι ασπρόμαυρο αλλά και των υπόλοιπων πληροφοριών που απεικονίζονται σε αυτούς ίσως είναι δύσκολη η διάκριση των ισοψών καμπύλων από τις υπόλοιπες γραμμές του χάρτη . Για το λόγο αυτό η μετατροπή των ισοψών σε διανύσματα πρέπει να γίνεται προσεκτικά και με σειρά. Επίσης είναι καλό να μην αφήνουμε ανοιχτές ισοψείς αλλά να φτάνουμε μέχρι το τέλος τους πριν πάμε σε μια άλλη.

Η μετατροπή των ισοψών γίνεται με την εντολή **Image > Vectorization Tools > Contour Follower**. Δίνοντας την εντολή μας ζητείται να ορίσουμε ποια ισοψή να ακολουθήσει ο ανιχνευτής. Αφού επιλέξουμε την ισοψή ο ανιχνευτής σταματά εκεί που θα βρει ένα κενό ή μια διασταύρωση από γραμμές όπως φαίνεται στην εικόνα 4.4.

Όταν συμβεί αυτό μπορούμε χειροκίνητα να ορίσουμε το επόμενο σημείο. Αν θέλουμε να συνεχίσει ο ανιχνευτής μετά από το σημείο που ορίσαμε πατάμε **o** και **Enter** και ο ανιχνευτής συνεχίζει να ακολουθεί την ισοψή έως ότου βρει το επόμενο εμπόδιο.

Όταν ο ανιχνευτής φτάσει στο τέλος της ισοψούς πατάμε το **Enter** για να σταματήσει η ανίχνευση. Τότε μας ζητείται να ορίσουμε το υψόμετρο της. Δίνουμε την τιμή του και πατώντας το **Enter** η ισοψής τοποθετείται ανάλογα με το υψόμετρο της στο αντίστοιχο **Layer**.



Εικόνα 4.4 Ανιχνευτής ισοΨών - Contour Follower.

Οι εντολές που μας χρειάζονται κατά την χρήση του **Contour Follower** είναι τέσσερις.

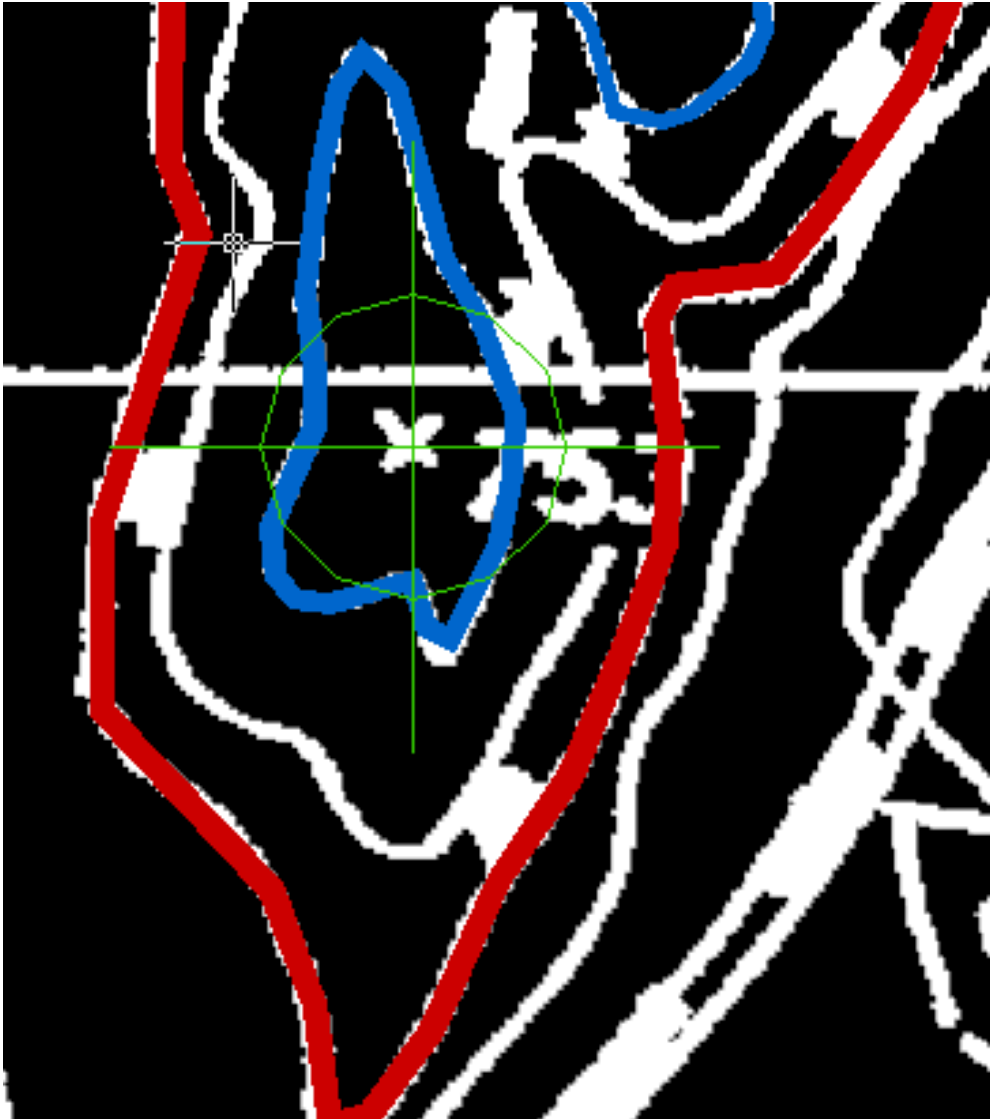
Η πρώτη είναι η **Switch** που δίνεται με **S** και **Enter**. Με την **Switch** μεταφέρεται ο κέρσορας από την μια άκρη της ισοΨούς στην άλλη.

Η δεύτερη εντολή είναι η **Rollback** και δίνεται με **R** και **Enter**. Με την **Rollback** μπορούμε να μεταφέρουμε τον κέρσορα πίσω σε όποιο σημείο θέλουμε.

Η τρίτη εντολή είναι η **Close** και δίνεται με **C** και **Enter**. Με την **Close** κλείνουμε μια ισοΨή και στη συνέχεια δίνουμε το υψόμετρο της.

Η τέταρτη εντολή είναι η **Join** και δίνεται με **J** και **Enter**. Με την **Join** μπορούμε να ενώσουμε δυο ισοΨείς.

Εκτός από τις ισοΨείς θα πρέπει να ορίσουμε και το υψόμετρο των κορυφών (Εικόνα 4.5).

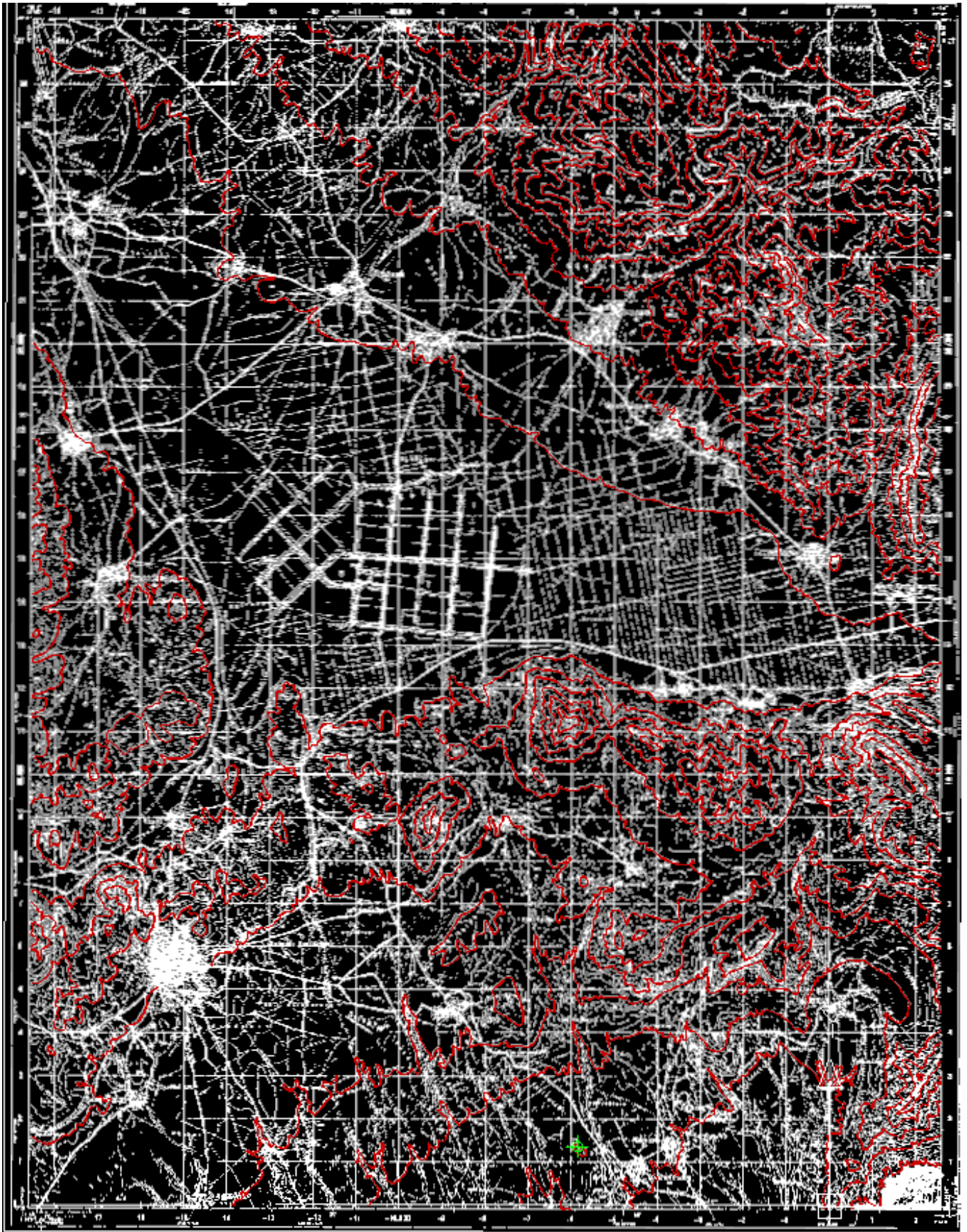


Εικόνα 4.5 Σημείο κορυφής.

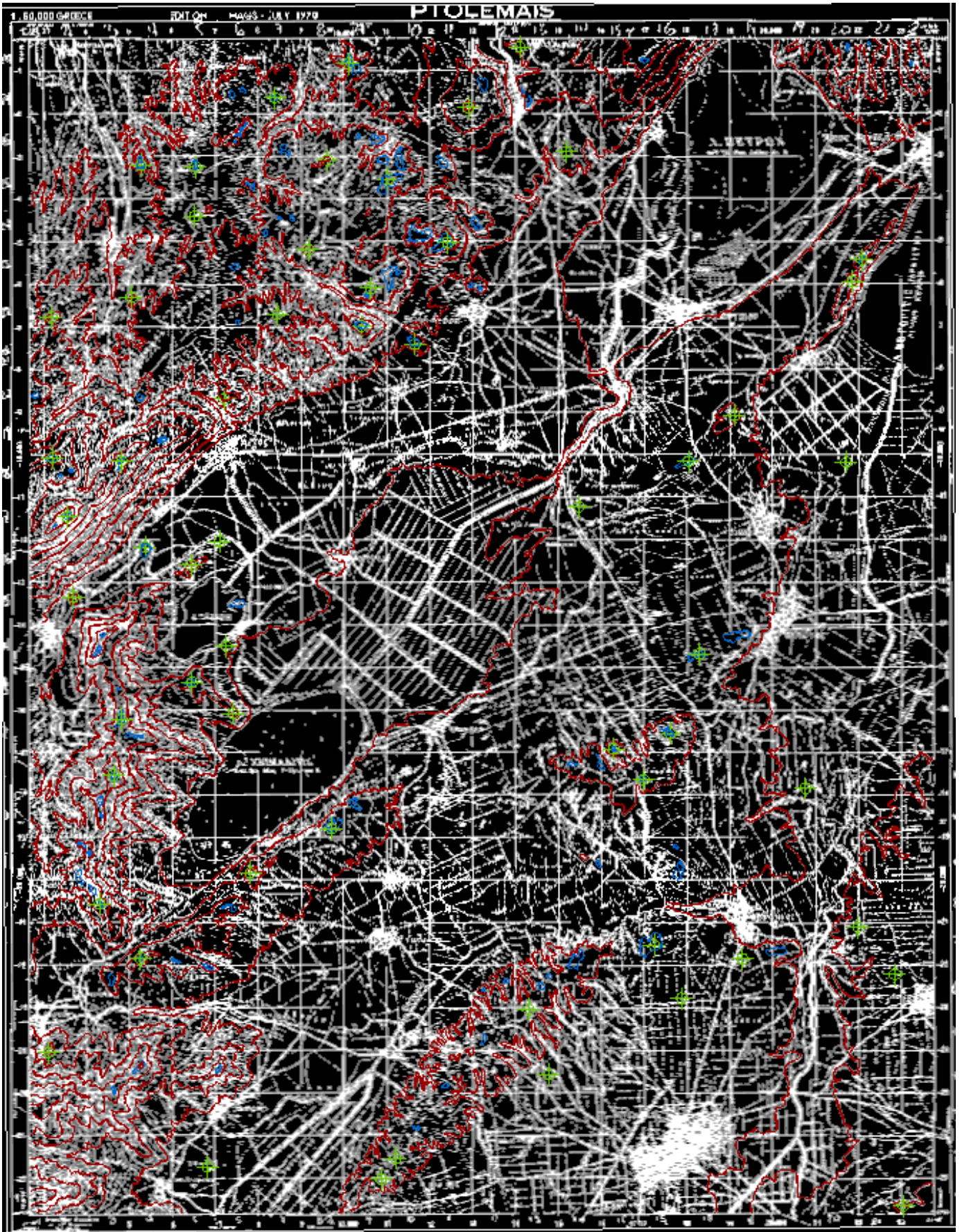
Αυτό γίνεται δίνοντας ένα σημείο με την εντολή **Draw > Point > Single Point**. Αφού δώσουμε το σημείο κάνουμε δεξί κλικ επάνω του, πατάμε **Properties** και στο πεδίο **Position Z** βάζουμε το υψόμετρο.

Αφού μετατρέψουμε τις ισοψείς και δώσουμε σημεία στις κορυφές θα έχουμε ένα αποτέλεσμα όπως φαίνεται στις εικόνες 4.6, 4.7, 4.8, και 4.9 με την εικόνα στο φόντο, στην εικόνα 4.10 σε ζουμ και όπως φαίνεται στις εικόνες 4.11, 4.12, 4.13 και 4.14 χωρίς την εικόνα αλλά με λευκό φόντο.

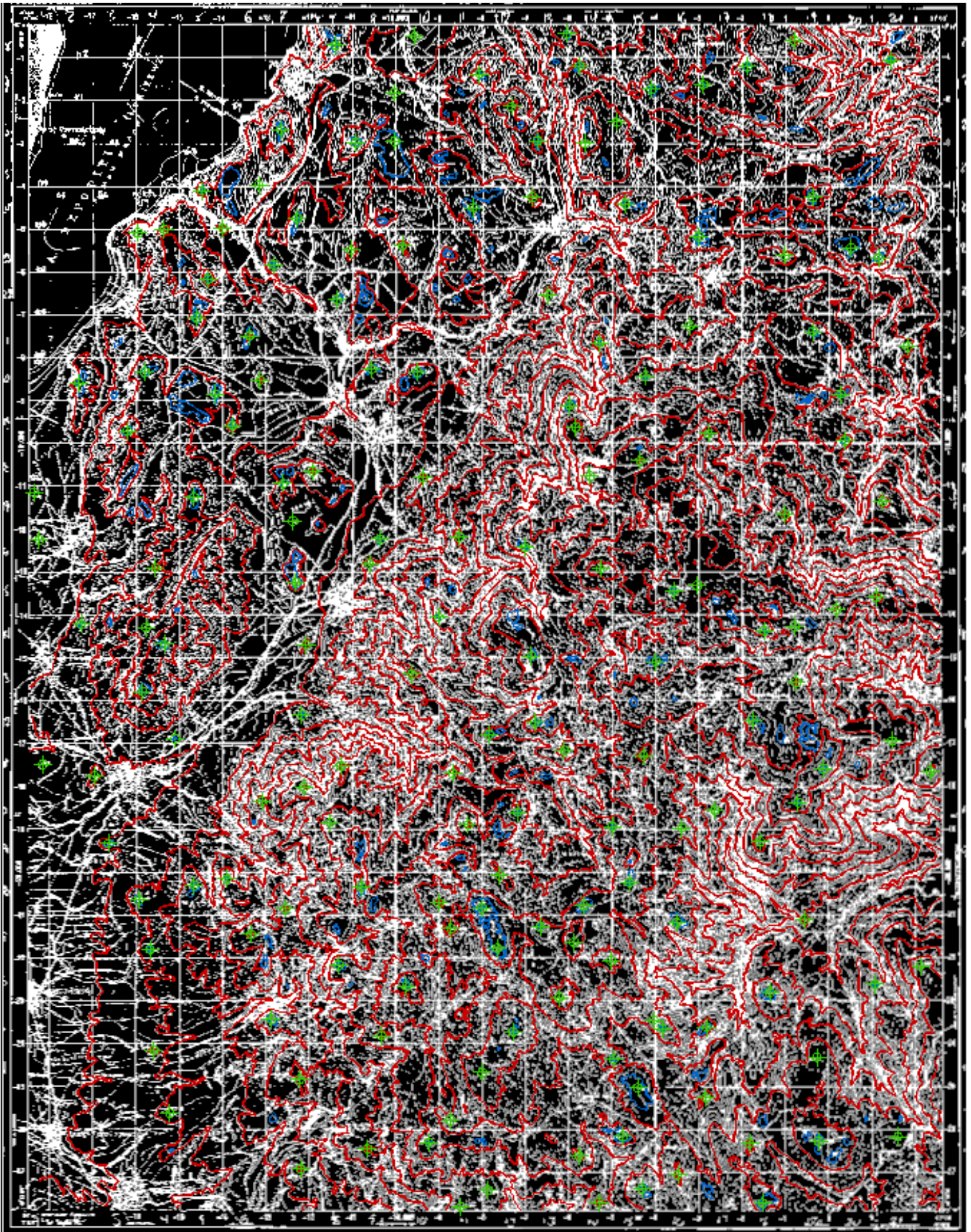
Τέλος κάνουμε εξαγωγή των δεδομένων κάθε χάρτη σε αρχείο **DXF** από το μενού **File > Save as**, για να τα χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια.



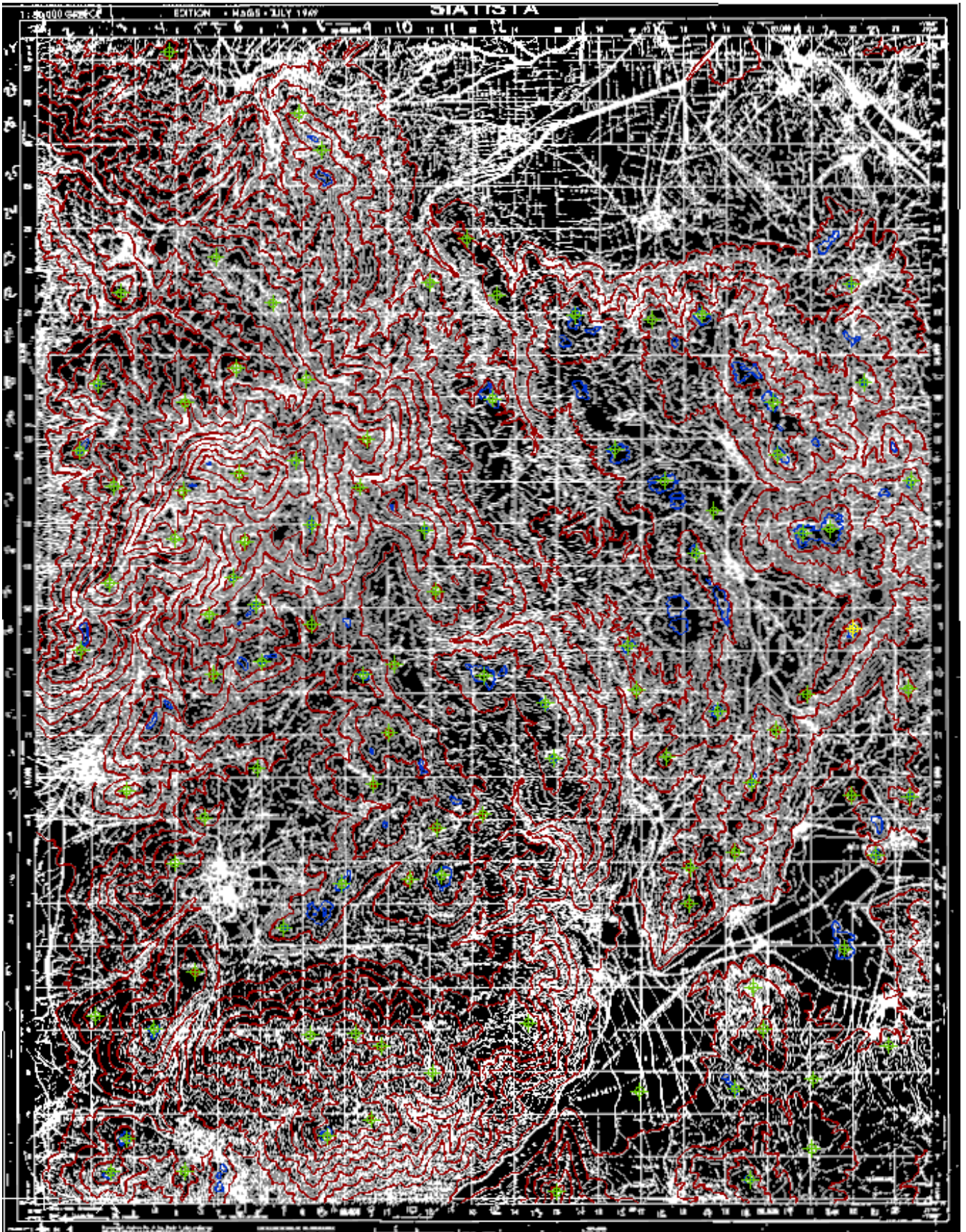
Εικόνα 4.6 Χάρτης Κοζάνης με φόντο την εικόνα.



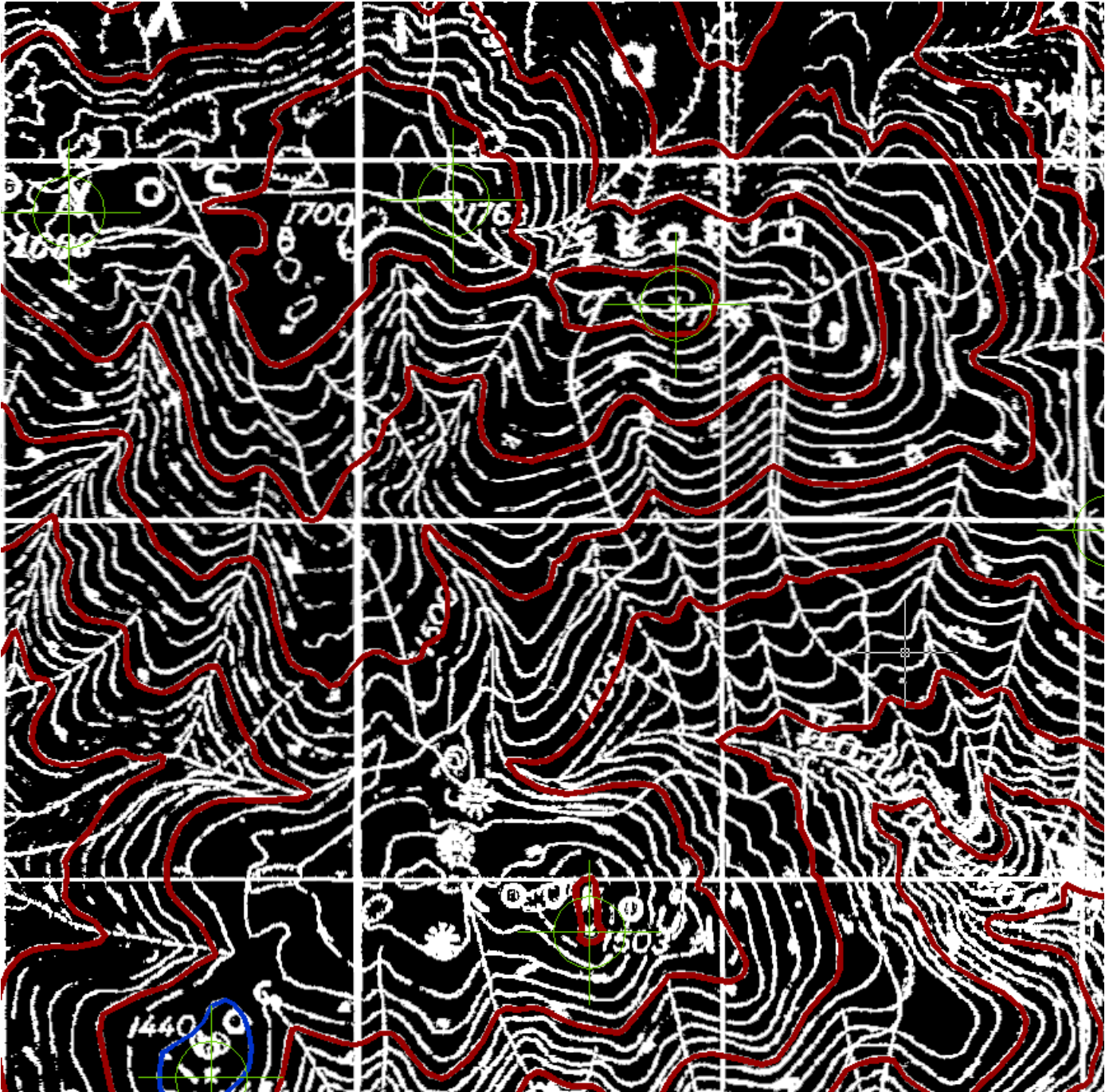
Εικόνα 4.7 Χάρτης Πτολεμαΐδας με φόντο την εικόνα.



Εικόνα 4.8 Χάρτης Πύργων με φόντο την εικόνα.



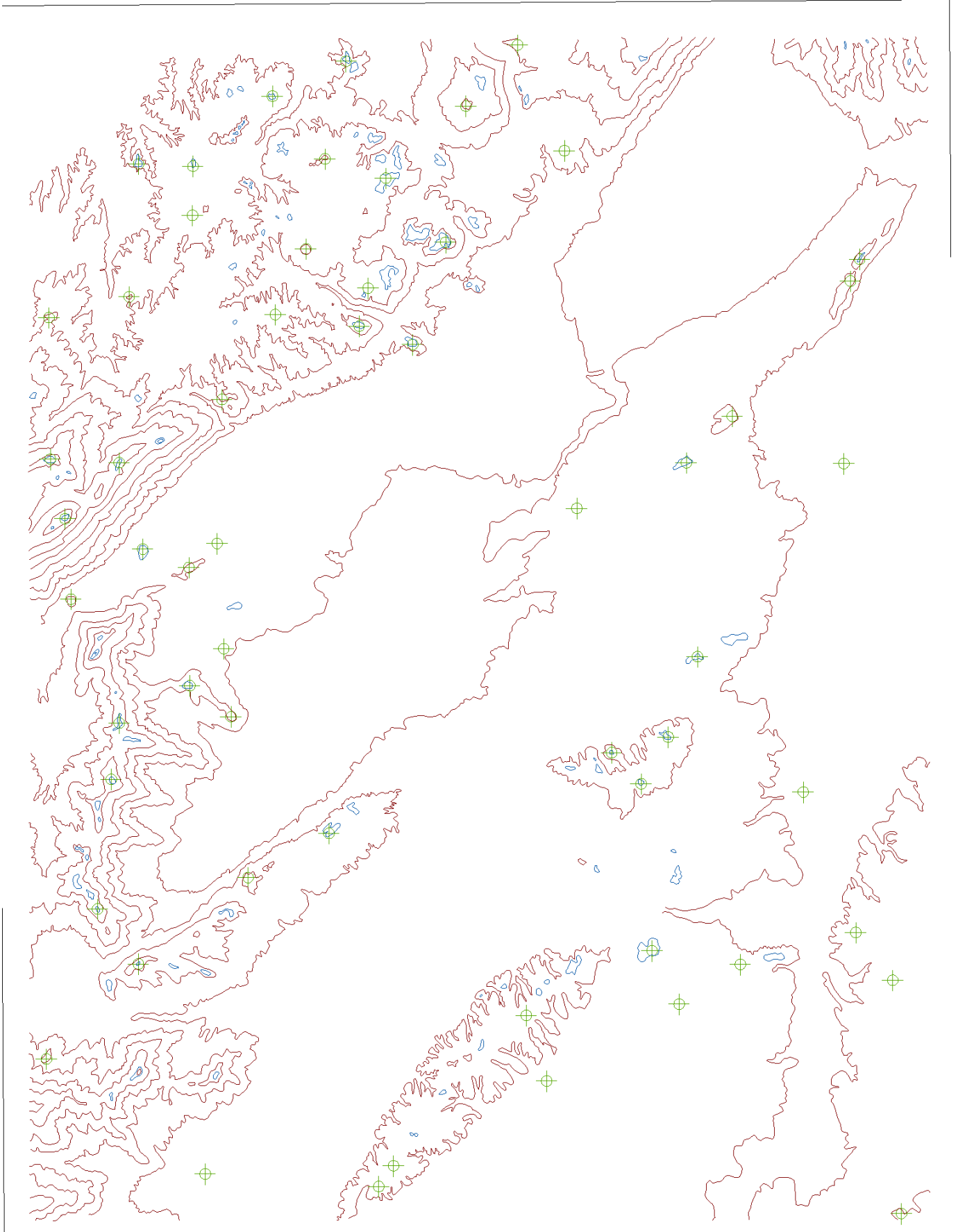
Εικόνα 4.9 Χάρτης Σιάτιστας με φόντο την εικόνα.



Εικόνα 4.10 Ζουμ σε περιοχή του χάρτη με φόντο την εικόνα.



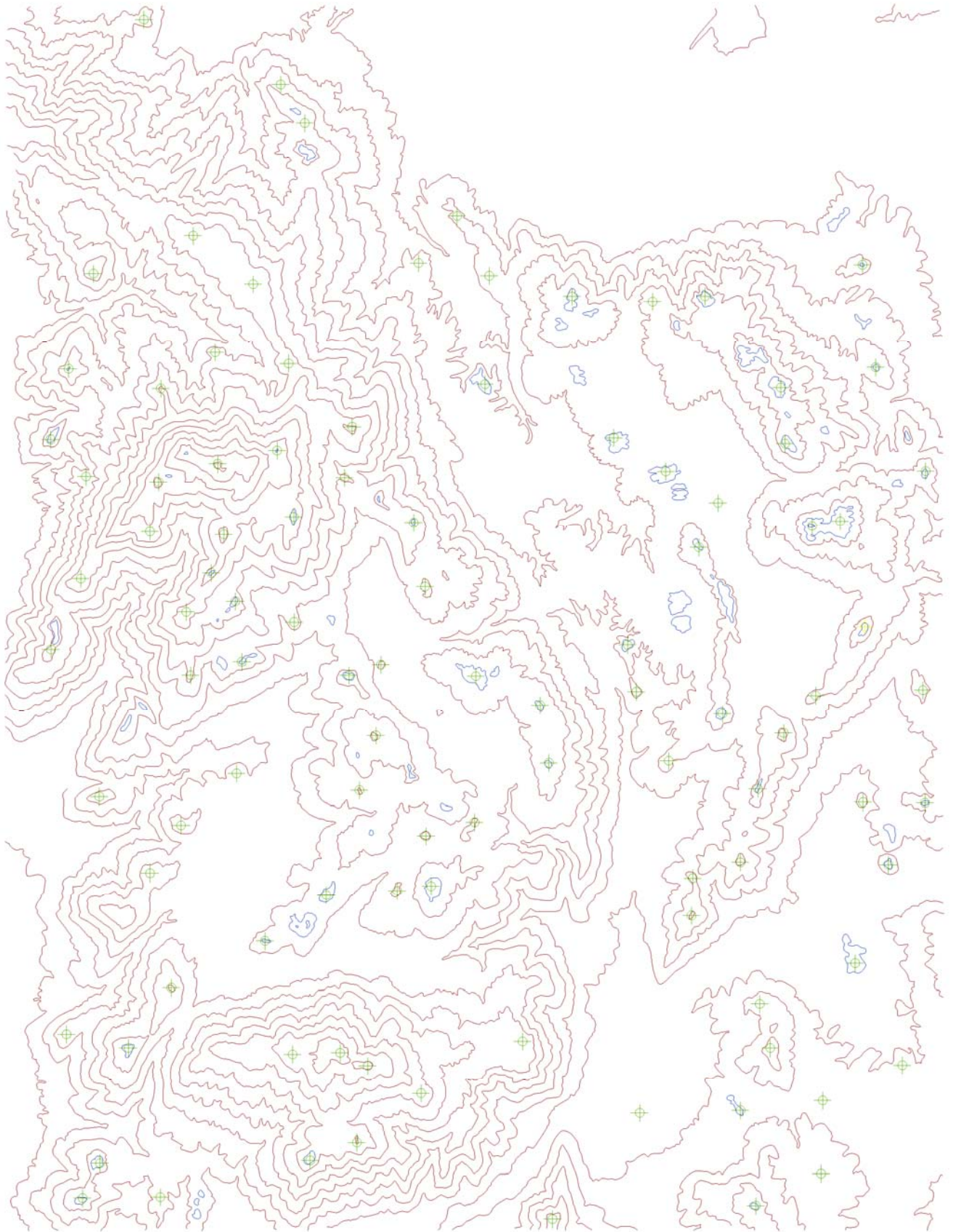
Εικόνα 4.11 ΙσοΨείς του χάρτη Κοζάνης σε λευκό φόντο.



Εικόνα 4.12 ΙσοΨείς του χάρτη Πτολεμαΐδας σε λευκό φόντο.



Εικόνα 4.13 ΙσοΨείς χάρτη Πύργων σε λευκό φόντο.



Εικόνα 4.14 ΙσοΨείς χάρτη Σιάτιστας σε λευκό φόντο.

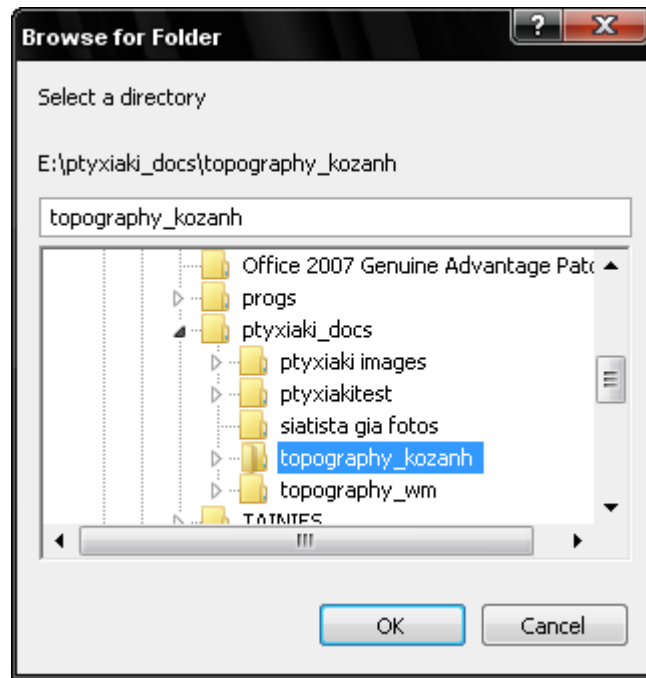
5. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

5.1 ΑΡΧΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΟΥ

Ξεκινώντας το λογισμικό **VULCAN** πρέπει να επιλέξουμε τον φάκελο στον οποίο θα εργαστούμε και στον οποίο είναι αποθηκευμένα τα δεδομένα που θα χρησιμοποιήσουμε (Εικόνα 5.1 & 5.2).

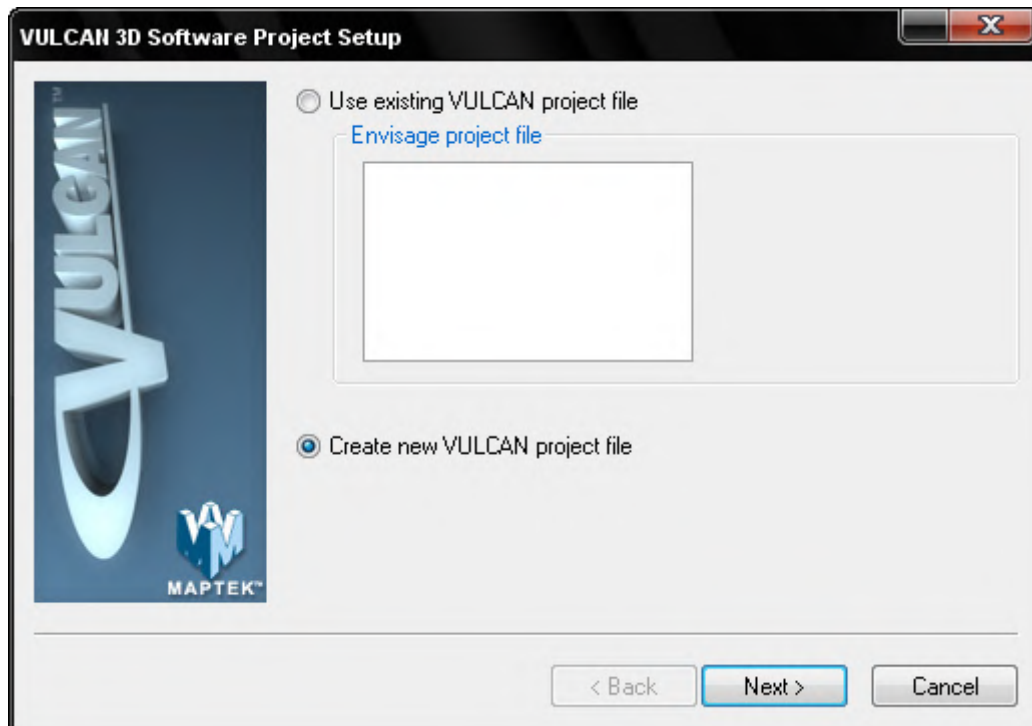


Εικόνα 5.1 Αρχικό παράθυρο VULCAN.



Εικόνα 5.2 Παράθυρο επιλογής φακέλου.

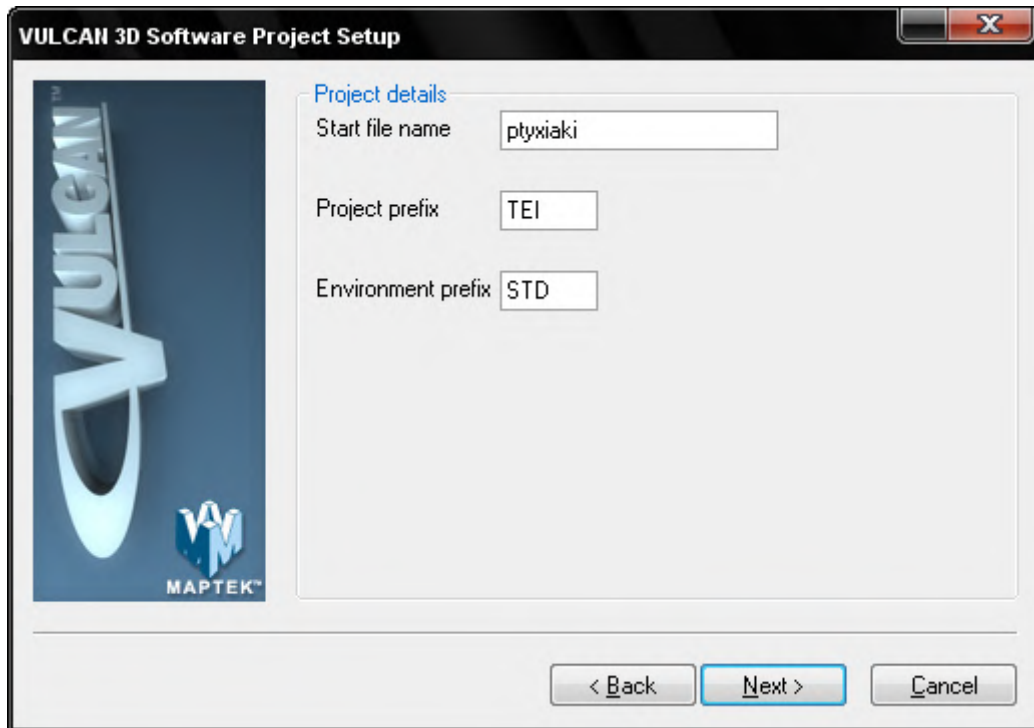
Αφού επιλέξουμε τον φάκελο πατάμε την επιλογή **ENVISAGE** για να μπούμε στο γραφικό περιβάλλον του **VULCAN** όπου εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.3 για τις ρυθμίσεις του σχεδίου.



Εικόνα 5.3 Ρυθμίσεις σχεδίου – Project Setup.

Εδώ τσεκάρουμε την επιλογή **Create new VULCAN project file** και πατάμε **Next**.

Στη συνέχεια εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.4 όπου στο πεδίο **Start file name** δίνουμε ένα όνομα για το σχέδιο το οποίο θα αποθηκευτεί με κατάληξη **.dg1**. Στο πεδίο **Project prefix** γράφουμε ένα πρόθεμα για το σχέδιο και πατάμε **Next**.



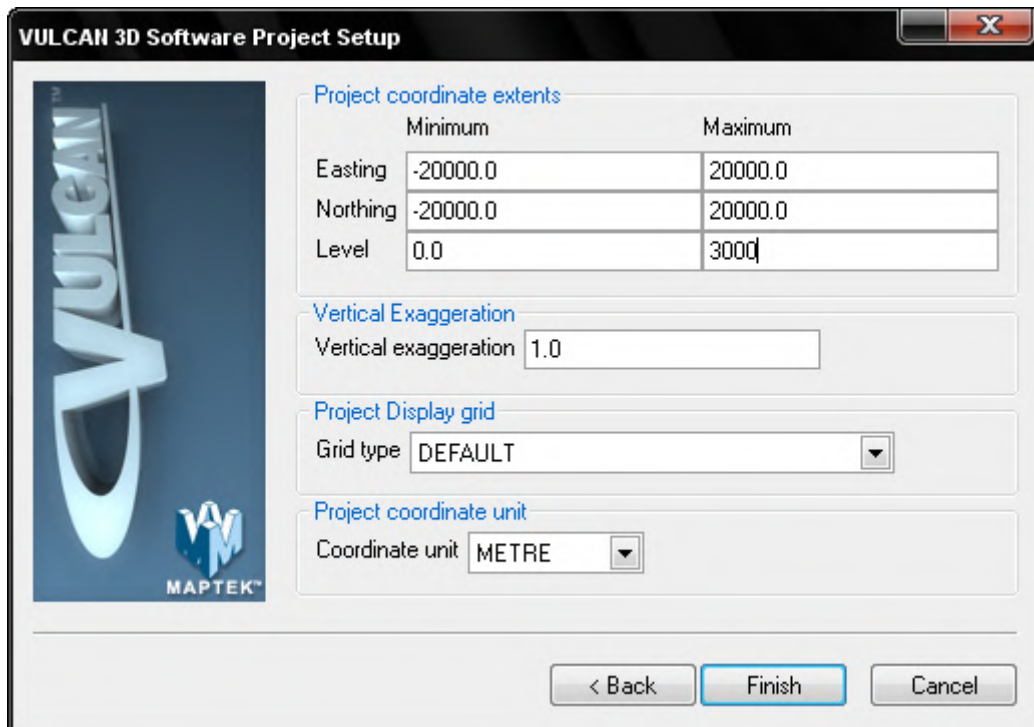
Εικόνα 5.4 Ρυθμίσεις σχεδίου – Project setup.

Εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.5.

Στο πεδίο **Project coordinate extents** ορίζουμε τα όρια του σχεδίου κατά ανατολή, βορά και κατά τον άξονα **Z** που είναι το ύψος.

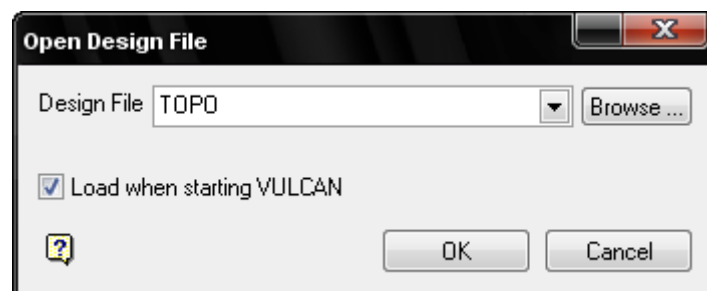
Στο πεδίο **Project display grid** μπορούμε να επιλέξουμε τον τύπο του πλέγματος. Αφήνουμε την προεπιλογή του προγράμματος (**Default**) που είναι ένα ορθογωνικό πλέγμα με άξονες **x,y,z**.

Τέλος στο πεδίο **Project coordinate unit** επιλέγουμε τις μονάδες που θα χρησιμοποιηθούν στο σχέδιο που είναι μέτρα, **METRE** και πατάμε **Finish**.



Εικόνα 5.5 Ρυθμίσεις σχεδίου – Project Setup.

Αφού γίνουν οι ρυθμίσεις του σχεδίου εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.6 όπου δίνουμε ένα όνομα για το αρχείο σχεδίου και τσεκάρουμε την επιλογή **Load when starting VULCAN** για να φορτώνει το πρόγραμμα αυτό το αρχείο κατά την εκκίνηση του και πατάμε το **OK**.



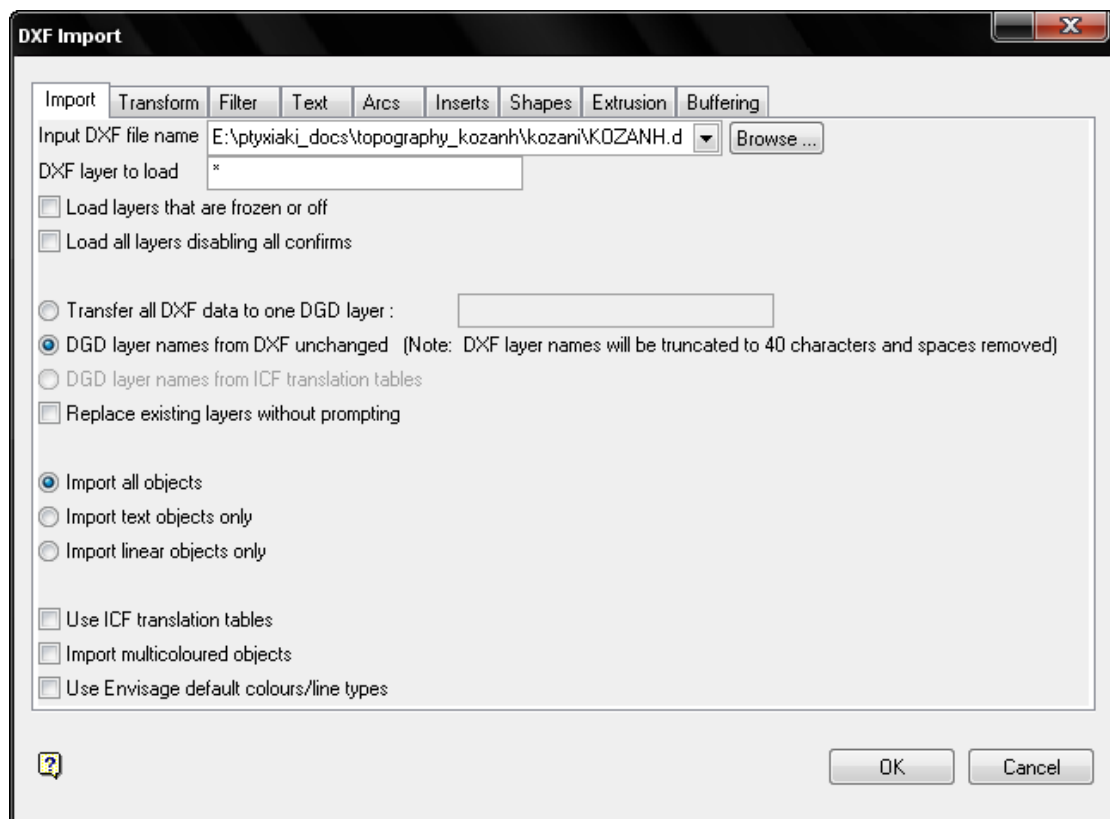
Εικόνα 5.6 Άνοιγμα αρχείου σχεδίου – Open Design File.

5.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΧΑΡΤΗ

Για την εισαγωγή των δεδομένων που δημιουργήθηκαν από την ψηφιοποίηση των χαρτών θα χρησιμοποιήσουμε τα αρχεία **DXF** του κάθε χάρτη.

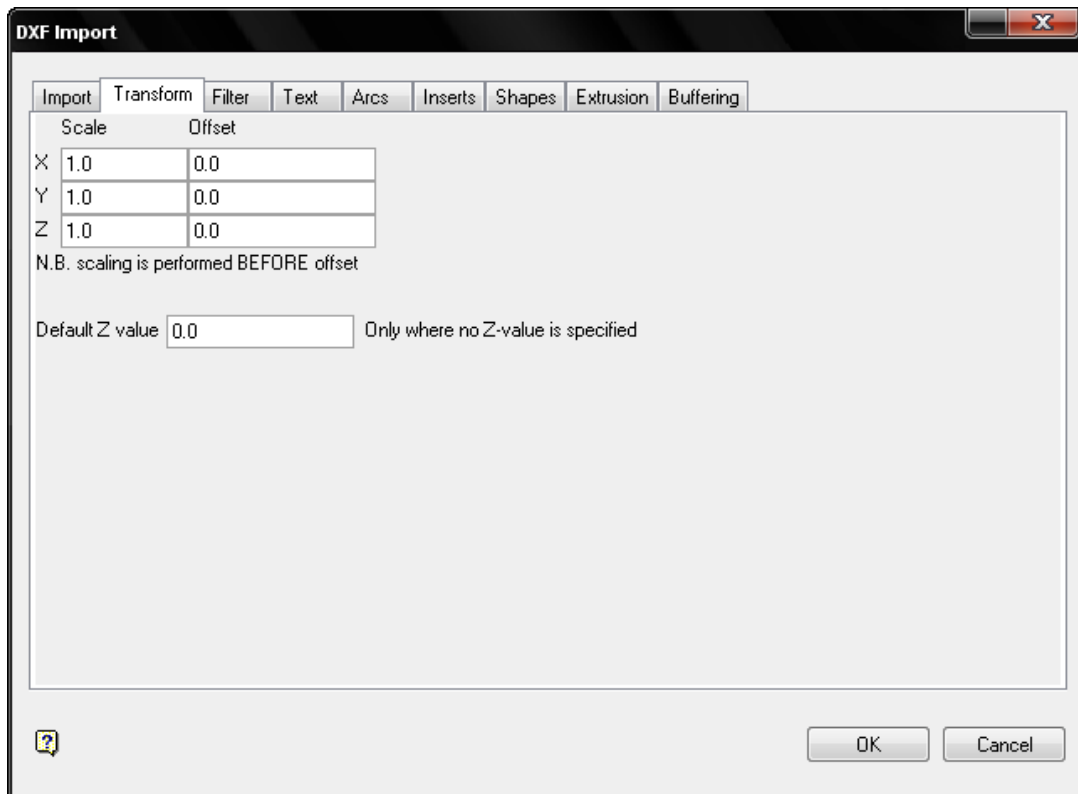
Η εισαγωγή ενός αρχείου **DXF** γίνεται από το μενού **File > Import Export > Import DXF**. Κατά την εισαγωγή του αρχείου **DXF** εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.7.

Στην καρτέλα **Import** και στο πεδίο **Input DXF file name** επιλέγουμε το αρχείο DXF της περιοχής Κοζάνης και στο πεδίο **DXF layers to load** επιλέγουμε τα Layers που θέλουμε να εισάγουμε. Προεπιλογή είναι το (*). Έτσι επιλέγονται όλα τα **Layers** που βρίσκονται στο αρχείο **DXF**.



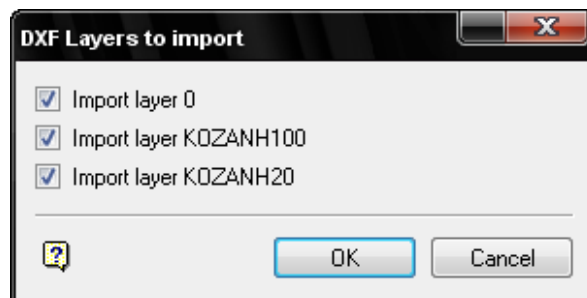
Εικόνα 5.7 Παράθυρο εισαγωγής αρχείου DXF – DXF Import.

Στην καρτέλα **Transform** (Εικόνα 5.8) και στο πεδίο **Scale** μπορούμε να αλλάξουμε την κλίμακα των αξόνων **x,y,z** δίνοντας την αντίστοιχη τιμή. Η προεπιλογή είναι 1.0 και έτσι θα την αφήσουμε.



Εικόνα 5.8 εισαγωγή αρχείου DXF – Import DXF, Transform.

Στη συνέχεια πατάμε **OK** και στο επόμενο παράθυρο (Εικόνα 5.9) επιλέγουμε όλα τα **Layers** και πατάμε **OK**.

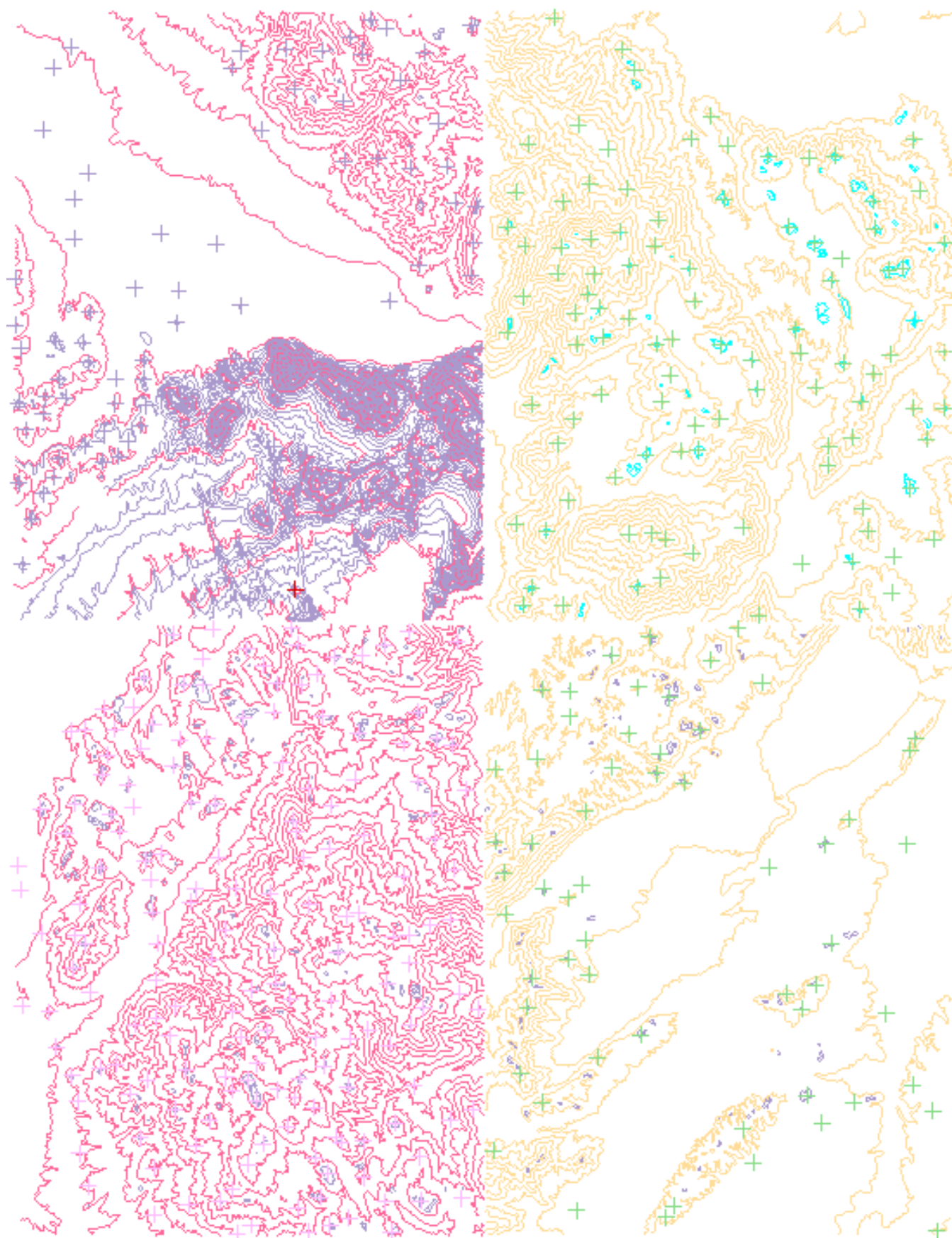


Εικόνα 5.9 Επιλογή επιπέδων για εισαγωγή – DXF Layers to import.

Το επόμενο παράθυρο που είναι το παράθυρο επιβεβαίωσης (**Confirm**) πατάμε **Retain selection** και γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων.

Τα ίδια βήματα επαναλαμβάνονται για την εισαγωγή των αρχείων DXF για τις περιοχές της Πτολεμαΐδας, της Σιάτιστας και των Πύργων αντίστοιχα.

Αφού γίνει η εισαγωγή των τεσσάρων χαρτών το αποτέλεσμα είναι αυτό που φαίνεται στην εικόνα 5.10.



Εικόνα 5.10 Αποτέλεσμα εισαγωγής αρχείων DXF.

Παρατηρούμε ότι τα φύλλα χάρτη δεν τοποθετήθηκαν κατά την σωστή διάταξη. Αυτό γίνεται λόγω του ότι οι χάρτες τοποθετήθηκαν σε ένα τετραγωνικό πλέγμα με βάση τις τιμές Χ,Υ. Στην εικόνα 5.11 βλέπουμε τις τιμές στα σημεία των γωνιών κάθε χάρτη κατά τους άξονες Χ και Υ.



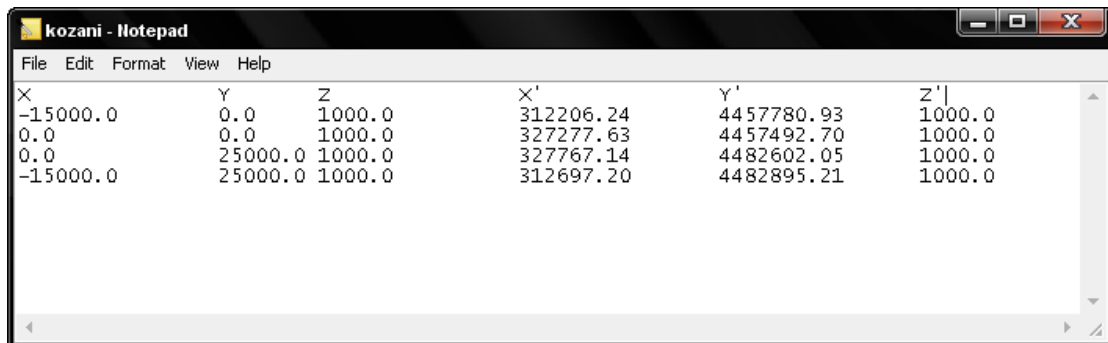
Εικόνα 5.11 Διάγραμμα θέσης χαρτών στο σχέδιο.

Για να διορθώσουμε τη θέση των χαρτών θα κάνουμε μετατροπή του προβολικού συστήματος από HATT σε ΕΓΣΑ'87.

5.3 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΟΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΗΑΤΤ ΣΕ ΕΓΣΑ

Για τον μετασχηματισμό του προβολικού συστήματος χρειάζονται τέσσερα σετ τιμών κατά X, Y, Z από γνωστά σημεία του κάθε χάρτη με το υπάρχον προβολικό σύστημα που στην περίπτωση μας είναι το ΗΑΤΤ και τέσσερα σετ τιμών κατά X, Y, Z των ίδιων σημείων στο προβολικό σύστημα που θέλουμε να γίνει η μετατροπή το οποίο είναι το ΕΓΣΑ. Με αυτό τον τρόπο θα δημιουργήσουμε μια μήτρα από ένα σύνολο αρχικών και μετασχηματισμένων σημείων.

Δημιουργούμε ένα αρχείο κειμένου **.txt** (text document), το ονομάζουμε ανάλογα με τον χάρτη στον οποίο αντιστοιχεί και εισάγουμε σε αυτό τα σετ των αρχικών σημείων και τα σετ των μετασχηματισμένων σημείων όπως φαίνεται στην εικόνα 5.12.



Εικόνα 5.12 Αρχείο κειμένου με τα ζεύγη σημείων μετασχηματισμού.

Στην πρώτη, την δεύτερη και την τρίτη στήλη είναι τα αρχικά σημεία κατά X, Y, Z ενώ στην τέταρτη, την πέμπτη και την έκτη στήλη είναι τα αντίστοιχα μετασχηματισμένα σημεία κατά X', Y', Z'. Κάνουμε την ίδια διαδικασία για όλους τους χάρτες με τα σετ τιμών του καθενός, αποθηκεύουμε τα αρχεία με τις τιμές και πάμε να δημιουργήσουμε την μήτρα.

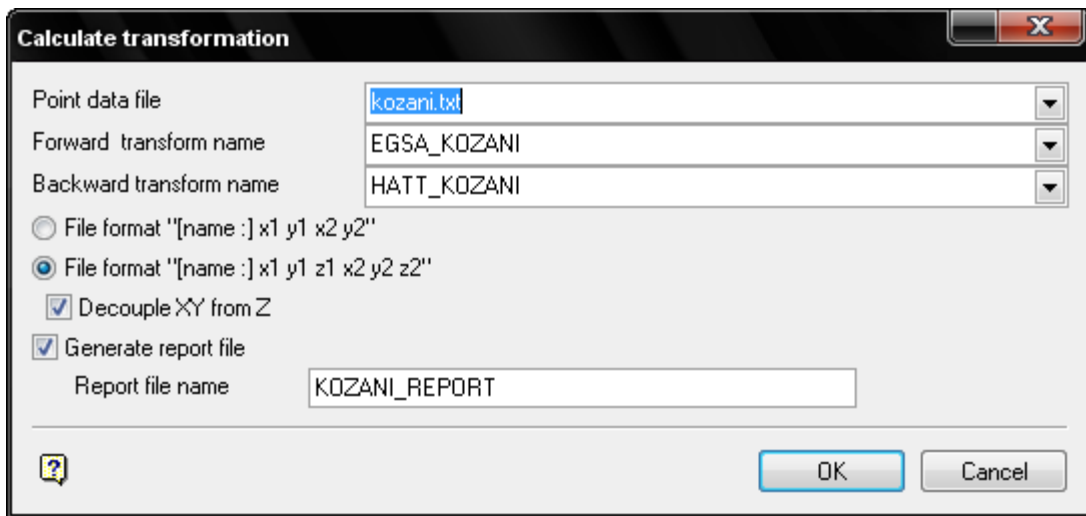
Από το μενού του VULCAN επιλέγουμε **Design > Transformation > Calculate** και εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.13.

Στο πεδίο **Point data file** επιλέγουμε το αρχείο κειμένου με τα σημεία μετασχηματισμού του χάρτη πχ **kozani.txt** για τον χάρτη της Κοζάνης.

Στο πεδίο **Forward transform name** δίνουμε το όνομα για το προβολικό σύστημα του χάρτη μετά από τον μετασχηματισμό πχ **EGSA_KOZANI**.

Στο πεδίο **Backward transform name** δίνουμε ένα όνομα για το αρχικό προβολικό σύστημα του χάρτη πχ **HATT_KOZANI**.

Στη συνέχεια επιλέγουμε από τα πεδία **File format** τον τύπο του αρχείου κειμένου που δημιουργήσαμε. Δηλαδή αν το αρχείο είναι με ζεύγη τιμών κατά X και Y τσεκάρουμε την πρώτη επιλογή, αν το αρχείο περιέχει και τον άξονα Z τότε τσεκάρουμε την δεύτερη επιλογή. Η πρώτη επιλογή είναι για μετασχηματισμό δυο διαστάσεων ενώ η δεύτερη για μετασχηματισμό τριών διαστάσεων. Εμείς επιλέγουμε την δεύτερη. Τέλος τσεκάρουμε την επιλογή **Generate report file** και δίνουμε ένα όνομα για το αρχείο αναφοράς που θα δημιουργηθεί πχ **KOZANI_REPORT** και πατάμε **OK**.

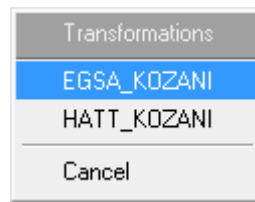


Εικόνα 5.13 Παράθυρο ρυθμίσεων μετασχηματισμού – Calculate transformation.

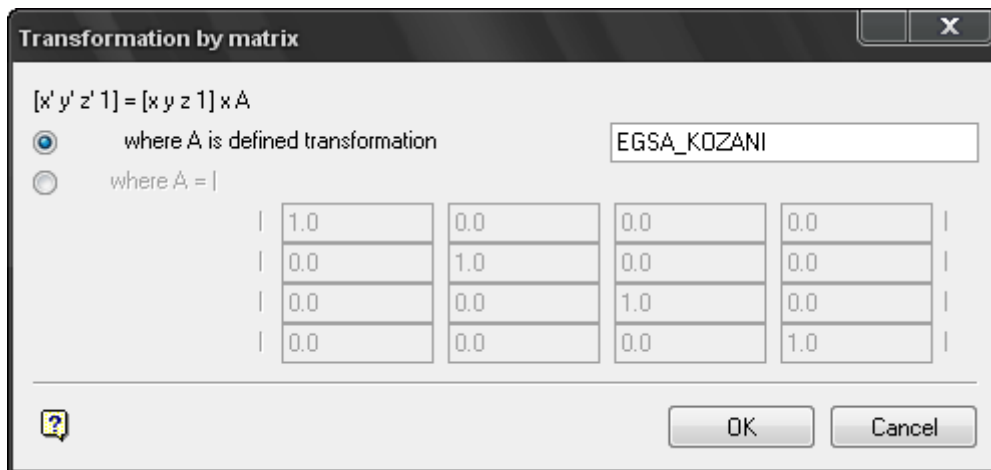
Η μήτρα δημιουργήθηκε και θα την χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια. Κάνουμε την ίδια διαδικασία για όλους τους χάρτες.

Ο μετασχηματισμός του χάρτη γίνεται από το μενού **Design > Transformation > Matrix**. Εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.14 που επιλέγουμε το προβολικό σύστημα στο οποίο θέλουμε να μετασχηματίσουμε τον χάρτη πχ **EGSA_KOZANI** και εμφανίζεται το παράθυρο μετασχηματισμού από μήτρα (Εικόνα 5.15) όπου πατάμε **OK**.

Για να γίνει ο μετασχηματισμός θα πρέπει κάθε φορά να έχουμε φορτωμένα τα **Layers** του χάρτη που θα μετασχηματίσουμε.

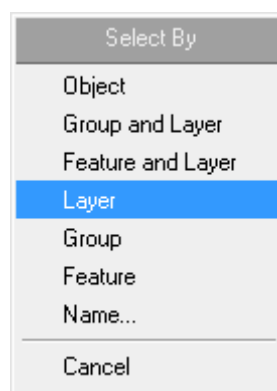


Εικόνα 5.14 Επιλογή προβολικού συστήματος.



Εικόνα 5.15 Παράθυρο μετασχηματισμού από μήτρα.

Στη συνέχεια εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.16 που ορίζουμε με πιο τρόπο θα επιλέξουμε το αντικείμενο που θα εφαρμοστεί ο μετασχηματισμός. Επιλέγουμε **Select By Layer** και επιλέγουμε το ένα από τα τρία **Layer** του χάρτη, επιβεβαιώνουμε την επιλογή στο παράθυρο **Confirm** και στη συνέχεια πατάμε **Retain** για να γίνει ο μετασχηματισμός του **Layer**. Με τον ίδιο τρόπο μετασχηματίζουμε και τα άλλα δυο **Layer** του χάρτη.

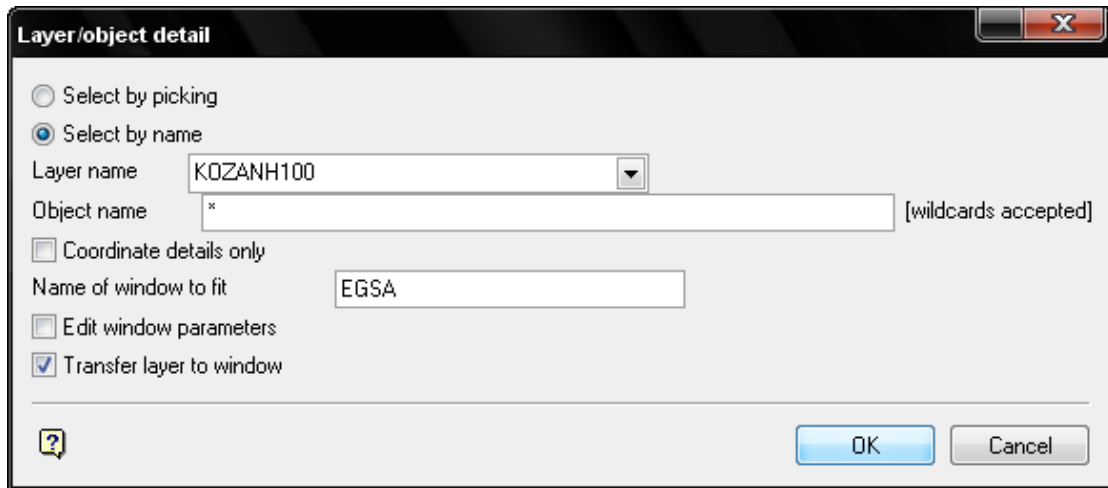


Εικόνα 5.16 Παράθυρο επιλογής αντικειμένου προς μετασχηματισμό.

Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία για τους υπόλοιπους χάρτες και αποθηκεύουμε τις αλλαγές.

Λόγο τις αλλαγής του προβόλου συστήματος οι χάρτες φαίνονται σαν μια κουκίδα στην οθόνη του υπολογιστή. Αυτό συμβαίνει γιατί οι καινούριες συντεταγμένες των χαρτών βρίσκονται έξω από τα όρια του σχεδίου που ορίσαμε κατά την δημιουργία του.

Από το μενού **View > Windows > Fit to Layer** εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.17.

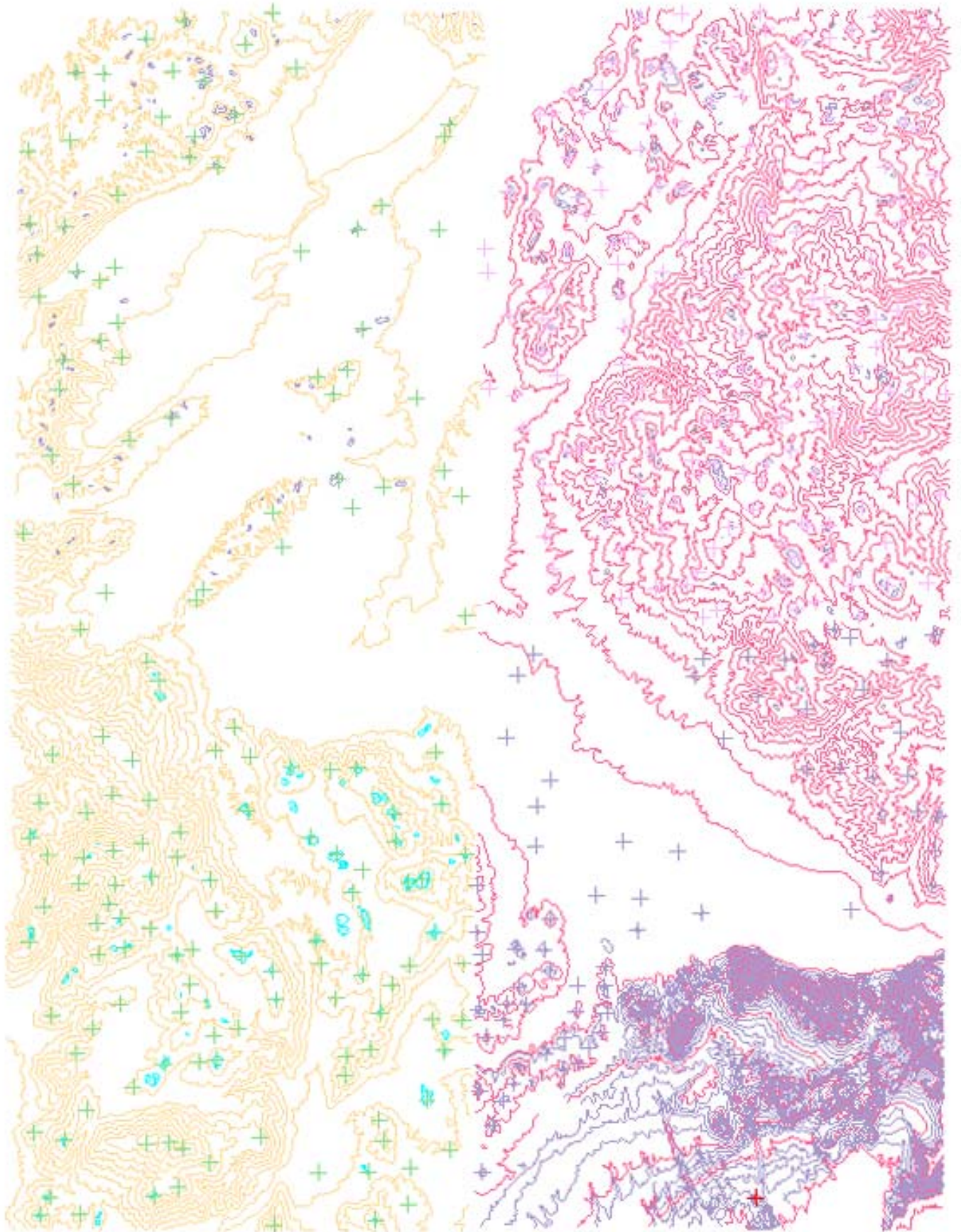


Εικόνα 5.17 Παράθυρο προσαρμογής οθόνης στο επίπεδο.

Στο πεδίο **Layer name** επιλέγουμε το **Layer** που θα χρησιμοποιηθεί για την προσαρμογή, στο πεδίο **Object name** αφήνουμε το (*) που σημαίνει ότι θα επιλεγούν όλα τα αντικείμενα και στο πεδίο **Name of window to fit** δίνουμε ένα όνομα για το παράθυρο που θα δημιουργηθεί πχ **EGSA** και πατάμε **OK**.

Στη συνέχεια αποθηκεύουμε τις αλλαγές.

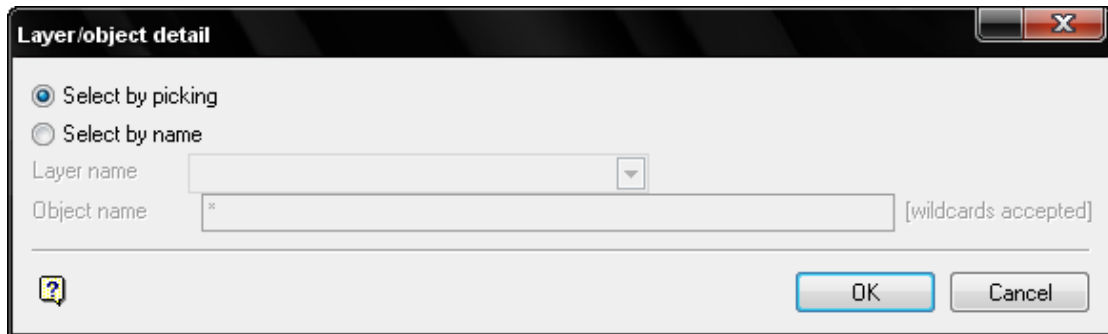
Το αποτέλεσμα είναι αυτό της εικόνας 5.18. Οι χάρτες προβάλλονται στην οθόνη και βρίσκονται στην σωστή τους θέση μετά τον μετασχηματισμό.



Εικόνα 5.18 Αποτέλεσμα μετά από τον μετασχηματισμό του προβολικού συστήματος από HATT σε ΕΓΣΑ.

Στη συνέχεια θα δημιουργήσουμε ένα καινούριο σχέδιο για να ξανά ορίσουμε τα όρια του σχεδίου ώστε να ταιριάζουν με τις καινούριες συντεταγμένες των χαρτών.

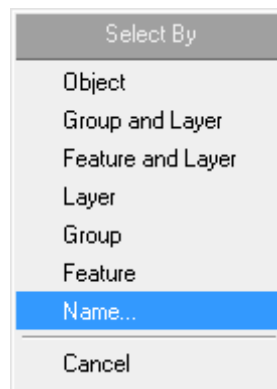
Για να δούμε τα όρια των συντεταγμένων των χαρτών επιλέγουμε από το μενού **Analyze > Details > Layer Range** και εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.19.



Εικόνα 5.19 Επιλογή επίπεδων – Layer.

Τσεκάρουμε την επιλογή **Select by picking** και πατάμε **OK**.

Στο παράθυρο της εικόνας 5.20 ορίζουμε τον τρόπο που θα επιλέξουμε τα αντικείμενα επιλέγοντας **Name**.



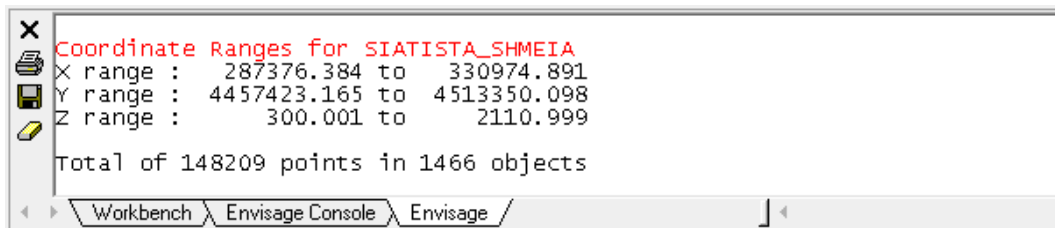
Εικόνα 5.20 Παράθυρο ορισμού τρόπου επιλογής.

Στη συνέχεια εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.21 που σε όλα τα πεδία αφήνουμε το (*) για να επιλεγούν όλα τα **Layer** και πατάμε **OK**.



Εικόνα 5.21 Παράθυρο επιλογής από ονομασία.

Μετά την εκτέλεση της εντολής στο παράθυρο αναφορών στην εικόνα 5.22 αναγράφονται τα όρια.



Εικόνα 5.22 Εμφάνιση ορίων των χαρτών.

Για να δημιουργήσουμε ένα καινούριο σχέδιο πρέπει να κλείσουμε το VULCAN και να το ξανά ανοίξουμε.

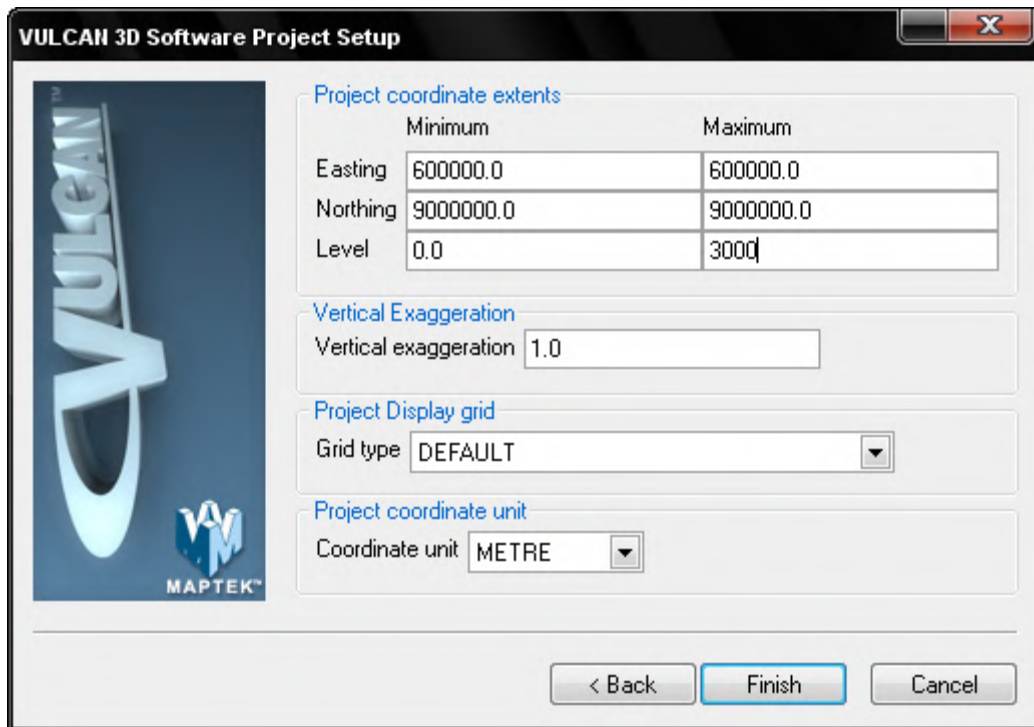
Κατά την εκκίνηση του προγράμματος και στην καρτέλα **Project Setup** επιλέγουμε το πεδίο **Create new VULCAN project file** για να δημιουργήσουμε ένα καινούριο σχέδιο και πατάμε **Next**. Ονομάζουμε το καινούριο σχέδιο και πατάμε **Next**.

Το επόμενο παράθυρο (Εικόνα 5.23) είναι αυτό στο οποίο θα ορίσουμε τα όρια του σχεδίου. Οι τιμές των ορίων του σχεδίου θα είναι περίπου διπλάσιες από αυτές που εμφανίζονται ως όρια των **Layer**.

Στο πεδίο **Easting Minimum** δίνουμε την τιμή **600.000**, στο πεδίο **Easting Maximum** δίνουμε πάλι την τιμή **600.000**.

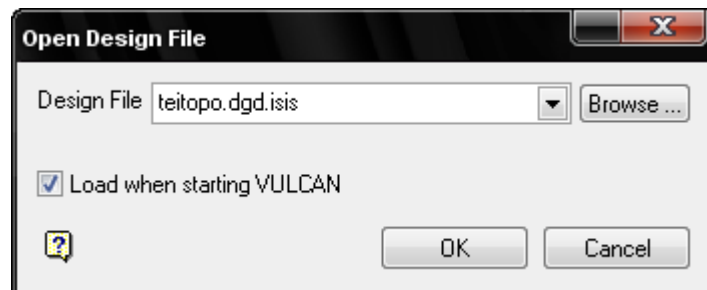
Στο πεδίο **Northing Minimum** δίνουμε την τιμή **9.000.000**, και στο πεδίο **Northing Maximum** δίνουμε ξανά την τιμή **9.000.000**.

Στο πεδίο **Level Minimum** δίνουμε την τιμή **0**, και στο πεδίο **Level Maximum** την τιμή **3.000**.



Εικόνα 5.23 Παράθυρο ρυθμίσεων σχεδίου.

Στη συνέχεια πατάμε Finish και εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.24 στο οποίο θα επιλέξουμε την βάση δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί.



Εικόνα 5.24 Άνοιγμα αρχείου σχεδίου – Open Design File.

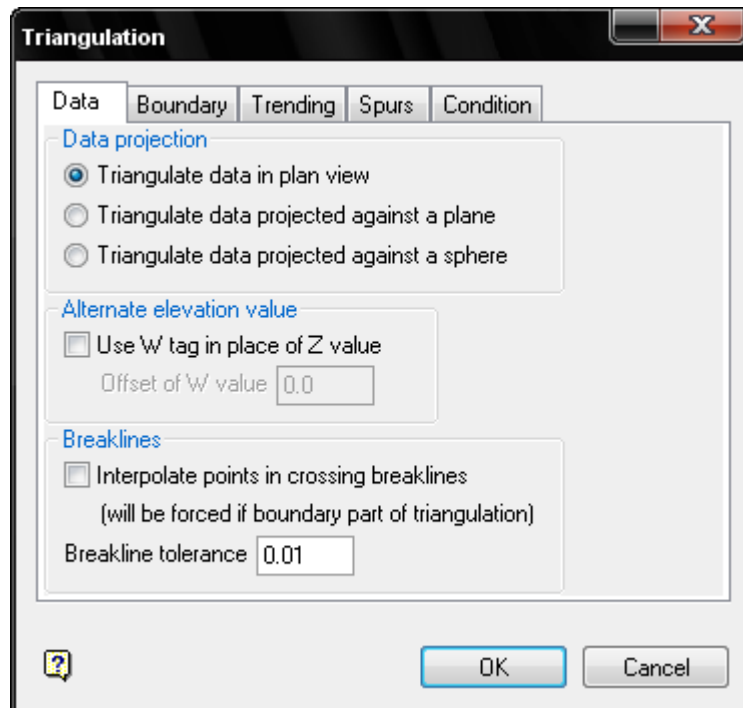
Η βάση θα πρέπει να είναι η ίδια με αυτήν του προηγούμενου σχεδίου οπότε επιλέγουμε την **teitopo.dgd.isis** και πατάμε **OK**.

Το νέο σχέδιο με τα κατάλληλα όρια έχει δημιουργηθεί.

5.4 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΤΡΙΓΩΝΙΣΜΟ

Για να γίνει ο τριγωνισμός πρέπει να έχουμε φορτωμένα στην οθόνη όλα τα **Layer** με τις ισοϋψείς των χαρτών.

Η δημιουργία τριγωνισμού γίνεται από το μενού **Model > Triangle Surface > Create** όπου εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.25 στο οποίο εμφανίζονται οι επιλογές για την δημιουργία του τριγωνισμού.



Εικόνα 5.25 Παράθυρο επιλογών τριγωνισμού – Triangulate.

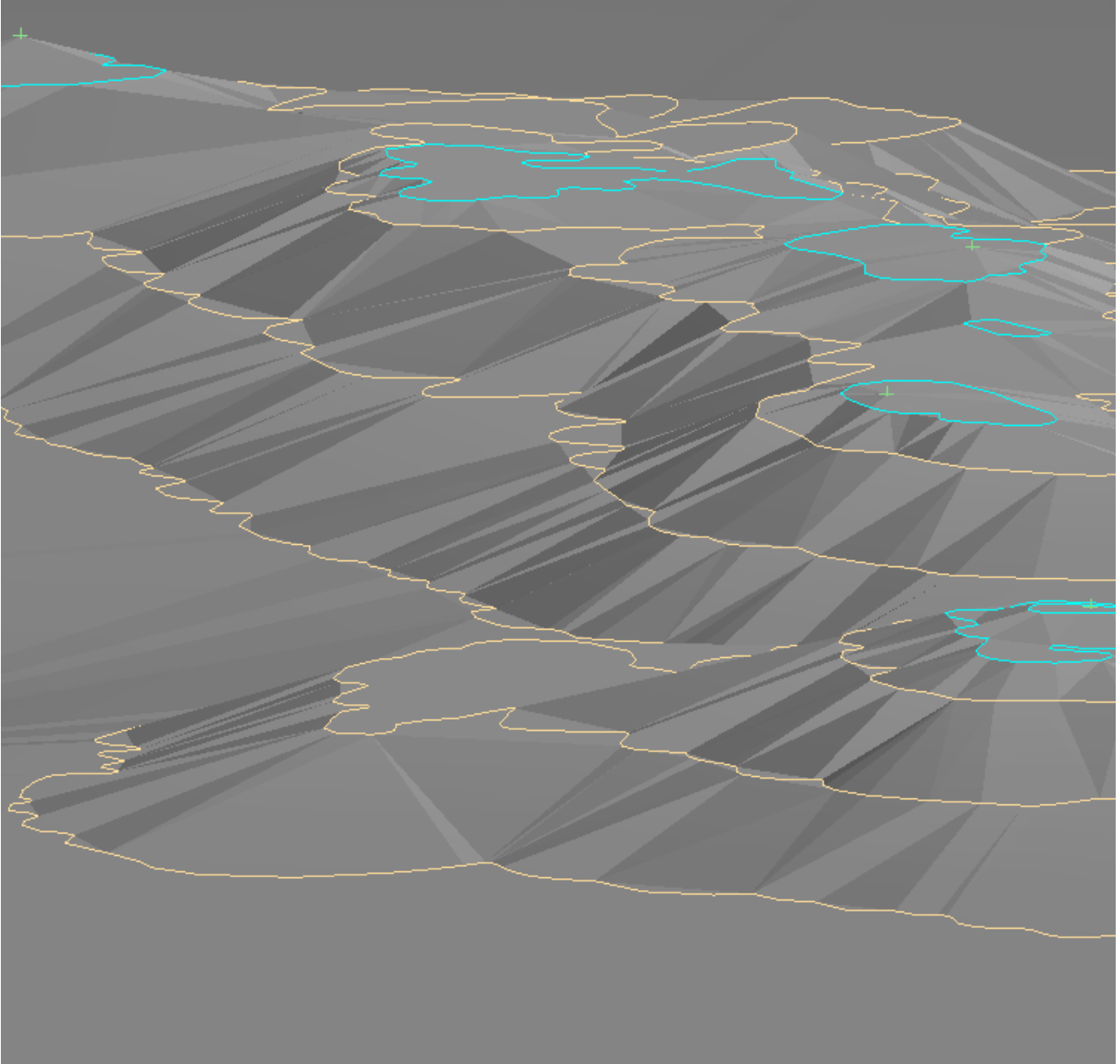
Στο παράθυρο **Triangulation** υπάρχουν πέντε καρτέλες. Η καρτέλα **Data**, η καρτέλα **Boundary**, η καρτέλα **Trending**, η καρτέλα **Spurs** και η καρτέλα **Condition**.

Από τις πέντε καρτέλες θα κάνουμε αλλαγές μόνο στις δυο τελευταίες ενώ στις υπόλοιπες θα αφήσουμε τις προεπιλογές.

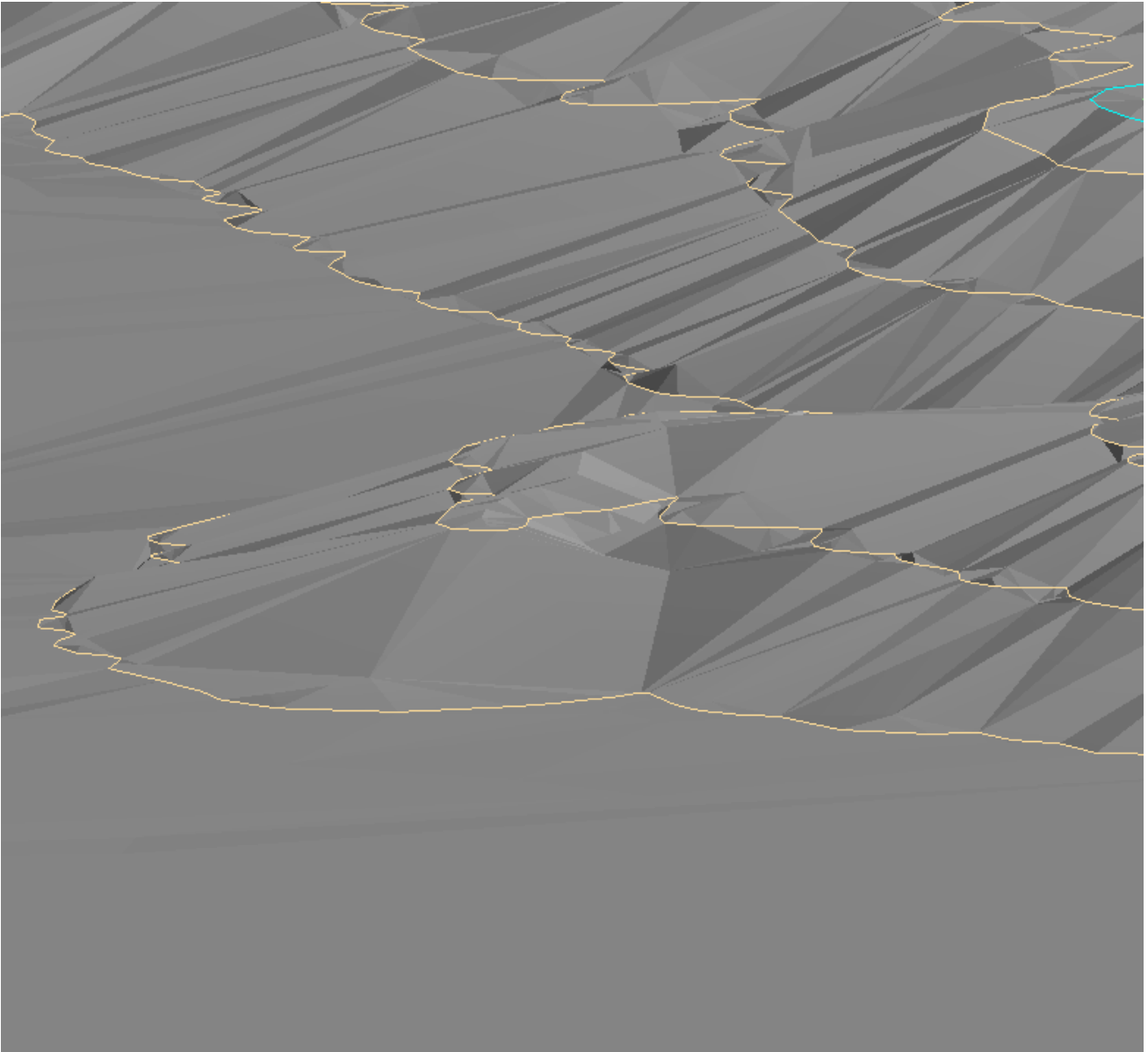
Στην καρτέλα **Spurs** τσεκάρουμε το πεδίο **Generate spurs strings** και στο πεδίο **Layer name** δίνουμε το όνομα με το οποίο θα αποθηκευτή το **Layer** των **Spurs**.

Με την λειτουργία των **Spurs** δημιουργούνται γραμμές στα σημεία εκείνα του ανάγλυφου που υπάρχει ρέμα ή ράχη. Με αυτόν το τρόπο αυτό αποφεύγεται η δημιουργία επίπεδων επιφανειών στον τριγωνισμό.

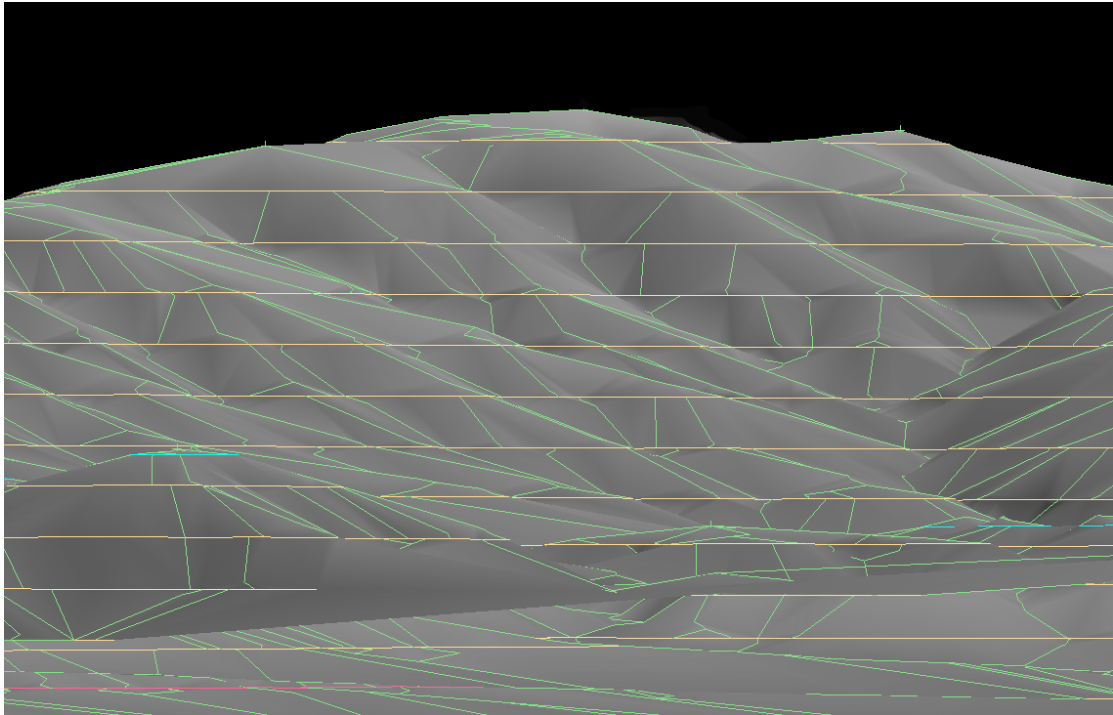
Στην εικόνα 5.26 φαίνεται η μορφή του τριγωνισμού χωρίς **Spurs**, στην εικόνα 5.27 φαίνεται η μορφή του τριγωνισμού με **Spurs**, στην εικόνα 5.28 φαίνονται οι γραμμές των **Spurs** σε πλάγια όψη και στην εικόνα 5.29 οι γραμμές των **Spurs** σε κάτοψη.



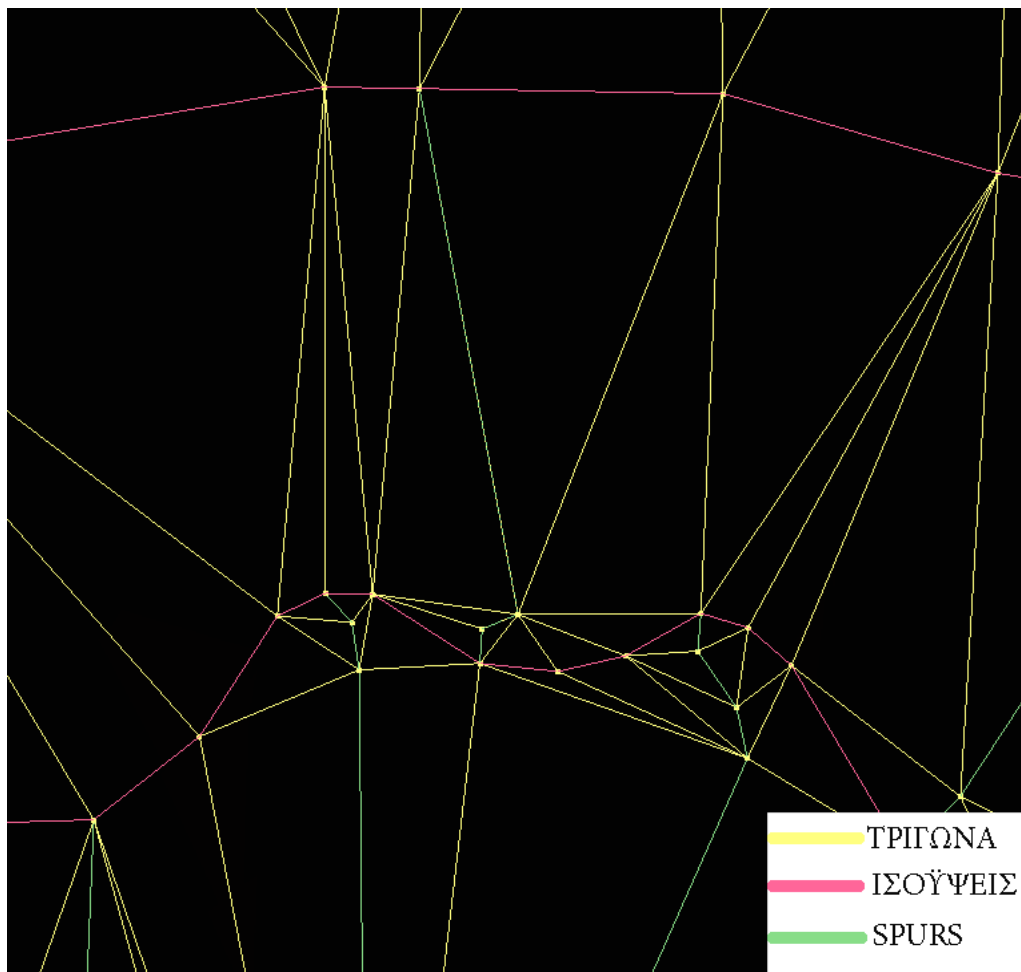
Εικόνα 5.26 Μορφή τριγωνισμού χωρίς **Spurs**.



Εικόνα 5.27 Μορφή τριγωνισμού με Spurs.



Εικόνα 5.28 Γραμμές των Spurs σε πλάγια όψη.



Εικόνα 5.29 Γραμμές των Spurs σε κάτοψη.

Στη συνέχεια ανοίγουμε την καρτέλα **Condition** και τσεκάρουμε το πεδίο **Trim the edge triangles**.

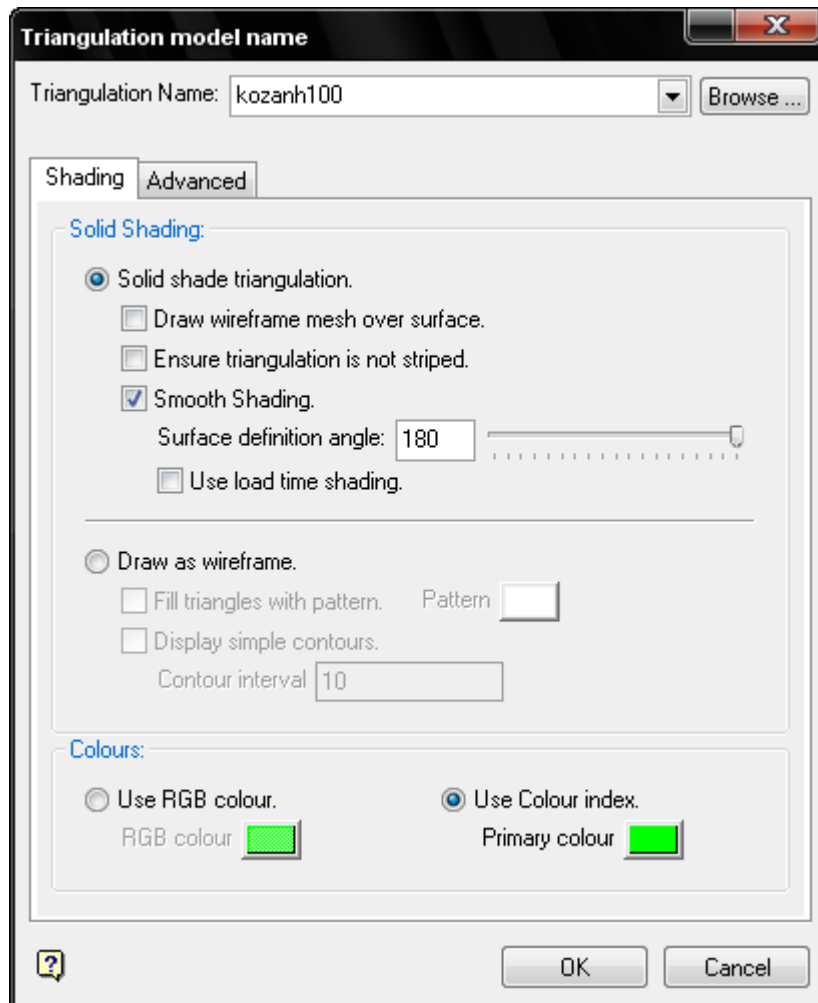
Με την επιλογή αυτή μπορούμε να μην επιτρέψουμε την δημιουργία τριγώνων με μεγαλύτερη ακμή, μικρότερη γωνία και μικρότερο εμβαδό από τις τιμές που θα δώσουμε.

Στο πρώτο πεδίο που ονομάζεται **Minimum angle** δίνουμε την τιμή της γωνίας που θα είναι το ελάχιστο όριο για την δημιουργία ενός τριγώνου. Στο δεύτερο πεδίο που ονομάζεται **Minimum area** δίνουμε το μικρότερο εμβαδό και στο τρίτο πεδίο που ονομάζεται **Minimum edge length** δίνουμε την μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει η ακμή ενός τριγώνου.

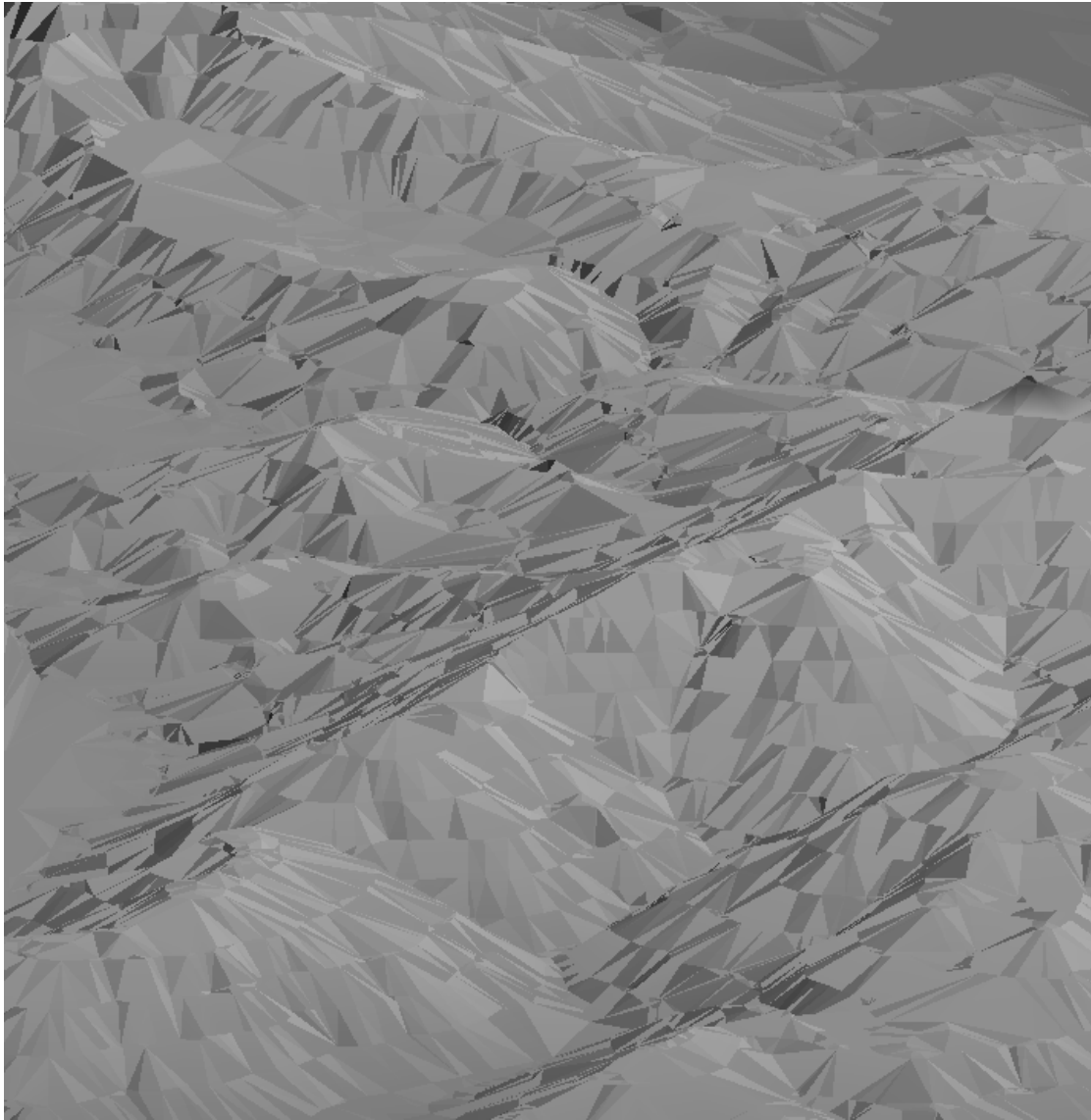
Στη συνέχεια πατάμε **OK** και εμφανίζεται το παράθυρο **Select by** στο οποίο διαλέγουμε με πιο τρόπο θα γίνει η επιλογή των αντικειμένων που θα γίνει ο τριγωνισμός. Πατάμε **Select by name** και στο παράθυρο επιλογής κατά όνομα αφήνουμε σε όλα τα πεδία την προεπιλογή που είναι (*) για να επιλεχθούν όλα τα αντικείμενα που είναι φορτωμένα στο σχέδιο και πατάμε **OK**. Στα επόμενα δυο παράθυρα που εμφανίζονται πατάμε **Cancel** και στο τρίτο παράθυρο που είναι το παράθυρο επιβεβαίωσης πατάμε **Triangulate** για να γίνει ο τριγωνισμός.

Αφού γίνει ο τριγωνισμός εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.30 που ονομάζεται **Triangulation model name**. Στο πρώτο πεδίο το οποίο λέγεται **Triangulation Name** δίνουμε το όνομα με το οποίο θα αποθηκευτεί ο τριγωνισμός.

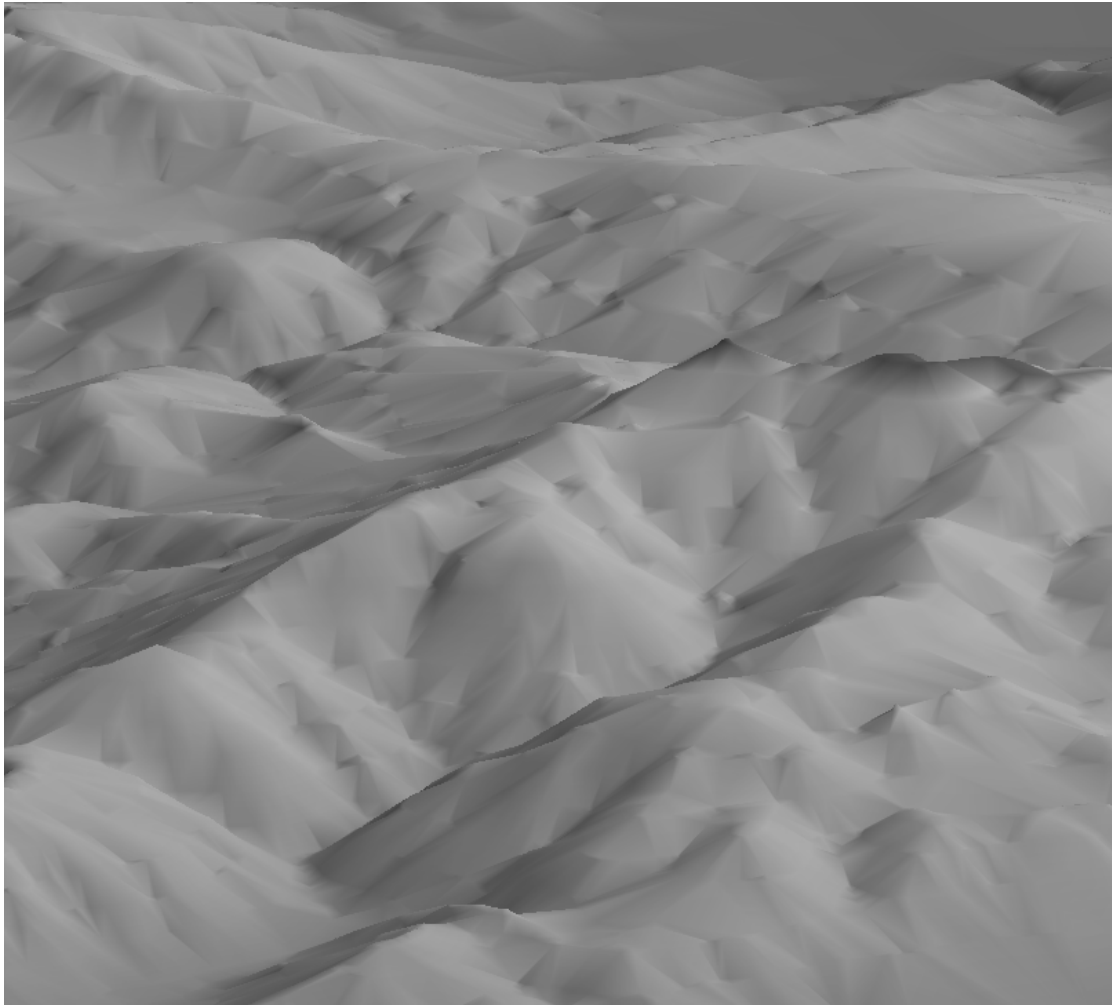
Στην καρτέλα **Shading** τσεκάρουμε το πεδίο **Smooth Shading** και στο πεδίο **Surface definition angle** δίνουμε την τιμή **180** (που είναι και η μεγαλύτερη). Έτσι γίνονται πιο ομαλές οι ακμές των τριγώνων και συνεπώς πιο ομαλή η επιφάνεια του τριγωνισμού. Στην εικόνα 5.31 φαίνεται η μορφή του ανάγλυφου με την τιμή του **Surface definition angle** να είναι **0** και στην εικόνα 5.32 η μορφή του ανάγλυφου με την τιμή του **Surface definition angle** να είναι **180**.



Εικόνα 5.30 Παράθυρο ονομασίας τριγωνισμού.

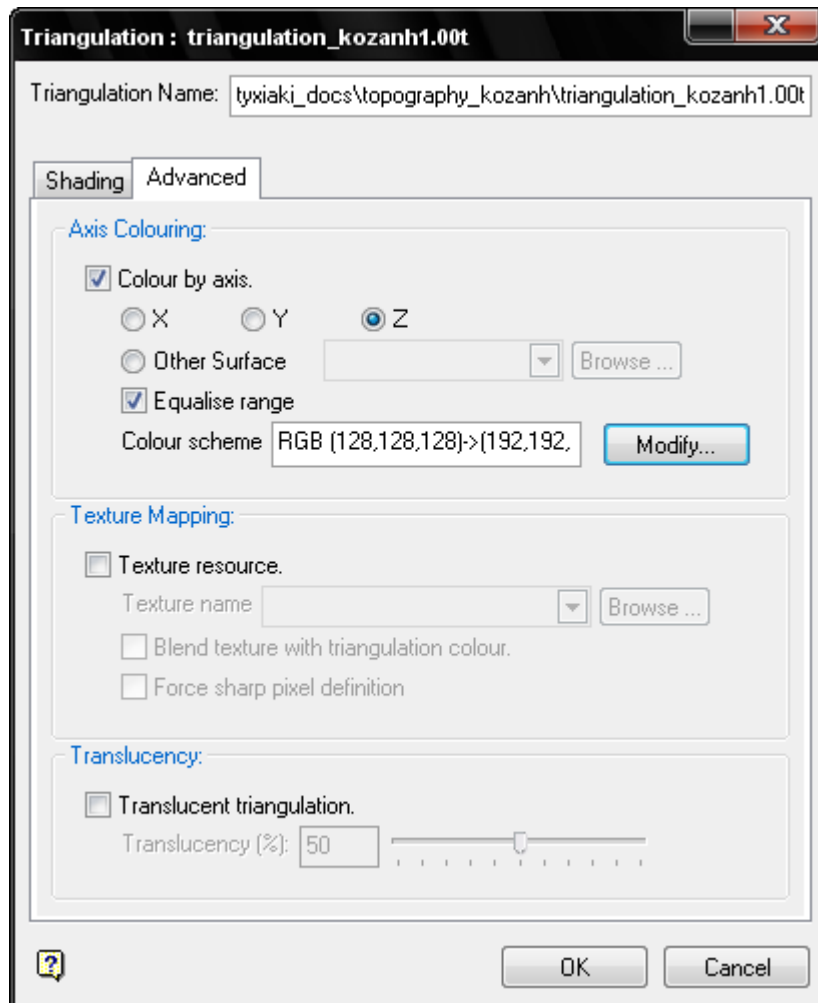


Εικόνα 5.31 Μορφή ανάγλυφου με τιμή Surface definition angle 0.

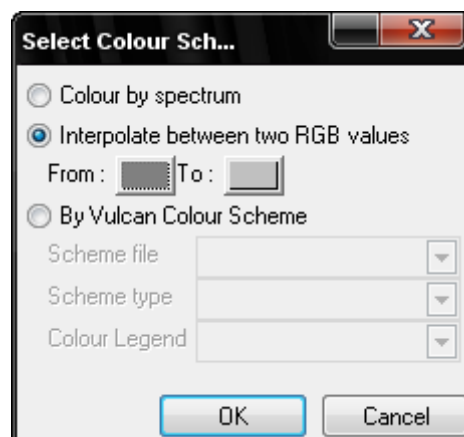


Εικόνα 5.32 Μορφή ανάγλυφου με τιμή *Surface definition angle* 180.

Στη συνέχεια στην καρτέλα *Advance* (Εικόνα 5.33) επιλέγουμε τον τρόπο με τον οποίο θα γίνει ο χρωματισμός του τριγωνισμού. Επιλέγοντας **Color by axis** και τσεκάροντας το πεδίο **Z** χρωματίζεται ο τριγωνισμός με εναλλαγή των χρωμάτων κατά τον άξονα **Z**, δηλαδή κατά ύψος. Πατώντας το κουμπί **Modify** εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 5.34 στο οποίο μπορούμε να διαλέξουμε τις αποχρώσεις των χρωμάτων που θα εναλλάσσονται από τα μικρότερα προς τα μεγαλύτερα υψόμετρα.

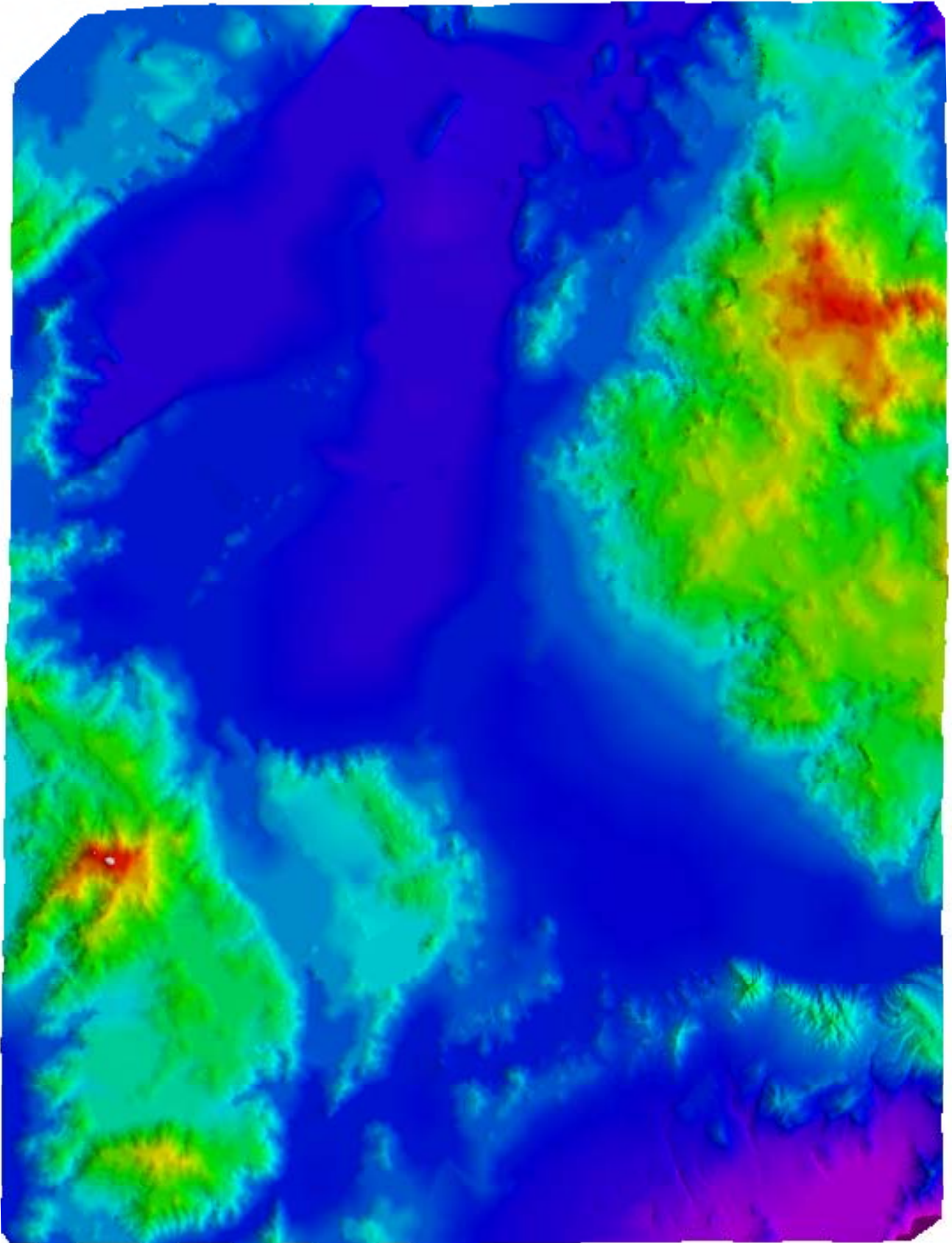


Εικόνα 5.33 Επιλογή τρόπου χρωματισμού του τριγωνισμού.

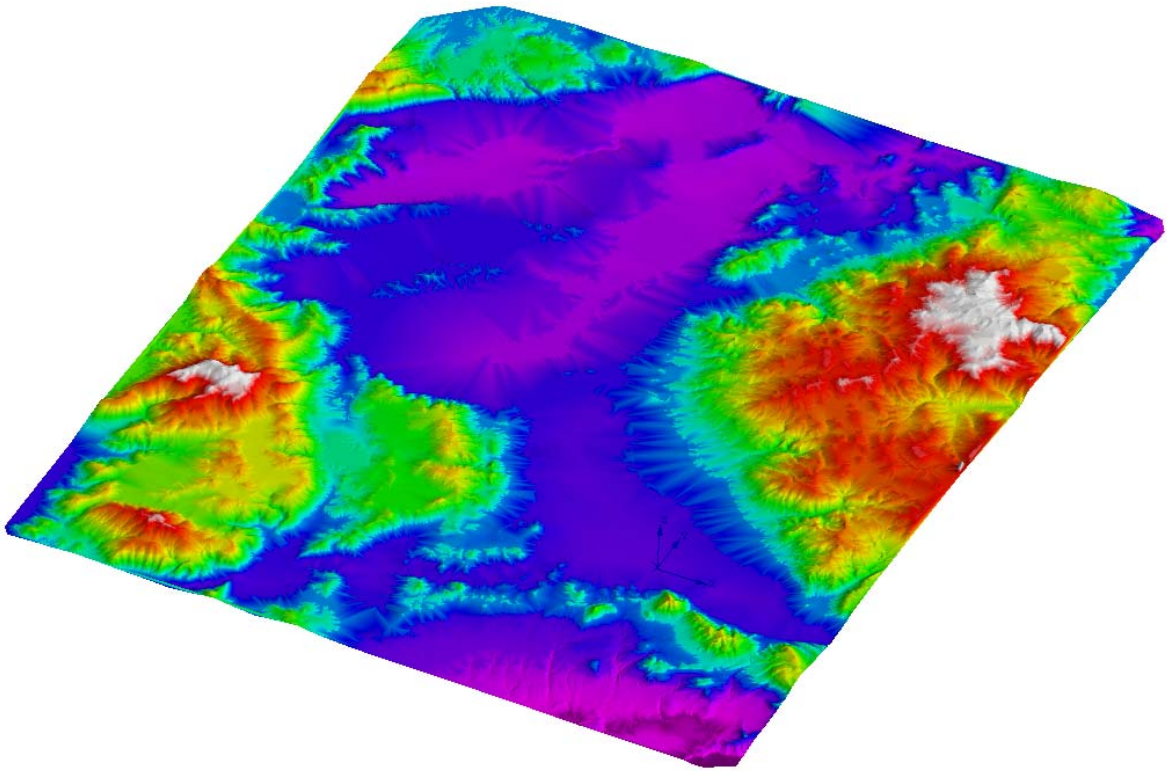


Εικόνα 5.34 Επιλογή χρωμάτων.

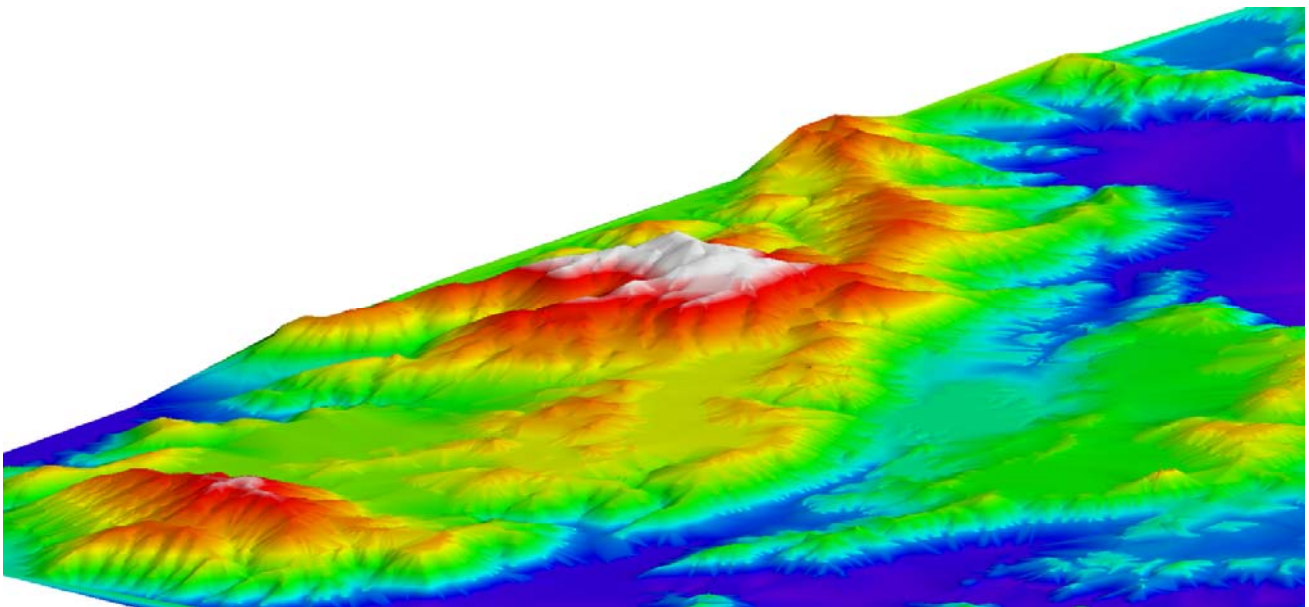
Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνεται το τρισδιάστατο μοντέλο του εδάφους με διαφορετικές οπτικές γωνίες και διαφορετικούς χρωματισμούς.



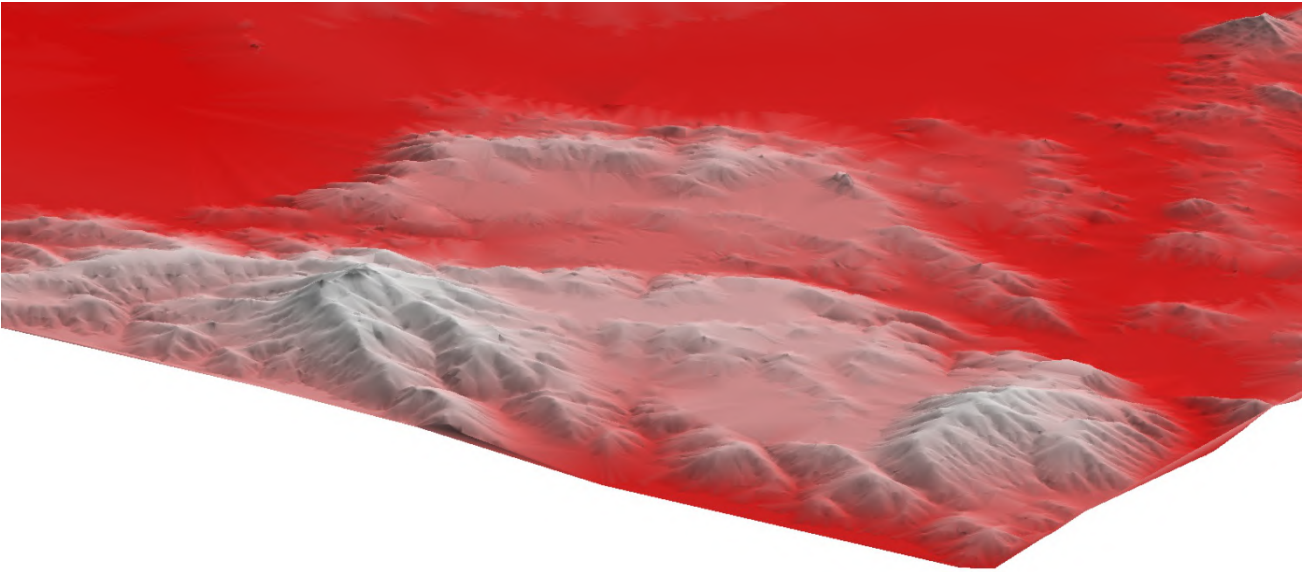
Εικόνα 5.35 Κάτοψη ψηφιακού μοντέλου εδάφους.



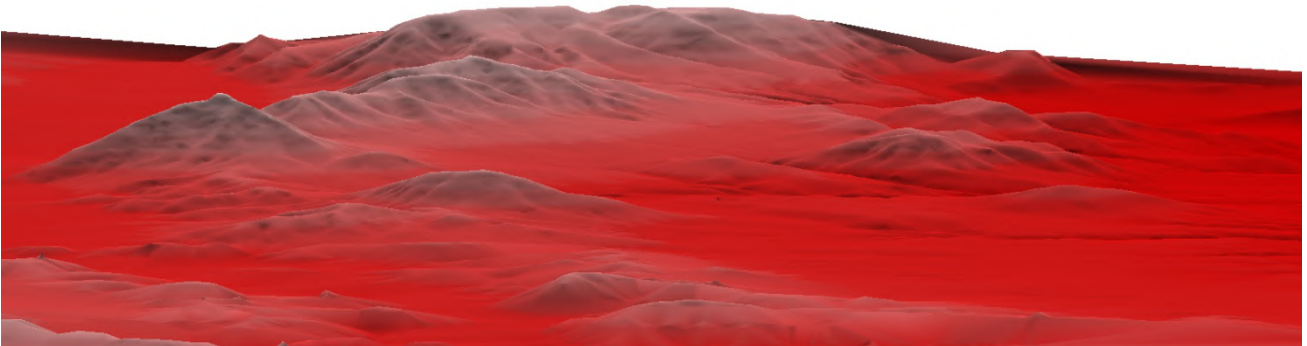
Εικόνα 5.36 Προβολή ψηφιακού μοντέλου εδάφους από περιστροφή.



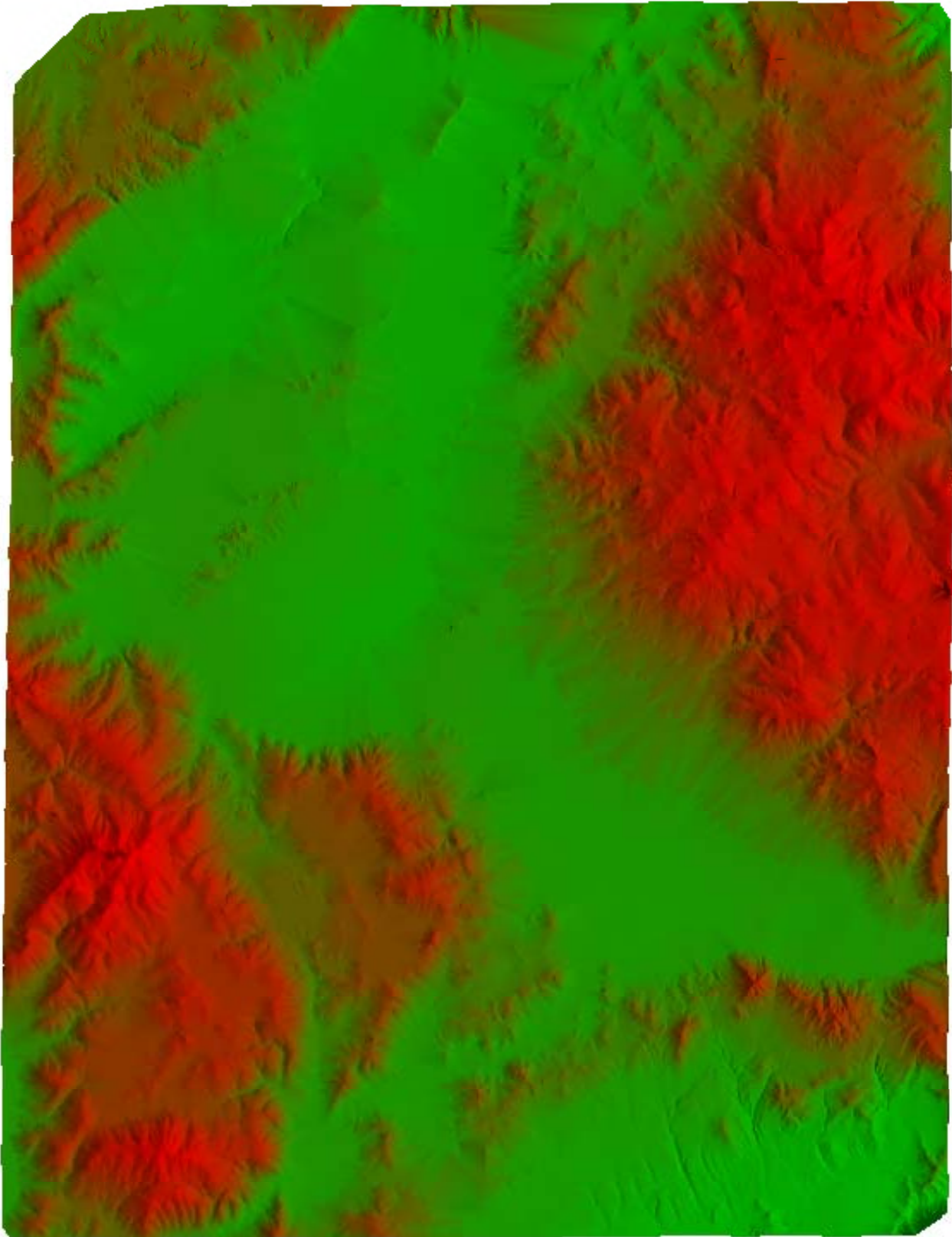
Εικόνα 5.37 Προβολή από μεγέθυνση και περιστροφή του ψηφιακού μοντέλου εδάφους.



Εικόνα 5.38 Προβολή από περιστροφή και μεγέθυνση με διαφορετικό χρωματισμό του ψηφιακού μοντέλου εδάφους.



Εικόνα 5.39 Προβολή από περιστροφή και μεγέθυνση με διαφορετικό χρωματισμό του ψηφιακού μοντέλου εδάφους.



Εικόνα 2.30 Κάτοψη ψηφιακού μοντέλου εδάφους με διαφορετικό χρωματισμό κατά ύψος.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ψηφιοποίηση από αναλογικούς χάρτες είναι μια σχετικά απλή διαδικασία. Απαιτούνται όμως εξειδικευμένες γνώσεις σε λογισμικό Η/Υ καθώς και οι απαραίτητες συσκευές. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας εφόσον γίνει με την σωστή τεχνική είναι αρκετά αξιόπιστο. Αυτό όμως εξαρτάται από τον σκοπό για τον οποίο γίνεται η ψηφιοποίηση και την απαιτούμενη ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Βέβαια υπάρχουν και άλλοι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να πάρουμε τα δεδομένα που μας δίνει η ψηφιοποίηση. Για παράδειγμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρωτογενή δεδομένα τα οποία προέρχονται από επίγειες τοπογραφικές μετρήσεις. Αυτός ο τρόπος όμως είναι ακριβότερος από το κόστος της ψηφιοποίησης αναλογικών χαρτών γιατί χρειάζεται ειδικό εξοπλισμό και ειδικευμένο προσωπικό.

Η ανάλυση των δεδομένων είναι άμεσα συνδεδεμένη με το χρόνο τον οποίο χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η ψηφιοποίηση. Για παράδειγμα σε ένα χάρτη κλίμακας 1:50000 με ισοϋψείς ανά 100 και ανά 20m, αν ψηφιοποιηθούν όλες οι ισοϋψείς χρειάζεται σχεδόν ο τετραπλάσιος χρόνος από αυτόν που χρειάζεται για να ψηφιοποιηθούν μόνο οι ισοϋψείς των 100m.

Αυτός ο τρόπος ψηφιοποίησης και δημιουργίας του ψηφιακού μοντέλου εδάφους είναι καλός για την χρήση του σε σχετικά μικρές περιοχές που δεν απεικονίζονται σε πάνω από έναν χάρτες. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν πρέπει να συνδυαστούν πολλά φύλλα χάρτη μεγαλώνει το σφάλμα. Έτσι η κατασκευή ψηφιακού μοντέλου εδάφους από ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτών είναι ιδανική λύση σε σχέση τιμής – χρόνου για μικρές περιοχές όπως αυτές των ορυχείων, των μεταλλείων και διαφόρων τεχνικών έργων που μπορούν να απεικονίζονται σε ένα φύλλο χάρτη, σε μικρή κλίμακα όπως 1:5000 ή 1:2000 και με ισοϋψείς έως και ανά 2m.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

kozani - Notepad

File	Edit	Format	View	Help			
-15000.0		0.0	1000.0		312206.24	4457780.93	1000.0
0.0		0.0	1000.0		327277.63	4457492.70	1000.0
0.0		25000.0	1000.0		327767.14	4482602.05	1000.0
-15000.0		25000.0	1000.0		312697.20	4482895.21	1000.0

Τιμές μετασχηματισμού από HATT σε ΕΓΣΑ για τον χάρτη της Κοζάνης.

ptolemadia - Notepad

File	Edit	Format	View	Help			
20000.0	-25000.0		1000.0		305639.77	4488329.91	1000.0
5000.0	-25000.0		1000.0		290597.93	4488673.35	1000.0
5000.0	-5000.0		1000.0		291062.16	4508723.98	1000.0
20000.0	-5000.0		1000.0		306111.48	4508371.10	1000.0

Τιμές μετασχηματισμού από HATT σε ΕΓΣΑ για τον χάρτη της Πτολεμαΐδας.

pyrgoi - Notepad

File	Edit	Format	View	Help			
0.0		-25000.0	1000.0		327999.95	4488032.22	1000.0
0.0		-5000.0	1000.0		328348.05	4508131.60	1000.0
-15000.0		-5000.0	1000.0		313276.05	4508400.81	1000.0
-15000.0		-25000.0	1000.0		312917.23	4488295.68	1000.0

Τιμές μετασχηματισμού από HATT σε ΕΓΣΑ για τον χάρτη των Πύργων.

siatista - Notepad

File	Edit	Format	View	Help			
20000.0		25000.0	1000.0		305290.75	4482746.56	1000.0
20000.0		0.0	1000.0		304561.97	4457765.00	1000.0
5000.0		0.0	1000.0		289560.55	4458034.22	1000.0
5000.0		25000.0	1000.0		290286.41	4483049.78	1000.0

Τιμές μετασχηματισμού από HATT σε ΕΓΣΑ για τον χάρτη της Σιάτιστας.

```

KOZANI_REPORT - Notepad
File Edit Format View Help

Error report for in transformation : EGSA_KOZANI

Point 0 : 1.284703 [-15000.000000 0.000000 1000.000000 -> 312206.602500 4457782.162500 1000.000000]
Point 1 : 1.284704 [0.000000 0.000000 1000.000000 -> 327277.267500 4457491.467500 1000.000000]
Point 2 : 1.284703 [0.000000 25000.000000 1000.000000 -> 327767.502500 4482603.282500 1000.000000]
Point 3 : 1.284704 [-15000.000000 25000.000000 1000.000000 -> 312696.837500 4482893.977500 1000.000000]

RMS error = 1.284703

Error report for in transformation : HATT_KOZANI

Point 0 : 1.278459 [312206.240000 4457780.930000 1000.000000 -> -15000.336677 -1.233332 1000.000000]
Point 1 : 1.278712 [327277.630000 4457492.700000 1000.000000 -> 0.336743 1.233575 1000.000000]
Point 2 : 1.278826 [327767.140000 4482602.050000 1000.000000 -> -0.336774 24998.766314 1000.000000]
Point 3 : 1.278574 [312697.200000 4482895.210000 1000.000000 -> -14999.663293 25001.233442 1000.000000]

RMS error = 1.278643

```

Αναφορά σφαλμάτων κατά τον μετασχηματισμό των συντεταγμένων του χάρτη της Κοζάνης.

```

PTOLEMAIDA_REPORT - Notepad
File Edit Format View Help

Error report for in transformation : EGSA_PTOLEMAIDA

Point 0 : 3.011063 [20000.000000 -25000.000000 1000.000000 -> 305641.640000 4488327.550000 1000.000000]
Point 1 : 3.011063 [5000.000000 -25000.000000 1000.000000 -> 290596.060000 4488675.710000 1000.000000]
Point 2 : 3.011063 [5000.000000 -5000.000000 1000.000000 -> 291064.030000 4508721.620000 1000.000000]
Point 3 : 3.011063 [20000.000000 -5000.000000 1000.000000 -> 306109.610000 4508373.460000 1000.000000]

RMS error = 3.011063

Error report for in transformation : HATT_PTOLEMAIDA

Point 0 : 3.004209 [305639.770000 4488329.910000 1000.000000 -> 19998.080841 -24997.688702 1000.000000]
Point 1 : 3.002821 [290597.930000 4488673.350000 1000.000000 -> 5001.918273 -25002.310231 1000.000000]
Point 2 : 3.001285 [291062.160000 4508723.980000 1000.000000 -> 4998.082708 -4997.690951 1000.000000]
Point 3 : 3.002673 [306111.480000 4508371.100000 1000.000000 -> 20001.918178 -5002.310116 1000.000000]

RMS error = 3.002747

```

Αναφορά σφαλμάτων κατά τον μετασχηματισμό των συντεταγμένων του χάρτη της Πτολεμαΐδας.

```

PYRGOI_REPORT - Notepad
File Edit Format View Help
|
Error report for in transformation : EGSA_PYRGOI
Point 0 : 3.041185 [0.000000 -25000.000000 1000.000000 -> 327997.270000 4488030.782500 1000.000000]
Point 1 : 3.041185 [0.000000 -5000.000000 1000.000000 -> 328350.730000 4508133.037500 1000.000000]
Point 2 : 3.041185 [-15000.000000 -5000.000000 1000.000000 -> 313273.370000 4508399.372500 1000.000000]
Point 3 : 3.041185 [-15000.000000 -25000.000000 1000.000000 -> 312919.910000 4488297.117500 1000.000000]

RMS error = 3.041185

Error report for in transformation : HATT_PYRGOI
Point 0 : 3.024628 [327999.950000 4488032.220000 1000.000000 -> 2.639743 -24998.523473 1000.000000]
Point 1 : 3.026758 [328348.050000 4508131.600000 1000.000000 -> -2.641602 -5001.477567 1000.000000]
Point 2 : 3.025865 [313276.050000 4508400.810000 1000.000000 -> -14997.359178 -4998.522869 1000.000000]
Point 3 : 3.023735 [312917.230000 4488295.680000 1000.000000 -> -15002.638963 -25001.476091 1000.000000]

RMS error = 3.025247

```

Αναφορά σφαλμάτων κατά τον μετασχηματισμό των συντεταγμένων του χάρτη των Πύργων.

```

SIATISTA_REPORT - Notepad
File Edit Format View Help
|
Error report for in transformation : EGSA_SIATISTA
Point 0 : 8.531289 [20000.000000 25000.000000 1000.000000 -> 305290.020000 4482755.060000 1000.000000]
Point 1 : 8.531289 [20000.000000 0.000000 1000.000000 -> 304562.700000 4457756.500000 1000.000000]
Point 2 : 8.531289 [5000.000000 0.000000 1000.000000 -> 289559.820000 4458042.720000 1000.000000]
Point 3 : 8.531289 [5000.000000 25000.000000 1000.000000 -> 290287.140000 4483041.280000 1000.000000]

RMS error = 8.531289

Error report for in transformation : HATT_SIATISTA
Point 0 : 8.542567 [305290.750000 4482746.560000 1000.000000 -> 20000.977108 24991.513498 1000.000000]
Point 1 : 8.544789 [304561.970000 4457765.000000 1000.000000 -> 19999.022637 8.488709 1000.000000]
Point 2 : 8.533204 [289560.550000 4458034.220000 1000.000000 -> 5000.976037 -8.477200 1000.000000]
Point 3 : 8.530979 [290286.410000 4483049.780000 1000.000000 -> 4999.024217 25008.474990 1000.000000]

RMS error = 8.537887

```

Αναφορά σφαλμάτων κατά τον μετασχηματισμό των συντεταγμένων του χάρτη της Σιάτιστας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Εφαρμογές υπολογιστών στα μεταλλευτικά & γεωτεχνικά έργα με χρήση του Vulcan 3d software – Δρ Καπαγερίδης Ιωάννης.
- Τηλεπισκόπηση, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών – Εργαστηριακές ασκήσεις στο Autodesk Raster Design – Δρ Καπαγερίδης Ιωάννης.
- Autodesk Raster Design White Paper, Improve Your Image with Autodesk Raster Design – Autodesk inc.
- Vulcan 3D software help.
- Adobe help viewer.
- www.digitization.hpclab.ceid.upatras.gr.
- www.geoapikonisis.gr.
- www.gys.gr.