

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ Η/Υ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΩΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΛΙΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ ΙΣΟΚΛΙΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Ζιούρκας Κ.\* και Βασιλειάδης Ευρ.\*\*

### ΣΥΝΟΨΗ

Στην εργασία αυτή παρατίθεται και αναλύεται πρόγραμμα Η/Υ για υπολογισμό των κλίσεων του εδάφους κάποιας περιοχής, αφού προηγουμένως έχει γίνει συντεταγμενογράφηση των ισούψών του τοπογραφικού χάρτη αυτής με ηλεκτρονικό συντεταγμενογράφο (digitizer). Οι τιμές της κλίσης υπολογίζονται σε κανονικά απέχοντα μεταξύ τους διαστήματα, το εύρος των οποίων επιλέγεται.

Με την εκτέλεση του προγράμματος από τον Η/Υ ζητούνται το εύρος των διαστημάτων του δικτύου, οι συντεταγμένες της Ν.Δ. και Β.Α. γωνίας του χάρτη και η ακτίνα ενός κυκλικού παραθύρου. Η σάρωση του δικτύου γίνεται σημείο προς σημείο. Γύρω από κάθε σημείο του δικτύου ανοίγει ένα κυκλικό παραθύρο μέσα στο οποίο επιλέγονται με τη μέθοδο των κυκλικών τομέων (Clerici, 1980) μέχρι 24 από τα δεδομένα σημεία (δύο ανά τομέα). Η κλίση της επιφάνειας σε κάθε σημείο και το υψόμετρο υπολογίζονται, αφού προηγουμενώς προσεγγισθεί η στοιχειώδης τοπογραφική επιφάνεια, με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων.

Τελικά δημιουργείται αρχείο σημείων γωνιστής κλίσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σχεδίαση χάρτη ισοκλινών επιφανειών.

### A B S T R A C T

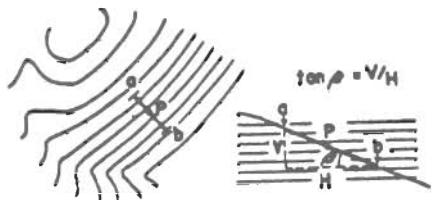
In this work, a computer programme which calculates slope inclination, in an area of which its contours were previously digitized, is presented and analysed. Inclination values are calculated in a normal point net having a density that can be previously chosen.

Width of the net's spaces, coordinates of the SW and NE corners of the map (in meters) and the radius of a Circular window are asked by the programme. Sweeping of the net is made point by point. A circular window opens around each point and from this window 24 of the given points are chosen using the circular sectors method (Clerici, 1980). After the approximation of the basic topographical surface, surface inclination and altitude are calculated by the least squares method, ("TREND" and "SLE" routines proposed by Davis (1973) are incorporated into the programme) and their values are stored in file, which can be used for the drawing of an isocline surfaces map.

\* Δρ. Τεχνικός Γεωλόγος  
\*\* Μαθηματικός

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Οι χάρτες ισοκλίνων επιφανειών βρίσκουν εφαρμογή στους διάφορους κλάδους της γεωλογίας, τη δασοπονία κ.π. Η πλέον απλή μέθοδος κατασκευής ισοκλίνων χάρτη είναι αυτή που στηρίζεται στη χρήση χάρακα, αριθμομηχανής και ενός τοπογραφικού χάρτη πλήν ομως χρήσι χρονοθόρα, επίπονη και όχι μεγάλης ακρίβειας λόγω της υποκειμενικότητας και προσεγγιστικής (Σχ. 1).

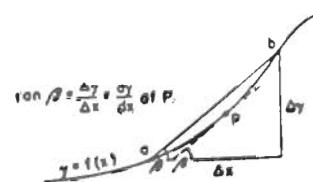


Σχ. 1. Μέτρηση της κλίσης σε ένα σημείο πάνω σε τοπογραφικό χάρτη (Strahler, 1956).

Fig.1. Measurement of slope at a point on topographic map (Strahler, 1956).

Πρός αποφυγή λοιπόν των μειονεκτημάτων τέτοιων απλών μεθόδων, έχουν επινοηθεί μέθοδοι αυτόματης απόκτησης των στοιχείων, που έχουν εφαρμοσθεί σε προβλήματα χαρτογράφησης (Kucera, 1947; Strahler, 1956; Grender, 1976).

Η μέθοδος που εφαρμόζεται σ' αυτή την εργασία επινοήθηκε από τον Clerici (1980) και στηρίζεται στην αρχή ότι η κλίση του εδάφους σε ένα σημείο θεωρείται ίση με την κλίση του εφαπτόμενου επιπέδου στην επιφάνεια του εδάφους στο συγκεκριμένο σημείο (Σχ. 2), (Strahler, 1956).

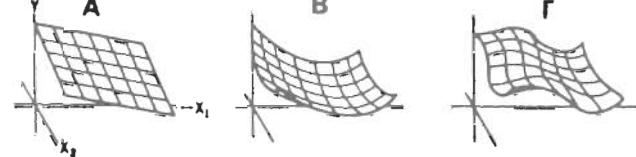


Σχ. 2. Εφαρμογή του θεωρήματος της μέσης τιμής για τον υπολογισμό της κλίσης (Strahler, 1956).

Fig.2. Theorem of mean value applied to slope measurement (Strahler, 1956).

Η τιμή της κλίσης στο σημείο αυτό μπορεί να υπολογισθεί αφού προηγουμένως η τοπογραφική επιφάνεια προσεγγισθεί και ορισθεί

από μία πολυωνυμική εξίσωση μετα όποια ανάλυση πολλαπλής μησης (Σχ. 3). Για το σκοπό αυτό γίνεται αρχικά συντεταγμένογράφηση των ισεύψων ενός τοπογραφικού χάρτη με τη χρήση ηλεκτρονικού συντεταγμένογράφου και δημιουργία αρχείου σημείων X, Y, Z συντεταγμένων.



Σχ. 3. Προσέγγιση επιφανειών από πολυωνυμικές εξισώσεις πρώτου (Α), δεύτερου (Β) και τρίτου (Γ) βαθμού και για δύο ανεξάρτητες μεταβλητές (Harbaugh, 1964).

Fig.3. Trends of two independent variables for polynomial equations of first (A), second (B) and third (Γ) degrees (Harbaugh, 1964).

Στη συνέχεια το πρόγραμμα H/Y που σχετίσθηκε, επεξεργάζεται το αρχείο δεδομένων και παράγει ένα νέο αρχείο σημείων (σε κανόνικο δίκτυο) V (X, Y, Z), όπου V η τιμή της κλίσης στο σημείο X, Y, Z. Από το τελικό αυτό αρχείο είναι δυνατή η παραγωγή, με τη βοήθεια ηλεκτρονικού σχεδιαστή, χάρτη που αποτελείται από ισοκλίνεις επιφάνειες.

Για τον παραπάνω σκοπό και επειδή είναι πρακτικά αδύνατη η περιγραφή με ακρίβεια μιάς μεγάλης περιοχής μέσω της χρήσης μιάς και μόνο πολυωνυμικής εξισώσης, η άλλη τοπογραφική επιφάνεια (ωπαδός έχει αρχειοθετηθεί με τη συντεταγμένογράφηση των ισεύψων) υποθίσταται από το πρόγραμμα σε επιμέρους τημήσα. Για τα τελευταία εφαρμόζονται μαθηματικές και στατιστικές μέθοδοι με σκοπό την απόκτηση των ζητούμενων πληροφοριών καθώς και την ποιοτική εκτίμηση αυτών.

## 2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ.

Οπως προαναφέρθηκε, σαν κλίση του εδάφους σε κάποιο σημείο, θεωρείται η γωνία α μεταξύ του θριζόγυρτου επιπέδου και αυτού που εφάπτεται την τοπογραφική επιφάνεια στο συγκεκριμένο σημείο (Strahler, 1956).

Η μαθηματική έκφραση του εφαπτόμενου επιπέδου μιάς επιφάνειας F(X, Y, Z) σε ένα σημείο συντεταγμένων X<sub>0</sub>, Y<sub>0</sub>, Z<sub>0</sub> δίδεται από την εξίσωση :

$$\left( \frac{\delta F}{\delta x} \right)_{x=x_0} x = x_0 + \left( \frac{\delta F}{\delta y} \right)_{y=y_0} y - y_0 + \left( \frac{\delta F}{\delta z} \right)_{z=z_0} z - z_0 = 0 \quad (1)$$

Θεωρώντας ότι :

$$A = \left( \frac{\delta F}{\delta x} \right)_{x=x_0}, \quad \text{καὶ} \quad B = \left( \frac{\delta F}{\delta y} \right)_{y=y_0}, \quad C = \left( \frac{\delta F}{\delta z} \right)_{z=z_0}$$

καὶ αντικαθιστώντας έχουμε:  $AX - Ax_0 + BY - By_0 + CZ - Cz_0 = 0$

Αν θεωρήσουμε  $-Ax_0 - By_0 - Cz_0 = D$  η εξίσωσή του εφαπτόμενου επιπέδου μπορεί να γραφεί απλούστερα

$$AX + BY - CZ + D = 0 \quad (2)$$

Επίσης η γωνία  $\gamma$  μεταξύ δύο επιφανειών που ορίζονται από τις εξισώσεις  $a_1X + b_1Y + c_1Z + d_1 = 0$ ,  $a_2X + b_2Y + c_2Z + d_2 = 0$  δίδεται από την εξίσωση:

$$\cos \gamma = \frac{a_1 a_2 + b_1 b_2 + c_1 c_2}{\pm \sqrt{(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2) * (a_2^2 + b_2^2 + c_2^2)}}$$

Η γωνία  $\alpha$  που σχηματίζεται από το εφαπτόμενο επιπέδο της εξίσωσης (2) και οποιοδήποτε οριζόντιο επιπέδο, έστω αυτό που καθορίζεται από την εξίσωση για  $Z=0$ , δίδεται από την εξίσωση:

$$\alpha = \arccos \frac{C}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} \quad (3)$$

Η τοπογραφική επιφάνεια που θα υπεισελθεί στο μαθηματικό μοντέλο προσδιορίζεται με την έφαρμογή της στατιστικής μεθόδου "ανάλυση πολλαπλής πολυνομοποίησης" και τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων για ένα αριθμό προύπαρχότων σημείων ( $X, Y, Z$ ), που αντιπροσωπεύουν σημεία του εδάφους. Από τις τρεις μεταβλητές ( $X, Y, Z$ ), το υψόμετρο ( $Z$ ), σαν εξαρτημένη μεταβλητή και οι  $X, Y$  συντεταγμένες σαν ανεξάρτητες, προκύπτει μιά πολυωνυμική εξίσωση με τρισδιάστατη εκπροσώπηση.

Τέλος, επειδή σε μια εξίσωση παλινδρόμησης η εξαρτημένη μεταβλητή έχει μοναδιαίο εκθέτη, η αντίστοιχη παράγωγος ισούται με τη μονάδα καὶ επομένως η εξίσωση (3) μπορεί να γραφεί με τη μορφή:

$$\alpha = \arccos \frac{1}{\sqrt{A^2 + B^2 + 1}} \quad (4)$$

Ετοι, η γωνία  $\alpha$ , που αντιπροσωπεύει την κλίση της επιφάνειας σε σημείο γνωστών συντεταγμένων, καθορίζεται με τον υπόλογο σημείο των συντελεστών  $A$  καὶ  $B$ .

Για μια επιφάνεια που δίδεται από την εξίσωση πρώτου βαθμού  $Z = a + bx + cy$  οι τιμές των  $A$  καὶ  $B$  είναι:

$$A = \left( \frac{\delta F}{\delta x} \right)_{x=x_0} = b \quad B = \left( \frac{\delta F}{\delta y} \right)_{y=y_0} = c \quad \text{καὶ}$$

$$a = \arccos \frac{1}{\sqrt{b^2 + c^2 + 1}} \quad (5)$$

Για μια δευτεροβάθμια επιφάνεια,

$$Z = a + bx + cy + dx^2 + exy + fy^2 \quad \text{οι συντελεστές } A \text{ καὶ } B \text{ είναι.}$$

$$A = \left( \frac{\delta F}{\delta x} \right)_{x=x_0} = b + 2dx_0 + ey_0$$

$$B = \left( \frac{\delta F}{\delta y} \right)_{y=y_0} = c + ex_0 + 2fy_0$$

$$a = \arccos \frac{1}{\sqrt{(b+2dx_0+ey_0)^2 + (c+ex_0+2fy_0)^2 + 1}} \quad (6)$$

Ανάλογα συμβαίνει καὶ για επιφάνειες υψηλότερου βαθμού.

### 3. ΑΠΟΚΤΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ H/Y.

Μετά από συντεταγμενογράφηση των ισούψών ενός τοπογραφικού χάρτη της υπό χαρτογράφηση περιοχής διδούμενων αρχείο δεδομένων σημείων. Με τη μετακίνηση του δρομέα του συντεταγμενογράφου πάνω σε κάποια ισούψη του χάρτη στέλνονται στον H/Y τρίαδες συντεταγμένων ( $X, Y, Z$ ).

Το επόμενο στάδιο θα σημειώνεται στη χρήση του προγράμματος που παριθέτει (8λ. παρακάτω). Πρόκειται για ένα πρόγραμμα σε γλώσσα FORTRAN και στο οποίο έχουν ενσωματωθεί με τροποποιήσεις οι υπορουτίνες "TREND", "READM" και "SLE" που προτείνονται για χρήση από τον Davis (1973).

Σύμφωνα με το πρόγραμμα, αρχικά δίδεται η δυνατότητα στον χρήστη να καθορίσει την πυκνότητα (θήμα σάρωσης) των σημείων (κανονικό δίκτυο σημείων) στα οποία θα υπολογισθεί η κλίση του εδάφους, ενώ παράλληλα θα πρέπει να δοθουν οι συντεταγμένες ( $X, Y$ ) της κατώ αριστερής (ΝΔ) και της άνω δεξιάς (ΒΑ) γωνίας του χάρτη (UTM συντεταγμένες) και το μήκος της ακτίνας R ενός κυκλικού παραθύρου. Στη συνέχεια αρχίζει η σάρωση της υπό χαρτογράφηση περιοχής σημείο προς σημείο (με θάση το θήμα που ήση επέλεξε ο χρήστης) παράλληλα προς τον άξονα X.

Σε κάθε θήμα "ανοίγει" κυκλικό παράθυρο δεδομένης ακτίνας R με κέντρο το σημείο του κανονικού δίκτυου. Από το σύνολο των δεδομένων σημείων του αρχείου απορρίπτονται πρόσκατα (μέχρι το

επόμενο δήμα όπου επαναλαμβάνεται η διαδικασία όλα τα σημεία που βρίσκονται εκτός παραθύρου. Επίσης, σε κάθε σημείο του δικτύου (σημείο αναφοράς) και με το κέντρο το σημείο αυτό δημιουργούνται δώδεκα ίσοι κυκλικοί τομείς.

Σε κάθε τομέα επιλέγονται δύο σημεία από τα δεδομένα που ήδη εντοπίσθηκαν εντός του κυκλικού παραθύρου, επειδή ωστε το πρώτο από τα δύο να είναι το πλησιέστερο προς το σημείο του δικτύου και το δεύτερο το αμέσως πλησιέστερο αλλά να έχει διαφορετική τιμή υψομέτρου από το πρώτο και να βρίσκεται εντός του εν λόγω κυκλικού τομέα (Clerici, 1980).

Για κάθε λοιπόν κυκλικό τομέα επιλέγονται δύο σημεία που στην πραγματικότητα βρίσκονται σε δύο διαφορετικές ισούψεις του αρχικού τοπογραφικού χάρτη. Από τη γειτονιά κάθε σημείου του δικτύου επιλέγονται τελικά 24 σημεία που καθορίζουν μιά στοιχειώδη επιφάνεια και καταχωρούνται υπό μορφή πίνακα (υπορουτίνα "READM") και καλείται η υπορουτίνα "SLE" για τον υπολογισμό των συντελεστών του πολυωνύμου που αποτελεί τη μαθηματική εκφραση της στοιχειώδους επιφάνειας. Επειδή, αρχικά υπολογίζονται οι συντελεστές ενός πολυωνύμου πρώτου βαθμού. Η προσαρμογή της επιφάνειας στα δεδομένα σημεία γίνεται και ελέγχεται με στατιστικές μεθόδους (μεθόδος ελαχίστων τετραγώνων) και άν δεν είναι ικανοποιητική οι συντελεστές απορρίπτονται και υπολογίζονται αυτοί ενός πολυωνύμου δεύτερου βαθμού κ.ο.κ. για να σταματήσει η διαδικασία στον υπολογισμό των συντελεστών πολυωνύμου τρίτου βαθμού. Η τιμή των συντεταγμένων X, Y του σημείου αναφέρεται και οι τιμές του υψομέτρου και της κλίσης (σε μοίρες) στο σημείο αυτό που υπολογίζεται με βάση την εξίσωση (4) καταχωρούνται σε ένα αρχείο.

Από το παραγόμενο αρχείο με πρόγραμμα επιλογής τάξεων κλίσης και περιχαράκωσης επιφανειών (contouring) και τη χρήση ηλεκτρονικού σχεδιαστή (Plotter) μπορεί να γίνει η τελική σχεδιαση ισοκλινών επιφανειών και η παγωγή ενός χάρτη.

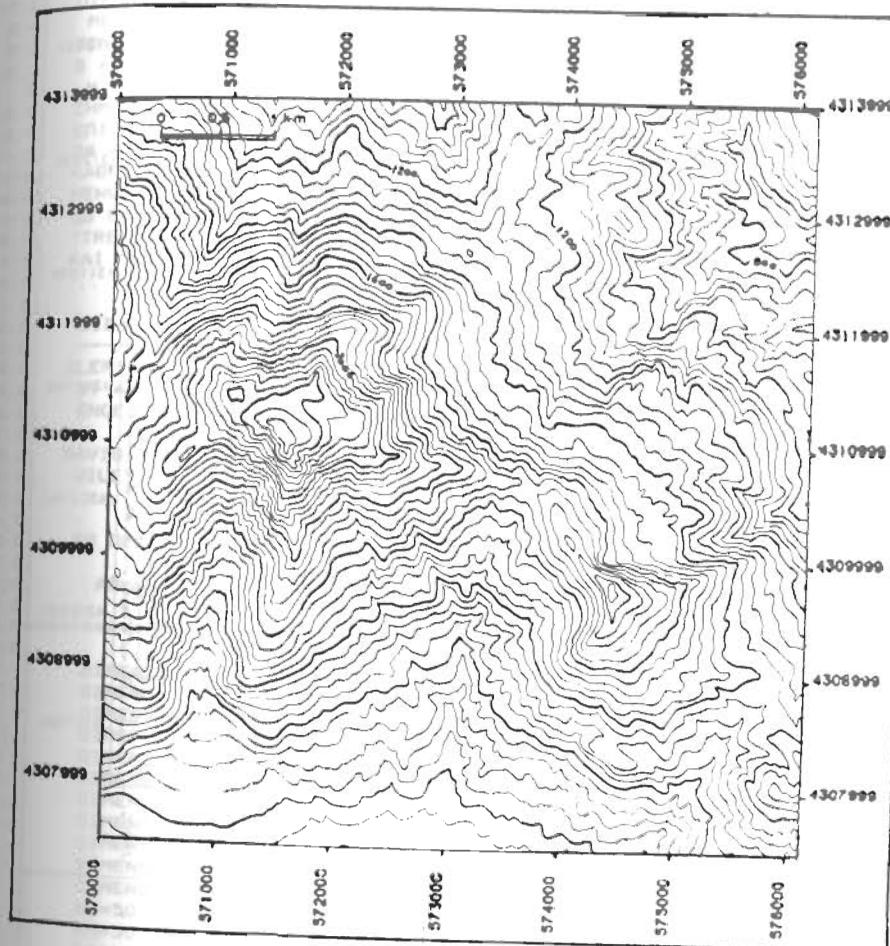
Τελος, σημειώνεται ότι με μικρές τροποποιήσεις στο πρόγραμμα και με βάση τις σχέσεις των συντελεστών A, B, C, είναι δυνατός ο υπολογισμός του προσανατολισμού των πρανών σε κάθε σημείο του δικτύου (Ζιούρκας, 1989).

### 3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΑΡΤΗ ΙΣΟΚΛΙΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ.

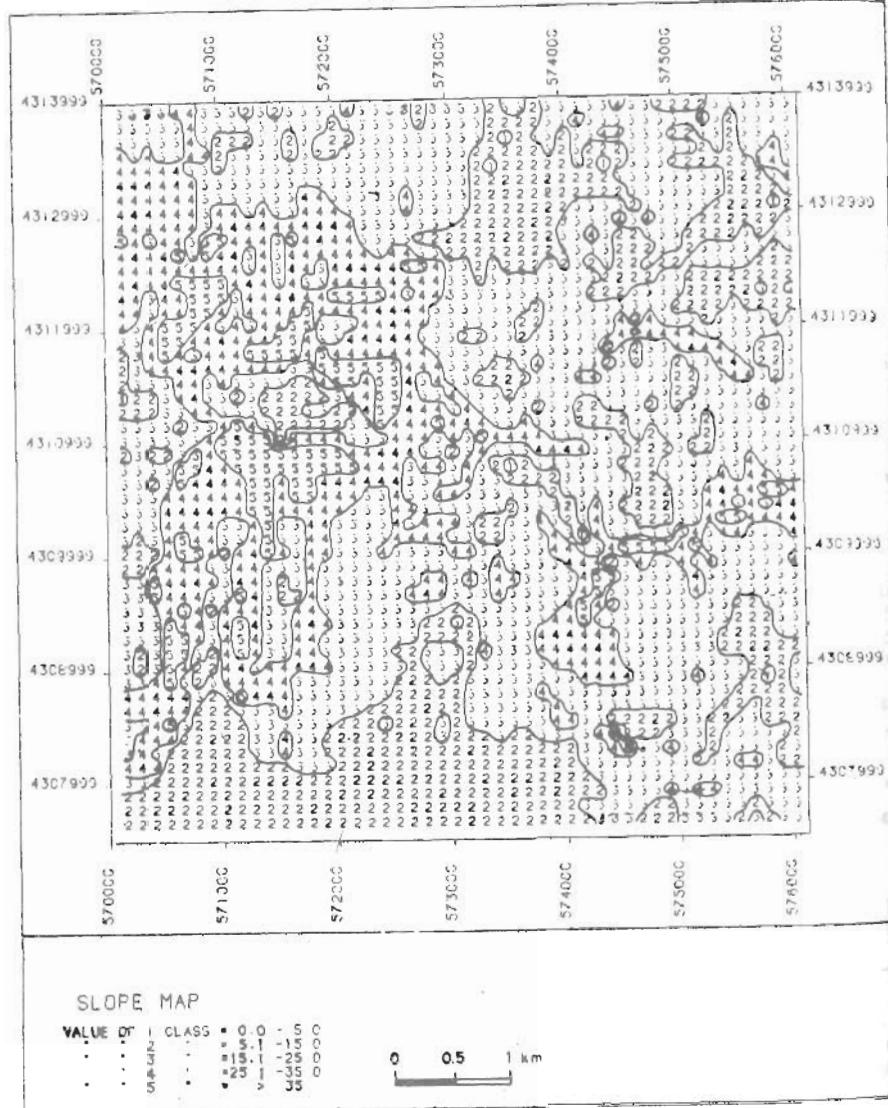
Από τον τοπογραφικό χάρτη του Σχ. 4, έγινε συντεταγμένογράφηση όλων των ισούψών και δημιουργήθηκε το αρχικό αρχείο δεδομένων σημείων (οι συντεταγμένες X, Y ανήκουν στο σύστημα U.T.M. και εκφράσθηκαν σε m).

Η ακτίνα του κυκλικού παραθύρου ορίσθηκε (ση με 500m και η πυκνότητα των σημείων (X, Y) του κανονικού δικτύου ίση με 125m x 125m. Η ισοδιάσταση του τοπογραφικού χάρτη που χρησιμοποιήθηκε ήταν 40m.

Μετά τη χρήση του προγράμματος και με βάση το τελικό αρχείο δεδομένων κατασκευάσθηκε ο χάρτης ισοκλινών επιφανειών (Σχ. 5).



Σχ. 4. Τοπογραφικός χάρτης (ισοδιάσταση 40 m).  
Fig. 4. Topographic map (contour interval 40 m).



Σχ. 5. Χάρτης τσοκλινών επιφανειών.  
Fig. 5. Slope map.

#### ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ "SLOPE"

ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΥΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΙ ΤΙΣ ΚΛΙΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ, ΦΙΑ ΤΗΝ οποία προνούμενος έγινε ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΓΡΑΦΗΣΗ, ΜΕ DIGITIZER, ΤΩΝ ΙΣΟΥΨΩΝ ΆΠΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΧΑΡΤΗ.  
ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΙ ΣΕ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΙΗΜΕΙΩΝ, Η ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ οΠΟΙΩΝ ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ.  
ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ Υ/Η ΖΗΤΟΥΝΤΑΙ ΤΟ ΕΥΡΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΙΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ(ΒΗΜΑ ΙΑΡΩΣΗΣ), ΟΙ ΣΥΝΤ/ΜΕΝΕΣ ΤΗΣ Ν.Δ ΚΑΙ Β.Α ΓΩΝΙΑΣ ΤΟΥ ΧΑΡΤΗ(ΣΕ ΜΕΤΡΑ) ΚΑΙ Η ΑΚΤΙΝΑ ΕΝΟΣ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΠΑΡΑΒΥΡΟΥ Η ΙΑΡΩΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΙΗΜΕΙΟ ΠΡΟΣ ΙΗΜΕΙΟ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΚΑΒΕ ΙΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΝΟΙΓΕΙ ΕΝΑ ΚΥΚΛΙΚΟ ΠΑΡΑΒΥΡΟ, ΜΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟ οΠοιο ΕΠΙΛΕΓΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΜΕΒΩΔΟ ΤΩΝ ΚΥΚΛΙΚΩΝ ΤΟΜΕΩΝ (CLERICI, A. 1980) ΜΕΧΡΙ 24 ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΩΔΗΜΑ ΙΗΜΕΙΑ (ΔΥΟ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ). Η ΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΙΣΕΙΣ ΚΑΒΕ ΙΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΙ, ΑΦΟΥ ΠΡΟΝΟΥΜΕΙ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΕΙ Η ΣΤΟΙΧΕΙΩΣΗ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ, ΜΕ ΤΗ ΜΕΒΩΔΟ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ (ΕΝΙΩΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΡΟΥΤΙΝΑΣ "TREND" ΚΑΙ ΤΗΣ ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑΣ "SLE", ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΕΙ Ο DAVIS, J. C (1973)) ΚΑΙ ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΚΑΤΑΧΩΡΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΕΝΑ ΑΡΧΕΙΟ.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

CLERICI A., 1980. "A METHOD FOR DRAWING SLOPE MAPS FROM CONTOUR MAPS BY AUTOMATIC DATA ACQUISITION AND PROCESSING." COMPUTERS AND GEOSCENCES, VOL. 6, PP. 289-297

DAVIS J. C., 1973. "STATISTICS AND DATA ANALYSIS IN GEOLOGY" JOHN WILEY AND SONS, NEW YORK, PP. 332-335

ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΤΑΞΗΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ : ΒΑΣΙΣΕΙΑΣΗ ΚΑΙ ΖΙΟΥΡΚΑ Κ.

ΑΘΗΝΑ 1989

```

36: ****
37: ****
38: DIMENSION XM(12000), YM(12000), ZM(12000), D(12000), YO(12000)
39: DIMENSION XL(1500), YL(1500), ZL(1500), DL(1500), FX(1500), X0(12000)
40: DIMENSION XT1(600), XT2(600), XT3(600), XT4(600), XT5(600), XT6(600)
41: DIMENSION YT1(600), YT2(600), YT3(600), YT4(600), YT5(600), YT6(600)
42: DIMENSION ZT1(600), ZT2(600), ZT3(600), ZT4(600), ZT5(600), ZT6(600)
43: DIMENSION DT1(600), DT2(600), DT3(600), DT4(600), DT5(600), DT6(600)
44: DIMENSION XT7(600), XT8(600), XT9(600), XT10(600), XT11(600), XT12(600)
45: DIMENSION YT7(600), YT8(600), YT9(600), YT10(600), YT11(600), YT12(600)
46: DIMENSION ZT7(600), ZT8(600), ZT9(600), ZT10(600), ZT11(600), ZT12(600)
47: DIMENSION DT7(600), DT8(600), DT9(600), DT10(600), DT11(600), DT12(600)
48: DIMENSION A(30,30), B(30), C(30), DATA(50,30), FMT410)
49: ND=30
50: MM=30
51: C(1)=1.0
52: WRITE(0,500)
53: WRITE(0,301)
54: WRITE(0,302)
55: C
56: C
57: C
58: C
59: C
60: C
61: C
62: C
63: C
64: C
65: C
66: C
67: C
68: C
69: C
70: C
71: C
72: C
73: C
74: C
75: C
76: C
77: C
78: C
79: C
80: C
81: C
82: C
83: C
84: C
85: C
86: C
87: C
88: C
89: C
90: C
91: C
92: C
93: C
94: C
95: C
96: C
97: C
98: C
99: C
100: C
101: C
102: C
103: C
104: C
105: C
106: C
107: C
108: C
109: C
110: C
111: C
112: C
113: C
114: C
115: C
116: C
117: C
118: C
119: C
120: C
121: C
122: C
123: C
124: C
125: C
126: C
127: C
128: C
129: C
130: C
131: C
132: C
133: C
134: C
135: C
136: C
137: C
138: C
139: C
140: C
141: C
142: C
143: C
144: C
145: C
146: C
147: C
148: C
149: C
150: C
151: C
152: C
153: C
154: C
155: C
156: C
157: C
158: C
159: C
160: C
161: C
162: C
163: C
164: C
165: C
166: C
167: C
168: C
169: C
170: C
171: C
172: C
173: C
174: C
175: C
176: C
177: C
178: C
179: C
180: C
181: C
182: C
183: C
184: C
185: C
186: C
187: C
188: C
189: C
190: C
191: C
192: C
193: C
194: C
195: C
196: C
197: C
198: C
199: C
200: C
201: C
202: C
203: C
204: C
205: C
206: C
207: C
208: C
209: C
210: C
211: C
212: C
213: C
214: C
215: C
216: C
217: C
218: C
219: C
220: C
221: C
222: C
223: C
224: C
225: C
226: C
227: C
228: C
229: C
230: C
231: C
232: C
233: C
234: C
235: C
236: C
237: C
238: C
239: C
240: C
241: C
242: C
243: C
244: C
245: C
246: C
247: C
248: C
249: C
250: C
251: C
252: C
253: C
254: C
255: C
256: C
257: C
258: C
259: C
260: C
261: C
262: C
263: C
264: C
265: C
266: C
267: C
268: C
269: C
270: C
271: C
272: C
273: C
274: C
275: C
276: C
277: C
278: C
279: C
280: C
281: C
282: C
283: C
284: C
285: C
286: C
287: C
288: C
289: C
290: C
291: C
292: C
293: C
294: C
295: C
296: C
297: C
298: C
299: C
300: C
301: C
302: C
303: C
304: C
305: C
306: C
307: C
308: C
309: C
310: C
311: C
312: C
313: C
314: C
315: C
316: C
317: C
318: C
319: C
320: C
321: C
322: C
323: C
324: C
325: C
326: C
327: C
328: C
329: C
330: C
331: C
332: C
333: C
334: C
335: C
336: C
337: C
338: C
339: C
340: C
341: C
342: C
343: C
344: C
345: C
346: C
347: C
348: C
349: C
350: C
351: C
352: C
353: C
354: C
355: C
356: C
357: C
358: C
359: C
360: C
361: C
362: C
363: C
364: C
365: C
366: C
367: C
368: C
369: C
370: C
371: C
372: C
373: C
374: C
375: C
376: C
377: C
378: C
379: C
380: C
381: C
382: C
383: C
384: C
385: C
386: C
387: C
388: C
389: C
390: C
391: C
392: C
393: C
394: C
395: C
396: C
397: C
398: C
399: C
400: C
401: C
402: C
403: C
404: C
405: C
406: C
407: C
408: C
409: C
410: C
411: C
412: C
413: C
414: C
415: C
416: C
417: C
418: C
419: C
420: C
421: C
422: C
423: C
424: C
425: C
426: C
427: C
428: C
429: C
430: C
431: C
432: C
433: C
434: C
435: C
436: C
437: C
438: C
439: C
440: C
441: C
442: C
443: C
444: C
445: C
446: C
447: C
448: C
449: C
450: C
451: C
452: C
453: C
454: C
455: C
456: C
457: C
458: C
459: C
460: C
461: C
462: C
463: C
464: C
465: C
466: C
467: C
468: C
469: C
470: C
471: C
472: C
473: C
474: C
475: C
476: C
477: C
478: C
479: C
480: C
481: C
482: C
483: C
484: C
485: C
486: C
487: C
488: C
489: C
490: C
491: C
492: C
493: C
494: C
495: C
496: C
497: C
498: C
499: C
500: C
501: C
502: C
503: C
504: C
505: C
506: C
507: C
508: C
509: C
510: C
511: C
512: C
513: C
514: C
515: C
516: C
517: C
518: C
519: C
520: C
521: C
522: C
523: C
524: C
525: C
526: C
527: C
528: C
529: C
530: C
531: C
532: C
533: C
534: C
535: C
536: C
537: C
538: C
539: C
540: C
541: C
542: C
543: C
544: C
545: C
546: C
547: C
548: C
549: C
550: C
551: C
552: C
553: C
554: C
555: C
556: C
557: C
558: C
559: C
560: C
561: C
562: C
563: C
564: C
565: C
566: C
567: C
568: C
569: C
570: C
571: C
572: C
573: C
574: C
575: C
576: C
577: C
578: C
579: C
580: C
581: C
582: C
583: C
584: C
585: C
586: C
587: C
588: C
589: C
590: C
591: C
592: C
593: C
594: C
595: C
596: C
597: C
598: C
599: C
600: C
601: C
602: C
603: C
604: C
605: C
606: C
607: C
608: C
609: C
610: C
611: C
612: C
613: C
614: C
615: C
616: C
617: C
618: C
619: C
620: C
621: C
622: C
623: C
624: C
625: C
626: C
627: C
628: C
629: C
630: C
631: C
632: C
633: C
634: C
635: C
636: C
637: C
638: C
639: C
640: C
641: C
642: C
643: C
644: C
645: C
646: C
647: C
648: C
649: C
650: C
651: C
652: C
653: C
654: C
655: C
656: C
657: C
658: C
659: C
660: C
661: C
662: C
663: C
664: C
665: C
666: C
667: C
668: C
669: C
670: C
671: C
672: C
673: C
674: C
675: C
676: C
677: C
678: C
679: C
680: C
681: C
682: C
683: C
684: C
685: C
686: C
687: C
688: C
689: C
690: C
691: C
692: C
693: C
694: C
695: C
696: C
697: C
698: C
699: C
700: C
701: C
702: C
703: C
704: C
705: C
706: C
707: C
708: C
709: C
710: C
711: C
712: C
713: C
714: C
715: C
716: C
717: C
718: C
719: C
720: C
721: C
722: C
723: C
724: C
725: C
726: C
727: C
728: C
729: C
730: C
731: C
732: C
733: C
734: C
735: C
736: C
737: C
738: C
739: C
740: C
741: C
742: C
743: C
744: C
745: C
746: C
747: C
748: C
749: C
750: C
751: C
752: C
753: C
754: C
755: C
756: C
757: C
758: C
759: C
760: C
761: C
762: C
763: C
764: C
765: C
766: C
767: C
768: C
769: C
770: C
771: C
772: C
773: C
774: C
775: C
776: C
777: C
778: C
779: C
780: C
781: C
782: C
783: C
784: C
785: C
786: C
787: C
788: C
789: C
790: C
791: C
792: C
793: C
794: C
795: C
796: C
797: C
798: C
799: C
800: C
801: C
802: C
803: C
804: C
805: C
806: C
807: C
808: C
809: C
810: C
811: C
812: C
813: C
814: C
815: C
816: C
817: C
818: C
819: C
820: C
821: C
822: C
823: C
824: C
825: C
826: C
827: C
828: C
829: C
830: C
831: C
832: C
833: C
834: C
835: C
836: C
837: C
838: C
839: C
840: C
841: C
842: C
843: C
844: C
845: C
846: C
847: C
848: C
849: C
850: C
851: C
852: C
853: C
854: C
855: C
856: C
857: C
858: C
859: C
860: C
861: C
862: C
863: C
864: C
865: C
866: C
867: C
868: C
869: C
870: C
871: C
872: C
873: C
874: C
875: C
876: C
877: C
878: C
879: C
880: C
881: C
882: C
883: C
884: C
885: C
886: C
887: C
888: C
889: C
890: C
891: C
892: C
893: C
894: C
895: C
896: C
897: C
898: C
899: C
900: C
901: C
902: C
903: C
904: C
905: C
906: C
907: C
908: C
909: C
910: C
911: C
912: C
913: C
914: C
915: C
916: C
917: C
918: C
919: C
920: C
921: C
922: C
923: C
924: C
925: C
926: C
927: C
928: C
929: C
930: C
931: C
932: C
933: C
934: C
935: C
936: C
937: C
938: C
939: C
940: C
941: C
942: C
943: C
944: C
945: C
946: C
947: C
948: C
949: C
950: C
951: C
952: C
953: C
954: C
955: C
956: C
957: C
958: C
959: C
960: C
961: C
962: C
963: C
964: C
965: C
966: C
967: C
968: C
969: C
970: C
971: C
972: C
973: C
974: C
975: C
976: C
977: C
978: C
979: C
980: C
981: C
982: C
983: C
984: C
985: C
986: C
987: C
988: C
989: C
990: C
991: C
992: C
993: C
994: C
995: C
996: C
997: C
998: C
999: C
1000: C
1001: C
1002: C
1003: C
1004: C
1005: C
1006: C
1007: C
1008: C
1009: C
1010: C
1011: C
1012: C
1013: C
1014: C
1015: C
1016: C
1017: C
1018: C
1019: C
1020: C
1021: C
1022: C
1023: C
1024: C
1025: C
1026: C
1027: C
1028: C
1029: C
1030: C
1031: C
1032: C
1033: C
1034: C
1035: C
1036: C
1037: C
1038: C
1039: C
1040: C
1041: C
1042: C
1043: C
1044: C
1045: C
1046: C
1047: C
1048: C
1049: C
1050: C
1051: C
1052: C
1053: C
1054: C
1055: C
1056: C
1057: C
1058: C
1059: C
1060: C
1061: C
1062: C
1063: C
1064: C
1065: C
1066: C
1067: C
1068: C
1069: C
1070: C
1071: C
1072: C
1073: C
1074: C
1075: C
1076: C
1077: C
1078: C
1079: C
1080: C
1081: C
1082: C
1083: C
1084: C
1085: C
1086: C
1087: C
1088: C
1089: C
1090: C
1091: C
1092: C
1093: C
1094: C
1095: C
1096: C
1097: C
1098: C
1099: C
1100: C
1101: C
1102: C
1103: C
1104: C
1105: C
1106: C
1107: C
1108: C
1109: C
1110: C
1111: C
1112: C
1113: C
1114: C
1115: C
1116: C
1117: C
1118: C
1119: C
1120: C
1121: C
1122: C
1123: C
1124: C
1125: C
1126: C
1127: C
1128: C
1129: C
1130: C
1131: C
1132: C
1133: C
1134: C
1135: C
1136: C
1137: C
1138: C
1139: C
1140: C
1141: C
1142: C
1143: C
1144: C
1145: C
1146: C
1147: C
1148: C
1149: C
1150: C
1151: C
1152: C
1153: C
1154: C
1155: C
1156: C
1157: C
1158: C
1159: C
1160: C
1161: C
1162: C
1163: C
1164: C
1165: C
1166: C
1167: C
1168: C
1169: C
1170: C
1171: C
1172: C
1173: C
1174: C
1175: C
1176: C
1177: C
1178: C
1179: C
1180: C
1181: C
1182: C
1183: C
1184: C
1185: C
1186: C
1187: C
1188: C
1189: C
1190: C
1191: C
1192: C
1193: C
1194: C
1195: C
1196: C
1197: C
1198: C
1199: C
1200: C
1201: C
1202: C
1203: C
1204: C
1205: C
1206: C
1207: C
1208: C
1209: C
1210: C
1211: C
1212: C
1213: C
1214: C
1215: C
1216: C
1217: C
1218: C
1219: C
1220: C
1221: C
1222: C
1223: C
1224: C
1225: C
1226: C
1227: C
1228: C
1229: C
1230: C
1231: C
1232: C
1233: C
1234: C
1235: C
1236: C
1237: C
1238: C
1239: C
1240: C
1241: C
1242: C
1243: C
1244: C
1245: C
1246: C
1247: C
1248: C
1249: C
1250: C
1251: C
1252: C
1253: C
1254: C
1255: C
1256: C
1257: C
1258: C
1259: C
1260: C
1261: C
1262: C
1263: C
1264: C
1265: C
1266: C
1267: C
1268: C
1269: C
1270: C
1271: C
1272: C
1273: C
1274: C
1275: C
1276: C
1277: C
1278: C
1279: C
1280: C
1281: C
1282: C
1283: C
1284: C
1285: C
1286: C
1287: C
1288: C
1289: C
1290: C
1291: C
1292: C
1293: C
1294: C
1295: C
1296: C
1297: C
1298: C
1299: C
1300: C
1301: C
1302: C
1303: C
1304: C
1305: C
1306: C
1307: C
1308: C
1309: C
1310: C
1311: C
1312: C
1313: C
1314: C
1315: C
1316: C
1317: C
1318: C
1319: C
1320: C
1321: C
1322: C
1323: C
1324: C
1325: C
1326: C
1327: C
1328: C
1329: C
1330: C
1331: C
1332: C
1333: C
1334: C
1335: C
1336: C
1337: C
1338: C
1339: C
1340: C
1341: C
1342: C
1343: C
1344: C
1345: C
1346: C
1347: C
1348: C
1349: C
1350: C
1351: C
1352: C
1353: C
1354: C
1355: C
1356: C
1357: C
1358: C
1359: C
1360: C
1361: C
1362: C
1363: C
1364: C
13
```

```

61: 500 FORMAT(1X, 'ΕΙΗΜΑ ΣΕ Η, ΧΑ, ΥΑ(ΝΔ ΓΡΝ.), ΧΤ, ΥΤ(ΒΑ ΓΡΝ.), ΑΚΤΙΝΑ ΠΑΡΑΒΥΡΟ
62:   BY      ')
63: 301 FORMAT(1X, ' F4.  F8.    F8.    F8.    F5   ')
64: 302 FORMAT(1X, '-----')
65: 303 FORMAT(F4.0, 4F8.0, F5.0)
66:   WRITE(0,8)
67:   8 FORMAT(1X, ' ΔΩΣΕ ΤΟ FORMAT ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ')
68:   READ(0,7) FMT
69:   7 FORMAT(10A4)
70:   M=3
71:   RR2=RR**2
72: C
73: C   ΚΑΒΟΡΙΕΜΟΙ ΟΡΙΩΝ ΚΥΚΛΙΚΩΝ ΤΟΜΕΩΝ
74: C
75:   F11=3, 14159/180.
76:   F1=TAN(F11)
77:   F22=F11+30. #F11
78:   F2=TAN(F22)
79:   F33=F22+30. #F11
80:   F3=TAN(F33)
81:   F44=F33+30. #F11
82:   F4=TAN(F44)
83:   F55=F44+30. #F11
84:   F5=TAN(F55)
85:   F66=F55+30. #F11
86:   F6=TAN(F66)
87: C
88: C   ΚΑΒΟΡΙΕΜΟΙ ΟΡΙΟΥ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ
89: C
90:   TOL=10E-8
91: C
92: C   ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
93: C
94:   IK=1
95: 10 READ(10,FMT,END=9) XM(IK),YM(IK),ZM(IK)
96:   IK=IK+1
97:   GO TO 10
98:   9 IK=IK-1
99:   YS=YA
100: 15 XS=XA
101: C
102: C   ΚΑΒΟΡΙΕΜΟΣ ΣΥΝΤ/ΦΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΙΗΜΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
103: C
104: 11 YS=YS+STEP
105:   IF(YS.GT.YT) GO TO 99999
106:   GO TO 12
107: C
108: 13 REWIND 11
109: C
110: 12 XS=XS+STEP
111:   IF(XS.GT.XT) GO TO 15
112:   IORD=0
113: C
114: C   ΕΝΤΟΝΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΙΗΜΕΙΩΝ ΠΟΥ ΒΡΙΞΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΚΥΚΛΙΚΟ ΠΑΡΑΒΥΡΟ
115: C
116:   IL=0
117:   GO 200 II=1,IK
118:   XQ(II)=XM(II)-XS
119:   IF(ABB(XQ(II)),LE,TOL) GO TO 200
120:   YQ(II)=YM(II)-YS

```

```

121:   D(II)=XQ(II)**2+YQ(II)**2
122:   IF(D(II).GT.RR2) GO TO 200
123:   IL=IL+1
124:   XL(IL)=XQ(II)
125:   YL(IL)=YQ(II)
126:   ZL(IL)=ZM(II)
127:   DL(IL)=D(II)
128:   YO(IL)=YQ(II)
129:   FX(IL)=YQ(II)/XQ(II)
130:   200 CONTINUE
131: C
132: C   ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΙΗΜΕΙΩΝ ΣΤΟΥΣ 12 ΚΥΚΛ. ΤΟΜΕΙΣ
133: C
134:   I1=0
135:   I2=0
136:   I3=0
137:   I4=0
138:   I5=0
139:   I6=0
140:   I7=0
141:   I8=0
142:   I9=0
143:   I10=0
144:   I11=0
145:   I12=0
146:   ITR=0
147:   DO 300 IM=1,IL
148:   IF(FX(IM).GT.F1,AND,FX(IM).LE.F2) GO TO 201
149:   IF(FX(IM).GT.F2,AND,FX(IM).LE.F3) GO TO 202
150:   IF(FX(IM).GT.F3,AND,FX(IM).LE.F4) GO TO 203
151:   IF(FX(IM).GT.F4,AND,FX(IM).LE.F5) GO TO 204
152:   IF(FX(IM).GT.F5,AND,FX(IM).LE.F6) GO TO 205
153:   IF(XL(IM)=XS.GT.O.) GO TO 212
154:   I6=I6+1
155:   XT6(I6)=XL(IM)
156:   YT6(I6)=YL(IM)
157:   ZT6(I6)=ZL(IM)
158:   DT6(I6)=DL(IM)
159:   GO TO 300
160:   201 IF(YQ(IM).LT.O.) GO TO 207
161:   I1=I1+1
162:   XT1(I1)=XL(IM)
163:   YT1(I1)=YL(IM)
164:   ZT1(I1)=ZL(IM)
165:   DT1(I1)=DL(IM)
166:   GO TO 300
167:   202 IF(YQ(IM).LT.O.) GO TO 208
168:   I2=I2+1
169:   XT2(I2)=XL(IM)
170:   YT2(I2)=YL(IM)
171:   ZT2(I2)=ZL(IM)
172:   DT2(I2)=DL(IM)
173:   GO TO 300
174:   203 IF(YQ(IM).LT.O.) GO TO 209
175:   I3=I3+1
176:   XT3(I3)=XL(IM)
177:   YT3(I3)=YL(IM)
178:   ZT3(I3)=ZL(IM)
179:   DT3(I3)=DL(IM)
180:   GO TO 300

```

```

181: 204 IF(Y0(IM).LT.0.) GO TO 210
182: I4=I4+1
183: XT4(I4)=XL(IM)
184: YT4(I4)=YL(IM)
185: ZT4(I4)=ZL(IM)
186: DT4(I4)=DL(IM)
187: GO TO 300
188: 205 IF(Y0(IM).LT.0.) GO TO 211
189: I5=I5+1
190: XT5(I5)=XL(IM)
191: YT5(I5)=YL(IM)
192: ZT5(I5)=ZL(IM)
193: DT5(I5)=DL(IM)
194: GO TO 300
195: 207 I7=I7+1
196: XT7(I7)=XL(IM)
197: YT7(I7)=YL(IM)
198: ZT7(I7)=ZL(IM)
199: DT7(I7)=DL(IM)
200: GO TO 300
201: 208 I8=I8+1
202: XT8(I8)=XL(IM)
203: YT8(I8)=YL(IM)
204: ZT8(I8)=ZL(IM)
205: DT8(I8)=DL(IM)
206: GO TO 300
207: 209 I9=I9+1
208: XT9(I9)=XL(IM)
209: YT9(I9)=YL(IM)
210: ZT9(I9)=ZL(IM)
211: DT9(I9)=DL(IM)
212: GO TO 300
213: 210 I10=I10+1
214: XT10(I10)=XL(IM)
215: YT10(I10)=YL(IM)
216: ZT10(I10)=ZL(IM)
217: DT10(I10)=DL(IM)
218: GO TO 300
219: 211 I11=I11+1
220: XT11(I11)=XL(IM)
221: YT11(I11)=YL(IM)
222: ZT11(I11)=ZL(IM)
223: DT11(I11)=DL(IM)
224: GO TO 300
225: 212 I12=I12+1
226: XT12(I12)=XL(IM)
227: YT12(I12)=YL(IM)
228: ZT12(I12)=ZL(IM)
229: DT12(I12)=DL(IM)
230: 300 CONTINUE
231: C
232: C   ЕПИЛОГΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΕΡΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ
233: C
234: 701 CALL TOMEAS(DT1, XT1, YT1, ZT1, I1, ITR)
235: CALL TOMEAS(DT2, XT2, YT2, ZT2, I2, ITR)
236: CALL TOMEAS(DT3, XT3, YT3, ZT3, I3, ITR)
237: CALL TOMEAS(DT4, XT4, YT4, ZT4, I4, ITR)
238: CALL TOMEAS(DT5, XT5, YT5, ZT5, I5, ITR)
239: CALL TOMEAS(DT6, XT6, YT6, ZT6, I6, ITR)
240: CALL TOMEAS(DT7, XT7, YT7, ZT7, I7, ITR)

```

```

241: CALL TOMEAS(DT8, XT8, YT8, ZT8, I8, ITR)
242: CALL TOMEAS(DT9, XT9, YT9, ZT9, I9, ITR)
243: CALL TOMEAS(DT10, XT10, YT10, ZT10, I10, ITR)
244: CALL TOMEAS(DT11, XT11, YT11, ZT11, I11, ITR)
245: CALL TOMEAS(DT12, XT12, YT12, ZT12, I12, ITR)
246: C
247: IF(ITR LE 3) GO TO 13
248: ENDFILE 11
249: N=ITR
250: C
251: REWIND 11
252: C
253: C ****
254: C
255: C   ΚΑΤΑΧΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΣΕ ΠΙΝΑΚΑ
256: C
257: CALL READM(DATA, N, M, ND, 3)
258: C
259: C   ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ
260: C
261: 600 IORD=IORD+1
262: IORD2=(IORD+1)*(IORD+2)/2
263: IORD3=IORD+1
264: IORD4=(IORD3+1)*(IORD3+2)/2
265: C(1)=1.0
266: C
267: DO 100 I=1, IORD2
268: B(I)=0.0
269: DO 100 J=1, IORD2
270: A(I,J)=0.0
271: 100 CONTINUE
272: C
273: DO 101 I=1, N
274: JB=1
275: DO 102 J=1, IORD
276: DO 103 K=1, J
277: JB=JB+1
278: KB=JB-J
279: C(JB)=C(KB)*DATA(I, 1)
280: 103 CONTINUE
281: JB=JB+1
282: C(JB)=C(KB)*DATA(I, 2)
283: 102 CONTINUE
284: DO 104 J=1, IORD2
285: B(J)=B(J)+C(J)*DATA(I, 3)
286: DO 104 K=1, IORD2
287: A(J,K)=A(J, K)+C(J)*C(K)
288: 104 CONTINUE
289: 101 CONTINUE
290: C
291: CALL SLE(A, B, IORD2, MM, 1, 1.0E-08)
292: C
293: DO 105 I=1, N
294: JB=1
295: DO 106 J=1, IORD
296: DO 107 K=1, J
297: JB=JB+1
298: KB=JB-J
299: C(JB)=C(KB)*DATA(I, 1)
300: 107 CONTINUE

```

```

301:   JB=JB+1
302:   C(JB)=C(KB)+DATA(I,2)
303: 106 CONTINUE
304:   DATA(I,4)=0.0
305:   DO 108 J=1,IORD2
306:   DATA(I,4)=DATA(I,4)+B(J)*C(J)
307: 108 CONTINUE
308:   DATA(I,5)=DATA(I,3)-DATA(I,4)
309: 105 CONTINUE
310 C
311 C     ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΙ Β(Ι) ΤΗΣ
312 C     ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
313 C
314:   SY=0.0
315:   SYY=0.0
316:   SYC=0.0
317:   SYYC=0.0
318:   DO 111 I=1,N
319:   SY=SY+DATA(I,3)
320:   SYY=SYY+DATA(I,3)**2
321:   SYC=SYC+DATA(I,4)
322:   SYYC=SYYC+DATA(I,4)**2
323: 111 CONTINUE
324:   SST=SYY-SY*SY/FLOAT(N)
325:   IF(SST.LE.TOL) GO TO 1121
326:   SSR=SYYC-SYC*SYC/FLOAT(N)
327:   SSD=SST-SSR
328:   NDF1=IORD2-1
329:   AMSR=SSR/FLOAT(NDF1)
330:   NDF2=N-IORD2
331:   AMSD=SSD/FLOAT(NDF2)
332:   IF(AMSD.LE.TOL) GO TO 1121
333 C
334 C     ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ
335 C
336:   R2=SSR/SST
337:   R=SQRT(R2)
338:   IF(IORD.LT.3) GO TO 603
339:   GO TO 602
340: 603 IF(N.GT.IORD4) GO TO 601
341:   GO TO 602
342: 601 IF(R.LT.0.80) GO TO 600
343 C
344: 602 FT5=AMSR/AMSD
345 C
346: ****
347 C
348 C     ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ
349 C
350:   ZH=B(1)
351:   AA=B(2)
352:   BB=B(3)
353 C
354: 403 FF=1/SQRT(AA**2+BB**2+1)
355:   FF=ACOS(FF)
356:   FF=FF*180/3 14159
357 C
358 C     ΕΓΓΡΑΦΗ ΣΕ ΑΡΧΕΙΟ ΤΩΝ ΣΥΝΤ/ΓΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΙΗΜΕΙΟΥ, ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ, ΤΟΥ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ, ΤΟΥ ΒΑΒΜΟΥ ΤΟΥ ΠΟΛΥΩΝΥΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ
359 C
360 C

```

```

361:   WRITE(12,402) XS,YB,FF,ZH,IORD,R
362:   402 FORMAT(F7.0,F8.0,1X,F6.2,F6.0,I3,F6.3)
363: C
364:   1121 REWIND 11
365: C
366:   GO TO 12
367:   99999 STOP
368:   END
369: C ****
370:   FUNCTION ACOS(X)
371: C
372: C...     ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΟΞΟΥ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΗΣ
373: C
374:   ACOS=ATAN(SQRT(1/(X*X)-1.))
375:   RETURN
376:   END
377: C ****
378:   SUBROUTINE READM(A,N,M,N1,M1)
379:   DIMENSION A(N1,M1)
380:   DO 100 I=1,N
381:   READ (11,1001) (A(I,J),J=1,M)
382: 100 CONTINUE
383:   RETURN
384: 1001 FORMAT (3FB.0)
385:   END
386: C ****
387:   SUBROUTINE BLE(A,B,N,N1,ZERO)
388:   DIMENSION A(N1,N1),B(N1)
389:   DO 100 I=1,N
390:   DIV=A(I,I)
391:   IF (ABS(DIV)=ZERO) 98,98,1
392:   1 DO 101 J=1,N
393:   A(I,J)=A(I,J)/DIV
394: 101 CONTINUE
395:   B(I)=B(I)/DIV
396:   DO 102 J=1,N
397:   IF (I-J).GT.102.2
398:   2 RATIO=A(J,I)
399:   DO 103 K=1,N
400:   A(J,K)=A(J,K)-RATIO*A(I,K)
401: 103 CONTINUE
402:   B(J)=B(J)-RATIO*B(I)
403: 102 CONTINUE
404: 100 CONTINUE
405:   GO TO 98
406: 98 RETURN
407:   END
408 C ****
409:   SUBROUTINE TOMEAS(DT,XT,YT,ZT,I,ITR)
410:   DIMENSION DT(700),XT(700),YT(700),ZT(700)
411:   IF(I.EQ.0) GO TO 55
412 C
413 C
414 C     ΕΥΡΕΣΗ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΤΟΥ ΠΛΗΣΙΕΙΤΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΙΗΜΕΙΑ ΣΤΟ
415 C     ΙΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
416:   IC=1
417:   DO 401 IT=2,I
418:   IF(DT(IT).LT.DT(IC)) IC=IT
419: 401 CONTINUE
420:   ZZL=ZT(IC)

```

```

421:C
422:C... ΕΓΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΣΕ ΑΡΧΕΙΟ
423:C
424:    WRITE(11,1) XT(IC),YT(IC),ZT(IC)
425:    1 FORMAT(3FB 0)
426:    ITR=ITR+1
427:C
428:C   ΕΥΡΕΣΗ ΤΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΠΛΗΣΙΕΣΤΕΡΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΤΙΜΗ
429:C   ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΩΤΟ
430:C
431:    IC=1
432:    DO 501 IT=2, I
433:    IF(ZT(IT).EQ.ZZL) GO TO 501
434:    IF(DT(IT).LT DT(IC)) IC=IT
435:    501 CONTINUE
436:    IF(ZT(IC).EQ.ZZL) GO TO 55
437:C
438:C... ΕΓΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΣΕ ΑΡΧΕΙΟ
439:C
440:    WRITE(11,1) XT(IC),YT(IC),ZT(IC)
441:    ITR=ITR+1
442:    55 RETURN
443:    END

```

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πρόγραμμα που παρουσιάζεται στην εργασία αυτή υπολογίζει τις μορφολογικές κλίσεις του εδάφους σε κανονικό δίκτυο σημείων το ούρος των οποίων επιλέγεται. Το αρχείο σημείων γνωστής κλίσης που τελικά δημιουργείται, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σχεδίαση χάρτη ισοκλίνων επιφανειών.

Με το πρόγραμμα αυτό περιορίζεται ο χρόνος κατασκευής χάρτη ισοκλίνων επιφανειών ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται η αντικειμενικότητα και η πιστότητα των αποτελεσμάτων (με στατιστικούς ελέγχους).

Αν η επιθυμητή ακρίβεια των μετρήσεων δεν είναι μεγάλη, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί τοπογραφικός χάρτης με ισοδιαστάση μεγαλύτερη και αρχικά να επιλέγεται δίκτυο σημείων μικρής πυκνότητας. Στη συνέχεια, με μικρή μετατροπή του προγράμματος μπορεί να δημιουργηθεί ένα δεύτερο πιο πυκνό δίκτυο σημείων ύψων από κάθε σημείο του αρχικού δίκτυου. Για τον υπολογισμό της κλίσης σε κάθε σημείο του δεύτερου δίκτυου θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι εξισώσεις (5) και (6). Κατ' αυτό τον τρόπο αυξάνεται η ταχύτητα ροής του προγράμματος, αλλά μειώνεται η ακρίβεια του αποτελέσματος.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- CLERICI, A. (1980). A method for drawing slope maps from contour maps by automatic data acquisition and processing. Computers and Geosciences, 6, pp. 289-297.
- GRENDER, G.C. (1976). TOPO III: a FORTRAN program for terrain analysis. Computers and Geosciences, 2, pp.195-209.
- DAVIS, J.C. (1973). Statistics and data analysis in geology. J. Wiley, 550 p., New York.
- HARBAUGH, J.W. (1964). A computer method for four-variable trend analysis illustrated by a study of oil-gravity variations in Southeastern Kansas. Kansas Geol. Bull., 171, 58 p.
- KUČERA, (1947). Skloný nomogram (Das Boschungsnomogramm). Kart Prehled, 2, pp. 80-82.
- STRAHLER, A. (1956). Quantitative slope analysis. Geol. Soc. Am. Bull., 67, No 5, pp. 571-596.
- ZΙΟΥΡΚΑΣ, K. (1989). Κατολισθητικά φαινόμενα στον Ελληνικό χώρο. Τεχνικογεωλογική Θεώρηση-Στατιστική ανάλυση. Διδακτορική διατριβή, Παν. Πατρών, 500 σελ.