

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

Ζιούρκας Κ.* και Βασιλειάδης Ευ.**

Σ Υ Ν Ο Ψ Η

Στην εργασία αυτή παρατίθεται και αναλύεται πρόγραμμα Η/Υ για υπολογισμό των κλίσεων του εδάφους κάποιας περιοχής, αφού προηγουμένως έχει γίνει συντεταγμενογράφηση των ισούψων 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 παράθυρο 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 προηγουμένως προσεγγισθεί η στοιχειώδης τοπογραφική επιφάνεια, με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων.

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

A B S T R A C T

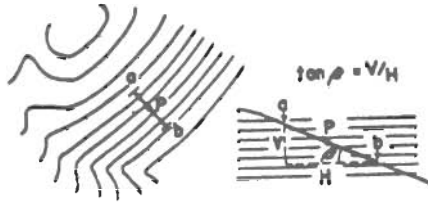
In this work, a computer programme which calculates slope inclination, in an area of which its contours were previously digitized, is presented and analysed. Inclination values are calculated in a normal point net having a density that can be previously chosen.

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.

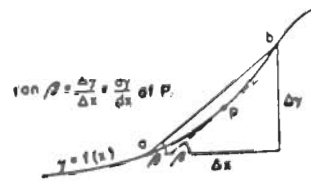
Οι χάρτες ισοκλινών επιφανειών βρίσκουν εφαρμογή στους διάφορους κλάδους της γεωλογίας, τη δασοπονία κ.λ.π. Η πλέον απλή μέθοδος κατασκευής ισοκλινούς χάρτη είναι αυτή που στηρίζεται στη χρήση χάρακα, αριθμομηχανής και ενός τοπογραφικού χάρτη πλην όμως είναι χρονοβόρα, επίπονη και όχι μεγάλης ακρίβειας λόγω της υποκειμενικότητας και προσέγγισης (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).

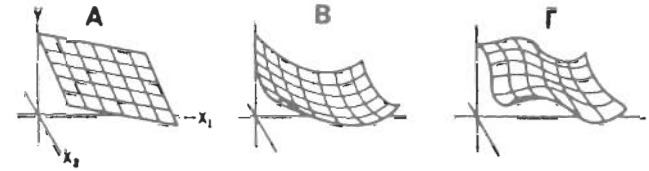
Η μέθοδος που εφαρμόζεται σ'αυτή την εργασία επινοήθηκε από τον Clerici (1980) και στηρίζεται στην αρχή ότι η κλίση του εδάφους σε ένα σημείο θεωρείται ίση με την κλίση του εφαπτόμενου επιπέδου στην επιφάνεια του εδάφους στο συγκεκριμένο σημείο (Σχ. 2), (Strahler, 1956).



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 μετά από ανάλυση πολλαπλής πολυώνυμωσης (Σχ. 3). Για το σκοπό αυτό γίνεται αρχικά συντεταγμενογράφηση των ισοψών ενός τοπογραφικού χάρτη με τη χρήση ηλεκτρονικού συντεταγμενογράφου 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 σχεδιάστηκε, επεξεργάζεται το αρχείο δεδομένων και παράγει ένα νέο αρχείο σημείων (σε κανονικό 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 ισοκλινείς επιφάνειες.

Για τον παραπάνω σκοπό και επειδή είναι πρακτικά αδύνατη η περιγραφή με ακρίβεια μίας μεγάλης περιοχής μέσω της χρήσης μίας και μόνο πολυωνυμικής εξίσωσης, η όλη τοπογραφική επιφάνεια (όπως έχει αρχαιοθετηθεί με τη συντεταγμενογράφηση των ισοψών) υποδιαιρείται από το πρόγραμμα σε επιμέρους τμήματα. 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.

Όπως προαναφέρθηκε, σαν κλίση του εδάφους σε κάποιο σημείο, θεωρείται η γωνία α μεταξύ του οριζοντίου επιπέδου και αυτού που εφάπτεται της τοπογραφικής επιφάνειας στο συγκεκριμένο σημείο (Strahler, 1956).

Η μαθηματική έκφραση του εφαπτόμενου επιπέδου μίας επιφάνειας F(X,Y,Z) σε ένα σημείο συντεταγμένων X₀,Y₀,Z₀ 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 :

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

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

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

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

Επίσης η γωνία γ 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:

$$\cos \gamma = \frac{a_1a_2 + b_1b_2 + c_1c_2}{\pm \sqrt{(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2) * (a_2^2 + b_2^2 + c_2^2)}}$$

Η γωνία α που σχηματίζεται από το εφαπτόμενο επίπεδο της εξίσωσης (2) και οποιοδήποτε οριζόντιο επίπεδο, 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 υπεισέλθει στο μαθηματικό μοντέλο προσδιορίζεται με την εφαρμογή της στατιστικής μεθόδου "ανάλυση πολλαπλής πολυδρόμησης" και τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων για ένα αριθμό προϋπαρχόντων 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 μία πολυωνυμική εξίσωση με τρισδιάστατη εκπροσώπηση.

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

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

Έτσι, η γωνία α , που αντιπροσωπεύει την κλίση της επιφάνειας σε σημείο γνωστών συντεταγμένων, καθορίζεται με τον υπολογισμό των συντελεστών A και B .

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

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

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

Για μία δευτεροβάθμια επιφάνεια,

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

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

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

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

Ανάλογα συμβαίνει και για επιφάνειες υψηλότερου βαθμού.

3. ΑΠΟΚΤΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ Η/Υ,

Μετά από συντεταγμενογράφηση των ισοϋψών ενός τοπογραφικού χάρτη της υπό χαρτογράφηση περιοχής δημιουργείται αρχείο δεδομένων σημείων. Με τη μετακίνηση του δρομέα του συντεταγμενογράφου πάνω σε κάποια ισούψη του χάρτη στέλνονται στον Η/Υ τριάδες συντεταγμένων (X, Y, Z) .

Το επόμενο στάδιο βασίζεται στη χρήση του προγράμματος που παρατίθεται (βλ. 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 (βήμα σάρωσης) των σημείων (κανονικό δίκτυο σημείων) στα οποία θα υπολογισθεί η κλίση του εδάφους, ενώ παράλληλα θα πρέπει να δοθούν 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 βάση το βήμα που ήδη επέλεξε ο χρήστης) παράλληλα προς τον άξονα X .

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

επόμενο θήμα 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 εντοπίστηκαν εντός του κυκλικού παραθύρου, έτσι ώστε 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 ισοψείς του αρχικού τοπογραφικού χάρτη. Από τη γειτονιά κάθε σημείου του δικτύου επιλέγονται τελικά 24 σημεία που καθορίζουν μία στοιχειώδη επιφάνεια και καταχωρούνται υπό μορφή πίνακα (υπορουτίνα "READM") και καλείται η υπορουτίνα "SLE" για τον υπολογισμό των συντελεστών του πολυώνυμου που αποτελεί τη μαθηματική έκφραση της στοιχειώδους επιφάνειας. Έτσι, αρχικά υπολογίζονται οι συντελεστές ενός πολυώνυμου πρώτου βαθμού. Η προσαρμογή της επιφάνειας στα δεδομένα σημεία γίνεται και ελέγχεται με στατιστικές μεθόδους (μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων) και αν δεν είναι ικανοποιητική οι συντελεστές απορρίπτονται και υπολογίζονται αυτοί ενός πολυώνυμου δεύτερου βαθμού κ.ο.κ. για να σταματήσει η διαδικασία στον υπολογισμό των συντελεστών πολυώνυμου τρίτου βαθμού. Η τιμή των συντεταγμένων X, Y του σημείου αναφοράς 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 σχεδίαση ισοκλινών επιφανειών και η παγωγή ενός χάρτη.

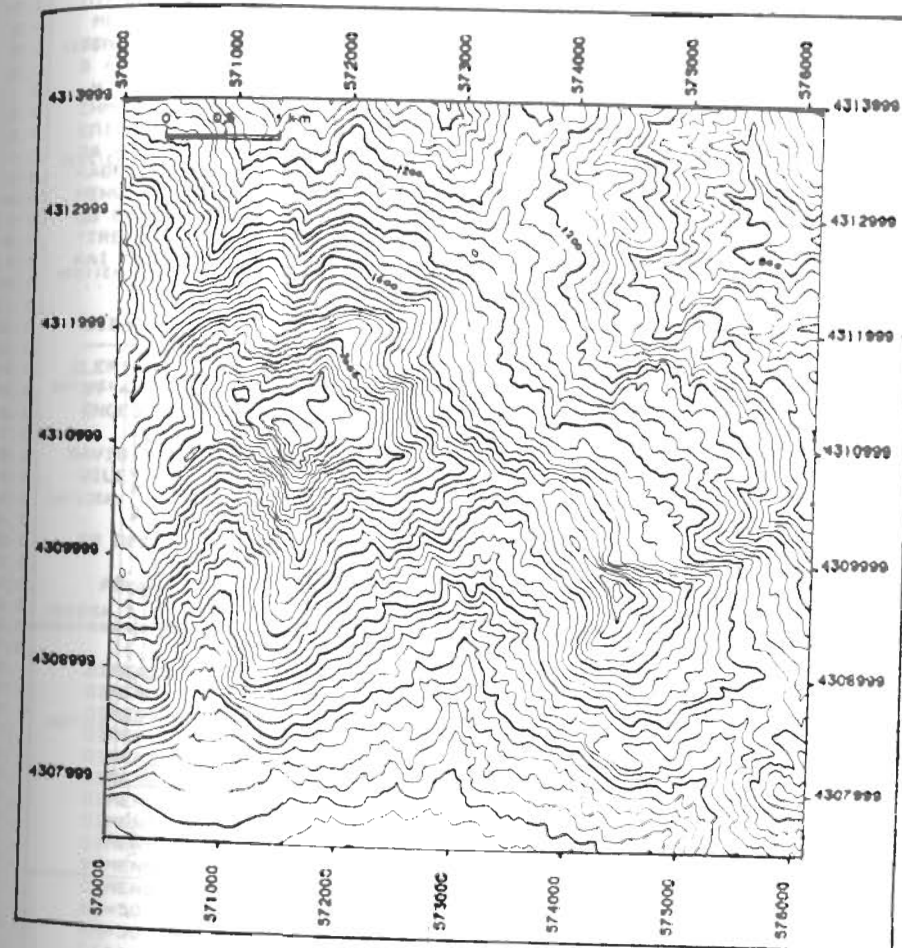
Τελος, σημειώνεται ότι με μικρές τροποποιήσεις στο πρόγραμμα και με βάση τις σχέσεις των συντελεστών A, B, C , είναι δυνατός ο υπολογισμός του προσανατολισμού των πρανών σε κάθε σημείο του δικτύου (Ζιούρκας, 1989).

3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΑΡΤΗ ΙΣΟΚΛΙΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ.

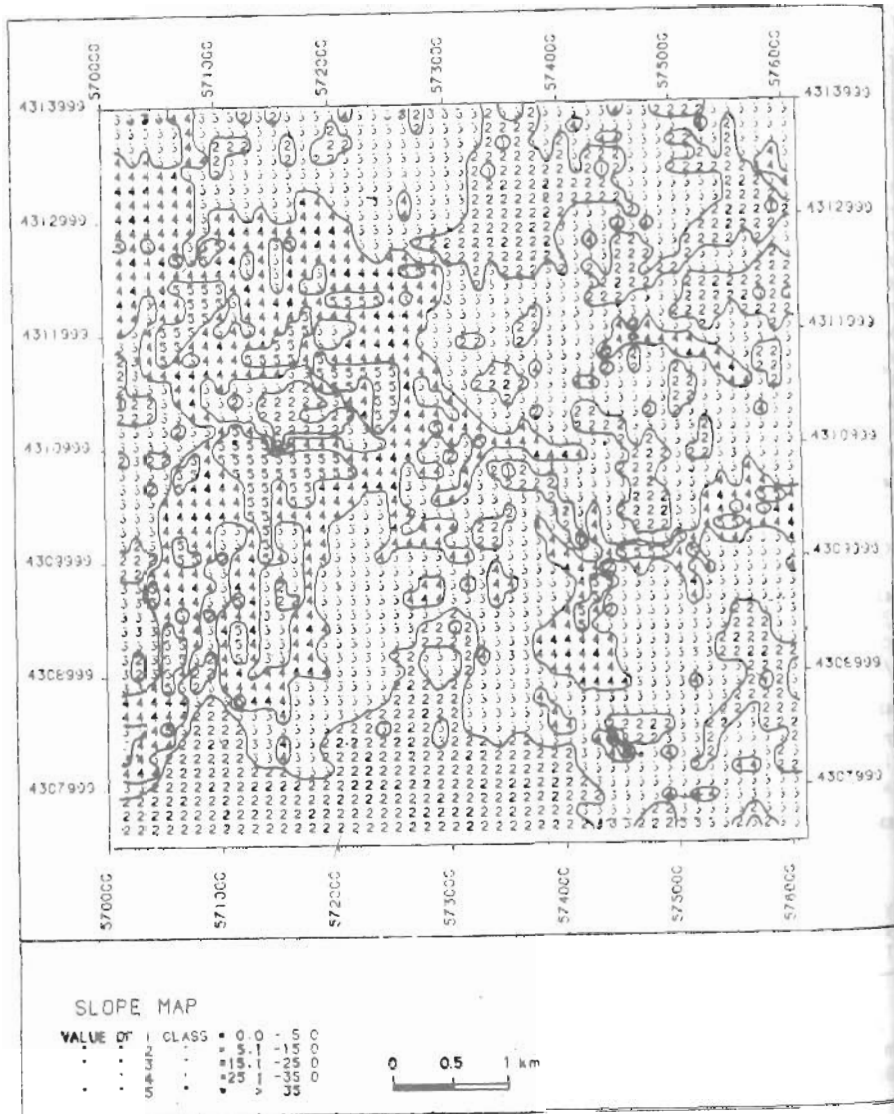
Από τον τοπογραφικό χάρτη του Σχ. 4, έγινε συντεταγμενογράφηση όλων των ισοψών και δημιουργήθηκε το αρχικό αρχείο δεδομένων σημείων (οι συντεταγμένες X, Y ανήκουν στο σύστημα U.T.M. και εκφράστηκαν σε m).

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

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



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



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

1: C
2: C
3: C
4: C
5: C
6: C
7: C
8: C
9: C
10: C
11: C
12: C
13: C
14: C
15: C
16: C
17: C
18: C
19: C
20: C
21: C
22: C
23: C
24: C
25: C
26: C
27: C
28: C
29: C
30: C
31: C
32: C
33: C
34: C
35: C
36: C
37: C
38: C
39: C
40: C
41: C
42: C
43: C
44: C
45: C
46: C
47: C
48: C
49: C
50: C
51: C
52: C
53: C
54: C
55: C
56: C
57: C
58: C
59: C
60: C

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ "SLOPE"
ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΥΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΙ ΤΙΣ ΚΛΙΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ, ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΩΣ ΕΓΙΝΕ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΟΓΡΑΦΗ, ΜΕ ΔΙΟΤΙΖΕΡ, ΤΩΝ ΙΣΟΥΨΩΝ ΑΠΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΧΑΡΤΗ.
ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΙ ΣΕ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΗΜΕΙΩΝ, Η ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΟΠΩΣ ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ
ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΩΝ Υ/Η ΖΗΤΟΥΝΤΑΙ ΤΟ ΕΥΡΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΘΗΜΑ ΣΑΡΩΣΗΣ), ΟΙ ΣΥΝΤ/ΜΕΝΕΣ ΤΗΣ Ν Δ ΚΑΙ Β Α ΓΩΝΙΑΣ ΤΟΥ ΧΑΡΤΗ (ΣΕ ΜΕΤΡΑ) ΚΑΙ Η ΑΚΤΙΝΑ ΕΝΟΣ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΠΑΡΑΒΥΡΟΥ Η ΣΑΡΩΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΗΜΕΙΟ ΠΡΟΣ ΣΗΜΕΙΟ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΚΑΘΕ ΣΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΝΘΙΓΕΙ ΕΝΑ ΚΥΚΛΙΚΟ ΠΑΡΑΒΥΡΟ, ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΕΠΙΛΕΓΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΚΥΚΛΙΚΩΝ ΤΟΜΕΩΝ (CLERICI, Α. 1980) ΜΕΧΡΙ 24 ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΔΩΜΕΝΑ ΣΗΜΕΙΑ (ΔΥΟ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ) Η ΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΘΕ ΣΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΙ, ΑΦΟΥ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΩΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΘΕΙ Η ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ, ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ (ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΡΟΥΤΙΝΑΣ "TREND" ΚΑΙ ΤΗΣ ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑΣ "SLE", ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΕΙ Ο DAVIS, J. C (1973)) ΚΑΙ ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΚΑΤΑΧΩΡΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΕΝΑ ΑΡΧΕΙΟ.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΙΣ

CLERICI A., 1980 "A METHOD FOR DRAWING SLOPE MAPS FROM CONTOUR MAPS BY AUTOMATIC DATA ACQUISITION AND PROCESSING." COMPUTERS AND GEOSCIENCES, 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 ΣΥΝΤΑΞΗΚΕ ΑΠΟ ΤΟΥΣ : ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗ Ε. ΚΑΙ ΖΙΟΥΡΚΑ Κ.
ΑΘΗΝΑ 1989

DIMENSION XM(12000), YM(12000), ZM(12000), D(12000), YO(12000)
DIMENSION XL(1500), YL(1500), ZL(1500), DL(1500), FX(1500), XO(12000)
DIMENSION XT1(600), XT2(600), XT3(600), XT4(600), XT5(600), XT6(600)
DIMENSION YT1(600), YT2(600), YT3(600), YT4(600), YT5(600), YT6(600)
DIMENSION ZT1(600), ZT2(600), ZT3(600), ZT4(600), ZT5(600), ZT6(600)
DIMENSION DT1(600), DT2(600), DT3(600), DT4(600), DT5(600), DT6(600)
DIMENSION XT7(600), XT8(600), XT9(600), XT10(600), XT11(600), XT12(600)
DIMENSION YT7(600), YT8(600), YT9(600), YT10(600), YT11(600), YT12(600)
DIMENSION ZT7(600), ZT8(600), ZT9(600), ZT10(600), ZT11(600), ZT12(600)
DIMENSION DT7(600), DT8(600), DT9(600), DT10(600), DT11(600), DT12(600)
DIMENSION A(30,30), B(30), C(30), DATA(90,3), FMT(10)
ND=30
MM=30
C(1)=1.0
WRITE(0,300)
WRITE(0,301)
WRITE(0,302)

ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ, ΤΩΝ ΣΥΝΤ/ΜΕΝΩΝ ΤΗΣ Ν Δ ΚΑΙ Β Α ΓΩΝΙΑΣ ΤΟΥ ΧΑΡΤΗ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΠΑΡΑΒΥΡΟΥ

READ(0,303) STEP, XA, YA, XT, YT, RR

```

61 300 FORMAT(1X, 'ΒΗΜΑ ΣΕ Μ. ΧΑ, ΥΑ(ΝΑ ΓΩΝ. ), ΧΤ, ΥΤ(ΒΑ ΓΩΝ. ), ΑΚΤΙΝΑ ΠΑΡΑΒΟΛΟ
62  *Υ ' )
63 301 FORMAT(1X, ' F4. F8 . . . 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, ' ΔΩΣΤΕ ΤΟ FORMAT ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ' )
68 READ(0, 7) FMT
69 7 FORMAT(10A4)
70 M=3
71 RR2=RR**2
72: C
73: C ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ 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 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ 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 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤ/ΓΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ 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 ΕΝΤΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΚΥΚΛΙΚΟ ΠΑΡΑΒΟΛΟ
115: C
116: IL=0
117: DO 200 II=1, IK
118: XO(II)=XM(II)-XS
119: IF(ABS(XO(II)).LE.TOL) GO TO 200
120: YO(II)=YM(II)-YS

```

```

121: D(II)=XO(II)**2+YO(II)**2
122: IF(D(II).GT.RR2) GO TO 200
123: IL=IL+1
124: XL(IL)=XO(II)
125: YL(IL)=YO(II)
126: ZL(IL)=ZM(II)
127: DL(IL)=D(II)
128: YO(IL)=YO(II)
129: FX(IL)=YO(II)/XO(II)
130: 200 CONTINUE
131: C
132: C ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ 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.0.) 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(YO(IM).LT.0.) 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(YO(IM).LT.0.) 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(YO(IM).LT.0.) 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   ΕΠΙΛΟΓΗ 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: 10 IORD2=(IORD+1)*(IORD+2)/2
263:   IORD3=IORD+1
264: 100 IORD4=(IORD3+1)*(IORD3+2)/2
265:   C(I)=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,1.0E-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 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΙΣΤΕΣ B(J) ΤΗΣ
312: C ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
313: C
314: SY=0.0
315: SYY=0.0
316: SYC=0.0
317: SYXC=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: SYXC=SYXC+DATA(I,4)**2
323: 111 CONTINUE
324: SST=SYY-SY*SY/FLOAT(N)
325: IF(SST.LE.TOL) GO TO 1121
326: SSR=SYXC-SYC*SY/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 FTS=AMSR/AMSD
345: C
346: C *****
347: C
348: C ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ 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 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ, ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ, ΤΟΥ ΥΨΟ-
359: C ΜΕΤΡΟΥ, ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΤΟΥ ΠΟΛΥΩΝΥΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.
360: C

```

```

361: WRITE(12,402) XS,YB,FF,ZH,IORD,R
362: 402 FORMAT(F7.0,F8.0,1X,F6.2,F6.0,13,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... ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΣΟΥ ΣΥΝΗΜΙΤΩΝΟΥ 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(3F8.0)
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) 2,102,2
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 ΠΛΗΣΙΕΣΤΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΔΩΜΕΝΑ ΣΗΜΕΙΑ ΣΤΟ
415: C ΣΗΜΕΙΟ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
416: C
417: IC=1
418: DO 401 IT=2,I
419: IF(DT(IT).LT.DT(IC)) IC=IT
420: 401 CONTINUE
ZL=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(3F8.0)
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 εύρος των οποίων επιλέγεται. Το αρχείο σημείων γνωστής κλίσης που τελικά δημιουργείται, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σχεδίαση χάρτη ισοκλινών επιφανειών.

Με το πρόγραμμα αυτό περιορίζεται ο χρόνος κατασκευής χάρτη ισοκλινών επιφανειών ενώ ταυτόχρονα αυξάνει 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 ισοδιάσταση 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 γύρω από κάθε σημείο του αρχικού δικτύου. Για τον υπολογισμό της κλίσης σε κάθε σημείο του δεύτερου δικτύου θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι εξισώσεις (5) και (6). Κατ' αυτό τον τρόπο αυξάνει 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.
- KUCERA, (1947). Sklony nomogram (Das Boschungsnomogram). *Kart Prehld*, 2, pp. 80-82.
- STRAHLER, A. (1956). Quantitative slope analysis. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 67, No 5, pp. 571-596.
- ΖΙΟΥΡΚΑΣ, Κ. (1989). Κατολισθητικά φαινόμενα στον Ελληνικό χώρο. Τεχνικογεωλογική θεώρηση-Στατιστική ανάλυση. Διδακτορική διατριβή, Παν. Πατρών, 500 σελ.