ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΓΣΠ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΣΠ – 323Ε

Καθηγητής Ιωάννης Ν. Χατζόπουλος
Διευθυντής Εργαστηρίου Τηλεπισκόπησης και ΓΣΠ

Ψηφιακά μοντέλα εδάφους

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Άδειες Χρήσης

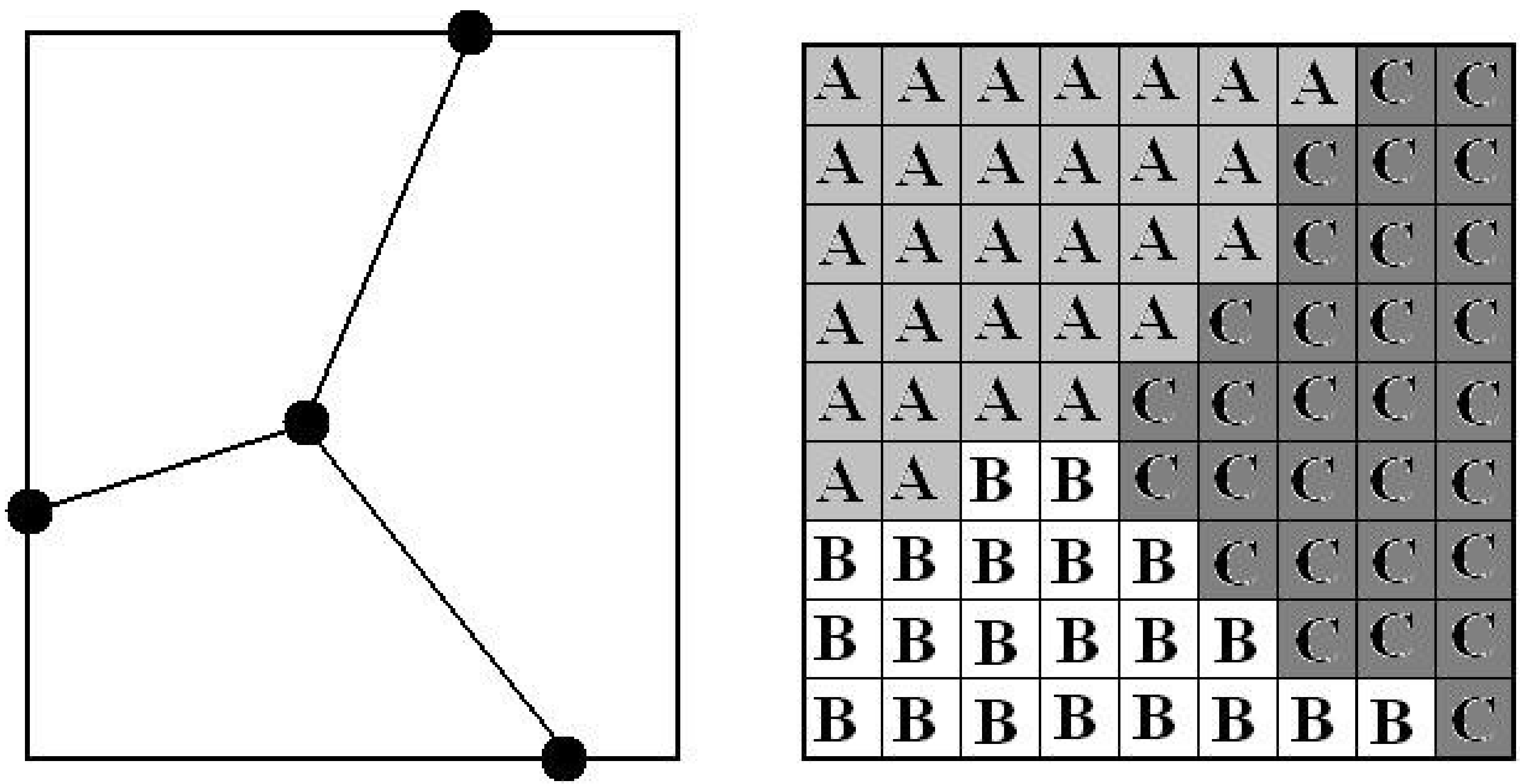
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

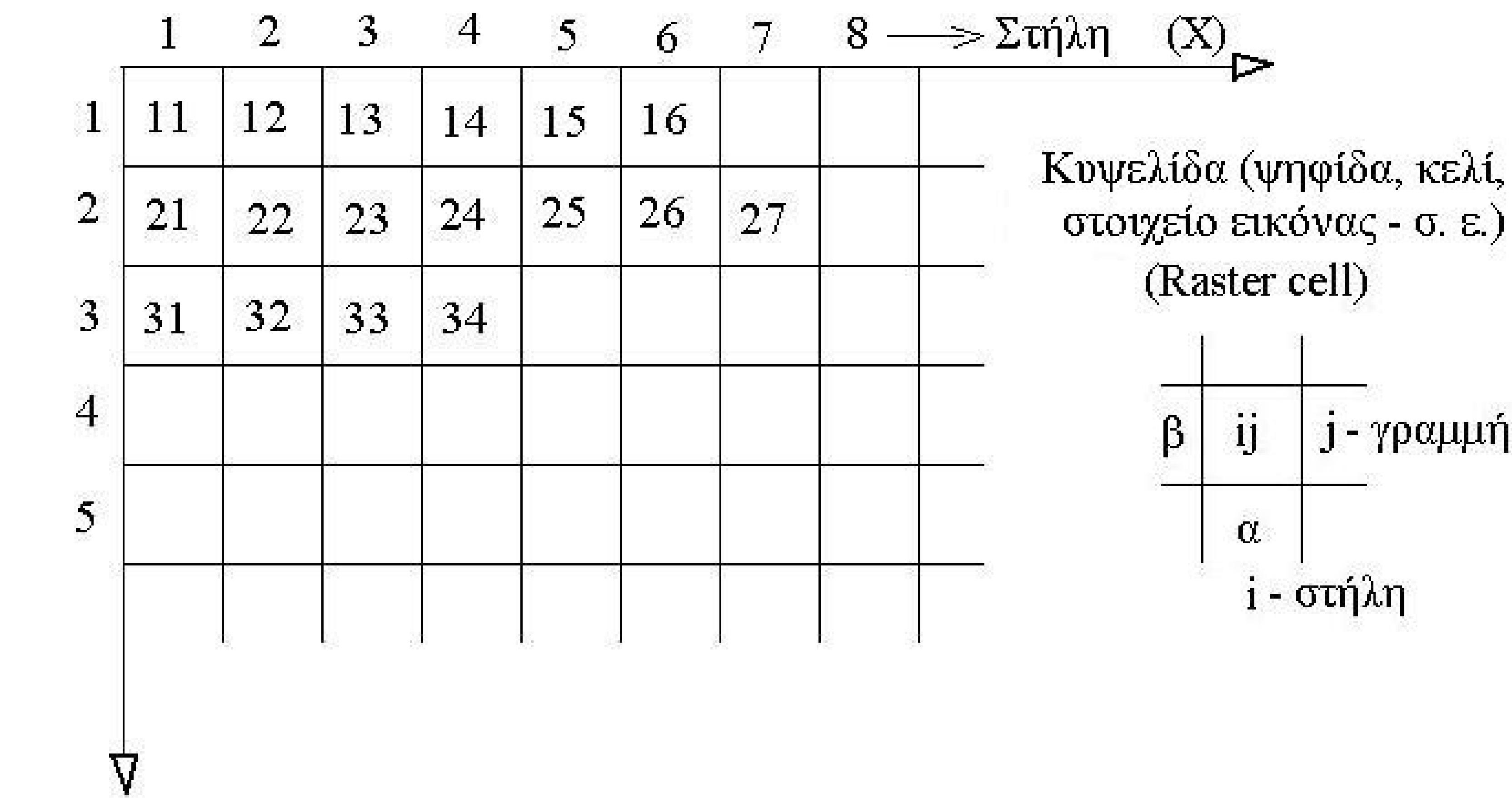
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Στοιχεία ψηφιακού χάρτη – μοντέλα δεδομένων

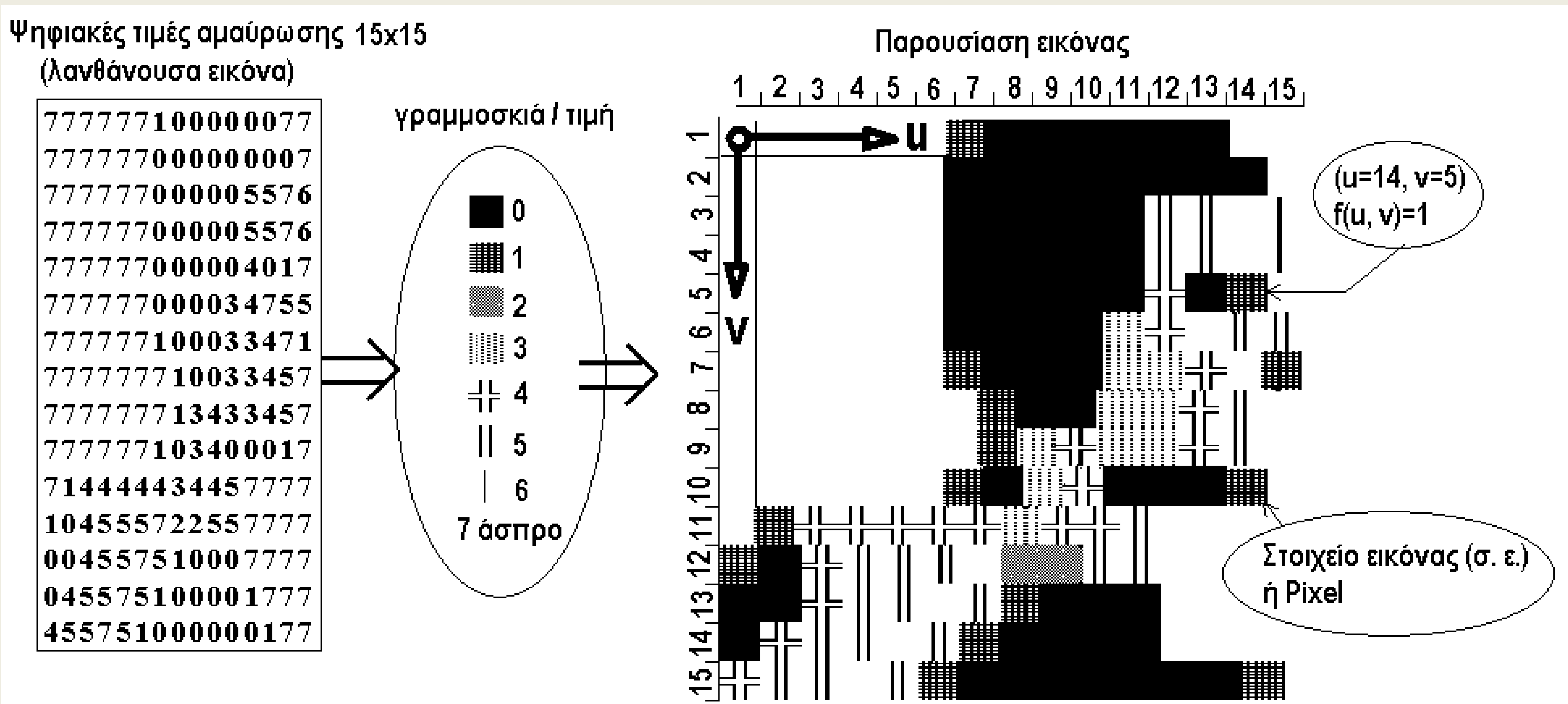


(α) Διανυσματικό Μοντέλο (β) Κυψελιδωτό Μοντέλο

Κυψελιδωτό μοντέλο



Κυψελιδωτό μοντέλο – ψηφιακή εικόνα



Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (ΨΜΕ) Digital Terrain Models (DTM) ή Ψηφιακά Υψομετρικά Μοντέλα (ΨΥΜ) ή

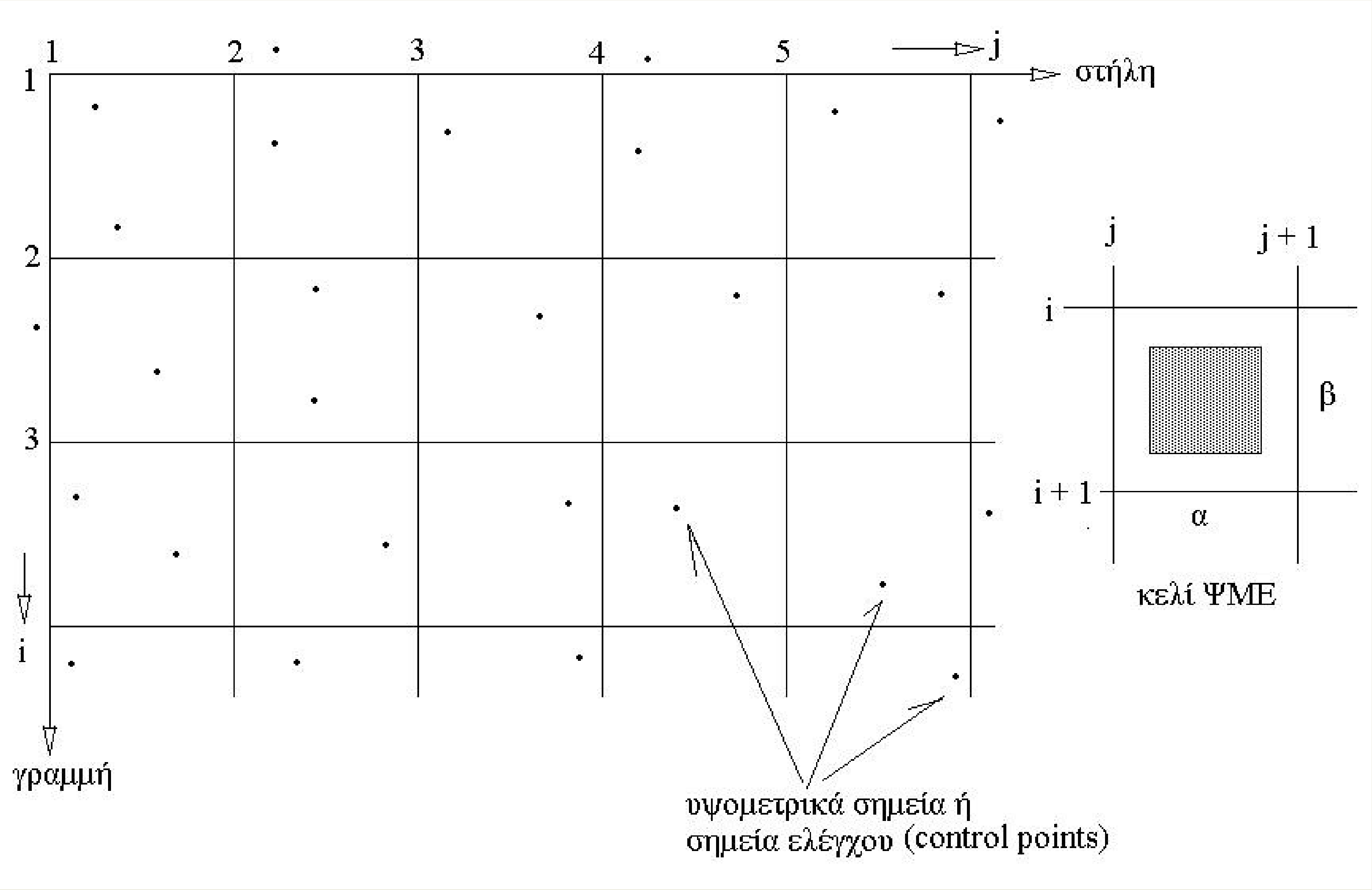
Digital Elevation Models (DEM)

- *Ένα σύνολο διακεκριμένων σημείων με γνωστή οριζοντιογραφική θέση και γνωστό υψόμετρο (υψομετρικά σημεία) τα οποία με τη χρήση μαθηματικής συνάρτησης (μαθηματικό μοντέλο) συνθέτουν αξιόπιστα το ανάγλυφο της επιφάνειας του εδάφους.*
- Ακανόνιστη κατανομή: *Δίκτυο Ακανόνιστων Τριγώνων (ΔΑΤ) ή TIN (Triangulated Irregular Network*)
- Κατανομή σε κορυφές κανάβου: ψηφιδωτό, κυψελίδες, πλέγμα, καρέ, κάναβος (GRID, raster)
  - Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (ΨΜΕ, DTM) είναι μια γενική περίπτωση αντιπροσώπευσης της γήινης επιφάνειας με τις συνέχειες και *ασυνέχειες (brake lines*). Συνήθως ορίζονται *ψηφιακά υψομετρικά μοντέλα (ΨΥΜ) ή DEM (digital Elevation Models*) αυτά που αντιπροσωπεύουν μια συνεχή γήινη επιφάνεια χωρίς ασυνέχειες.
  - Εδώ οι όροι ΨΜΕ, DTM και ΨΥΜ, DEM θα έχουν την ίδια έννοια.

Μαθηματικά μοντέλα επιφάνειας εδάφους

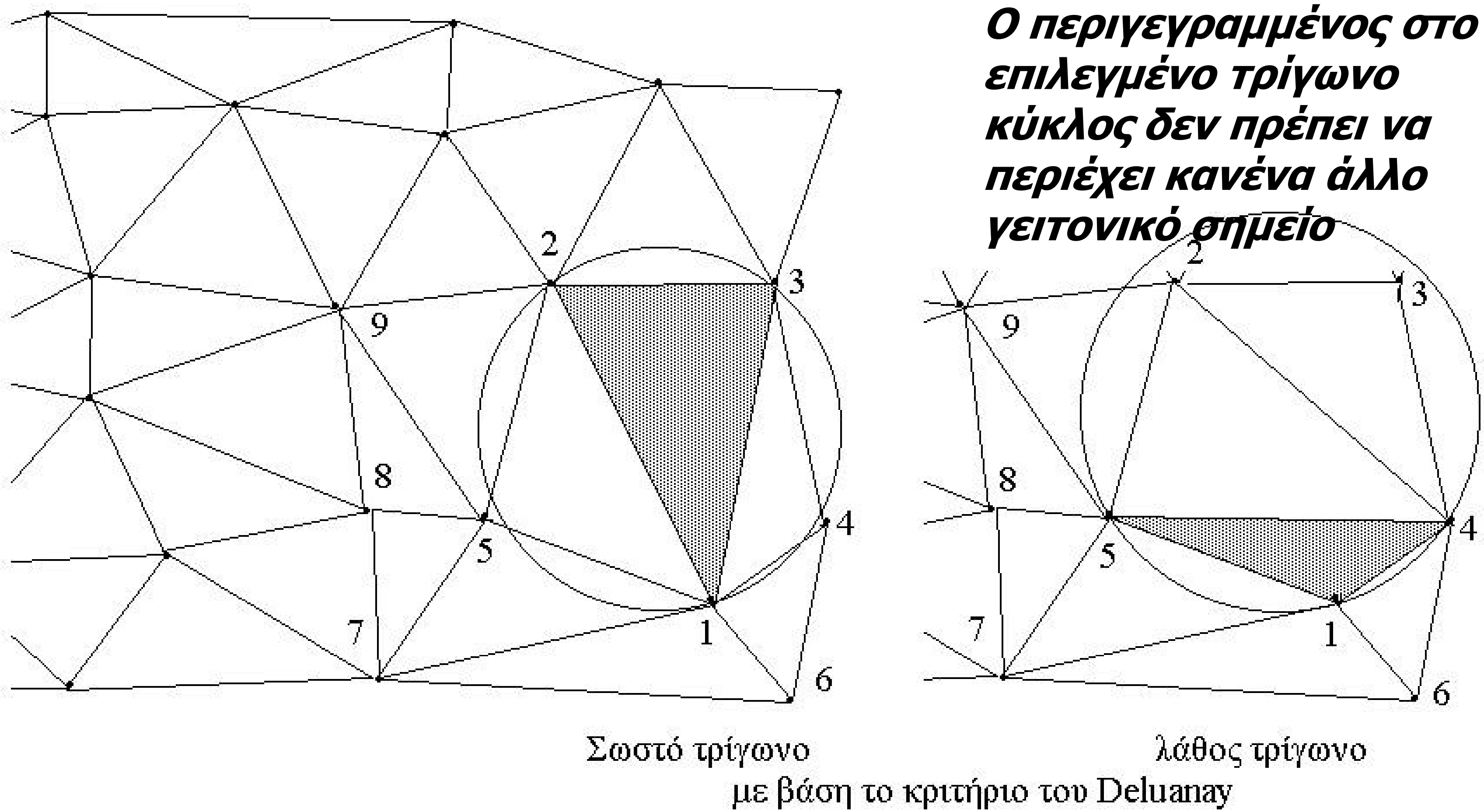
- Z = A.X + B.Y + Γ :επίπεδο
- Z = A.X + B.Y + Γ.X.Y + Δ :διγραμμική
- Z = A.X2 + B.Y2 + Γ.X.Y + Δ.X + E.Y + H :δευτέρου βαθμού πολυώνυμο
- Z = ανωτέρου βαθμού πολυώνυμο
  - Όπου Z είναι το υψόμετρο
  - X, Y είναι οι οριζοντιογραφικές συντεταγμένες
  - A, B, Γ, … είναι οι συντελεστές που καθορίζουν το κάθε μοντέλο
- Επιλογή μαθηματικού μοντέλου
  - την ομαλότητα του εδάφους
  - προδιαγραφές ακρίβειας
  - σκοπός που εξυπηρετεί το ψηφιακό μοντέλο
- Επιλέγεται ένα ενιαίο μαθηματικό μοντέλο για ολόκληρη την επιφάνεια του εδάφους
- σε πολύπλοκα εδάφη χρησιμοποιούνται διαφοροποιημένα μοντέλα στις δύσκολες περιοχές (χαράδρες, γκρεμούς κλπ.).
  - Οι πολύπλοκες συναρτήσεις τείνουν προς την ομαλοποίηση της επιφάνειας του εδάφους → γενίκευση δεδομένων (generalization) με σκοπό την απλοποίηση
  - σε μεγάλης ακρίβειας ανάγλυφο χρησιμοποιούνται απλούστερες συναρτήσεις όπως είναι το επίπεδο και η διγραμμική.

ΨΜΕ - ψηφιδωτό, κυψελίδες, πλέγμα, καρέ, κάναβος (GRID, raster)



ΨΜΕ με ακανόνιστη επίπεδη τριγωνική μορφή (TIN)

Ο περιγεγραμμένος στο επιλεγμένο τρίγωνο κύκλος δεν πρέπει να περιέχει κανένα άλλο γειτονικό σημείο



Το υψόμετρο Ζ μέσα σε κάθε τρίγωνο, π.χ. στο τρίγωνο (1,2,3)

- Υπολογίζεται όταν δοθούν οι συντεταγμένες (X, Y) του σημείου του οποίου θέλουμε να παρεμβάλουμε το υψόμετρο.
  - Χρησιμοποιώντας την γραμμική συνάρτηση (συνάρτηση επιπέδου) το υψόμετρο μέσα στο τρίγωνο (1, 2, 3) υπολογίζεται :
  - Προσδιορίζουμε τους συντελεστές A, B, Γ, Δ της συνάρτησης (μαθηματικού μοντέλου) από τα υψόμετρα στις κορυφές του τριγώνου από την εξής σχέση:

$$\begin{vmatrix} X & Y & Z & 1 \\ X_1 & Y_1 & Z_1 & 1 \\ X_2 & Y_2 & Z_2 & 1 \\ X_3 & Y_3 & Z_3 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

Θέτουμε:
A = Y1(Z3 - Z2) + Y2(Z1 - Z3) + Y3(Z2 - Z1)
B = X1(Z3 - Z2) + X2(Z1 - Z3) + X3(Z2 - Z1)
Γ = X1(Y2 - Y3) + X2(Y3 - Y1) + X3(Y1 - Y2)
Δ = Z1(X2Y3 - X3Y2) + Z2(X3Y1 - X1Y3) + Z3(X1Y2 - X2Y1)

Οπότε το Ζ υπολογίζεται: $$Z = \frac{A.X - B.Y + \Delta}{\Gamma}$$

Δημιουργία ΨΜΕ GRID από τον κεντροβαρικό μέσο όρο (Weighted Linear Combination – WLC)

$$Z_{ij} = \frac{\displaystyle\sum_{k=1}^{n} \frac{Z_k}{(r_k)^{\lambda}}}{\displaystyle\sum_{k=1}^{n} \frac{1}{(r_k)^{\lambda}}}$$

Όπου k = 1, 2,..., n, και συμπεριλαμβάνει όλα τα γειτονικά σημεία που απέχουν από την κορυφή i, j του κανάβου απόσταση μικρότερη ή ίση με R.,

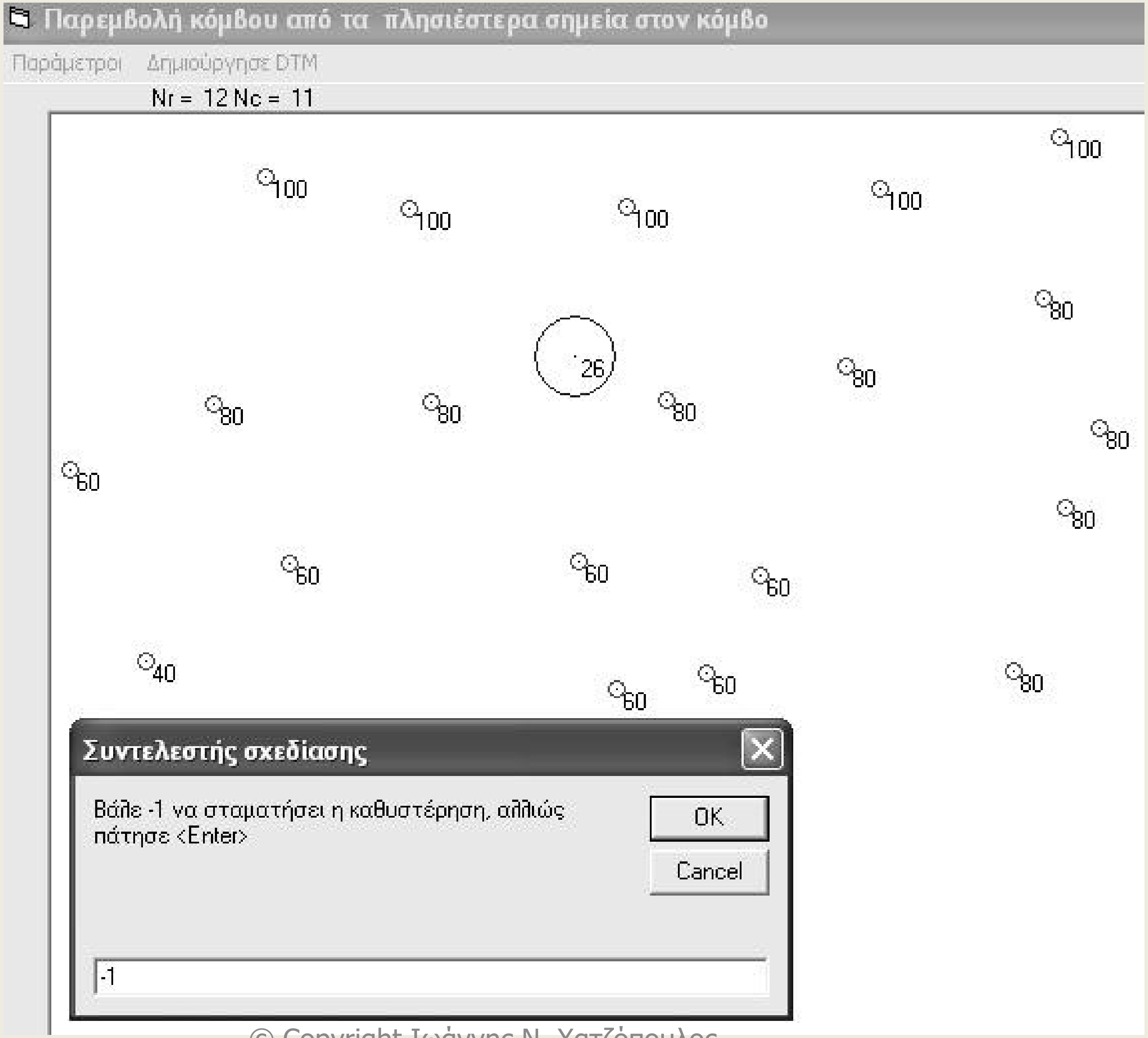
λ είναι ο εκθέτης βάρους που συνήθως παίρνει την τιμή 2.

Αποθήκευση αρχικών δεδομένων

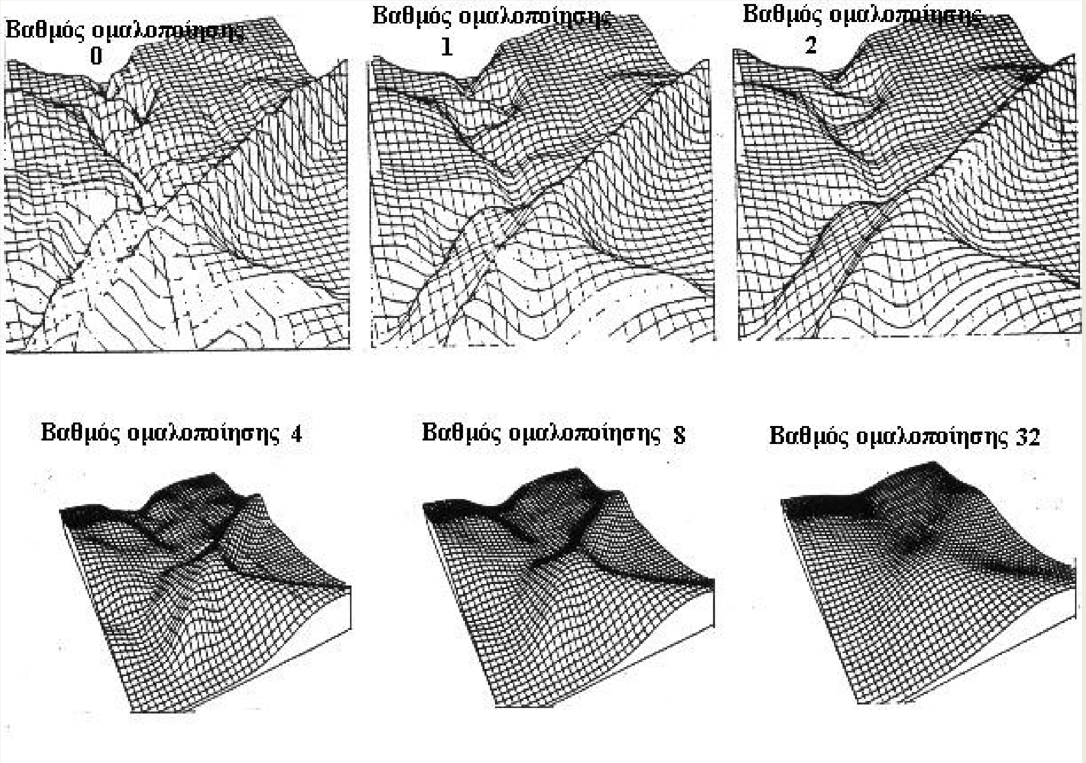
- Για τον εύκολο εντοπισμό των σημείων που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή που απέχει από τον κόμβο i, j απόσταση R, τα αρχικά δεδομένα αποθηκεύονται σε δομημένο αρχείο τυχαίας προσπέλασης και κάθε γραμμή του αρχείου αυτού περιλαμβάνει τις συντεταγμένες X, Y, Z όλων των αρχικών σημείων που βρίσκονται γύρω από τον κόμβο (i, j) και πληρούν την συνθήκη:

$$X_{ij} - \frac{a}{2} \leq X < X_{ij} + \frac{a}{2} \qquad Y_{ij} - \frac{\beta}{2} \leq Y < Y_{ij} + \frac{\beta}{2}$$

Δημιουργία ΨΜΕ GRID από τον κεντροβαρικό μέσο όρο (Topo_Jnh)

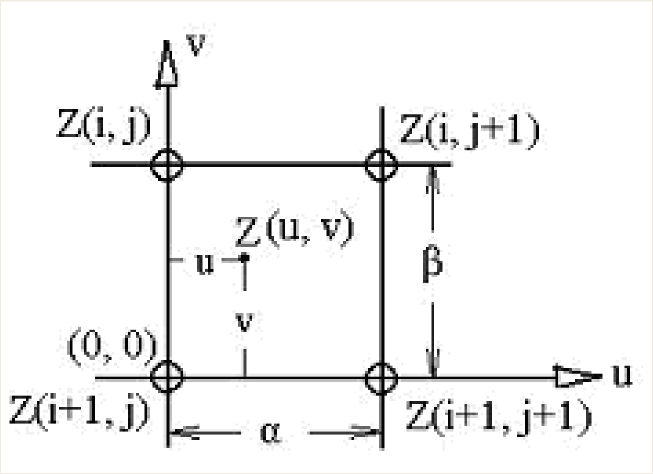


Βαθμός ομαλοποίησης μιας επιφάνειας



- εξαρτάται από τα πολυώνυμα και τις συνθήκες που χρησιμοποιούνται πάνω στα πολυώνυμα αυτά όπως:
  - (α) Εκεί που διασυνδέονται δύο πολυώνυμα να δίνουν την ίδια τιμή (βαθμός ομαλοποίησης 0).
  - (β) Εκεί που διασυνδέονται δύο πολυώνυμα να δίνουν την ίδια τιμή και επιπλέον να έχουν την ίδια πρώτη παράγωγο (βαθμός ομαλοποίησης 1).
  - (γ) ότι και στο (β) με επιπλέον να έχουν την ίδια δεύτερη παράγωγο (βαθμός ομαλοποίησης 2) κλπ.

Η διγραμμική συνάρτηση

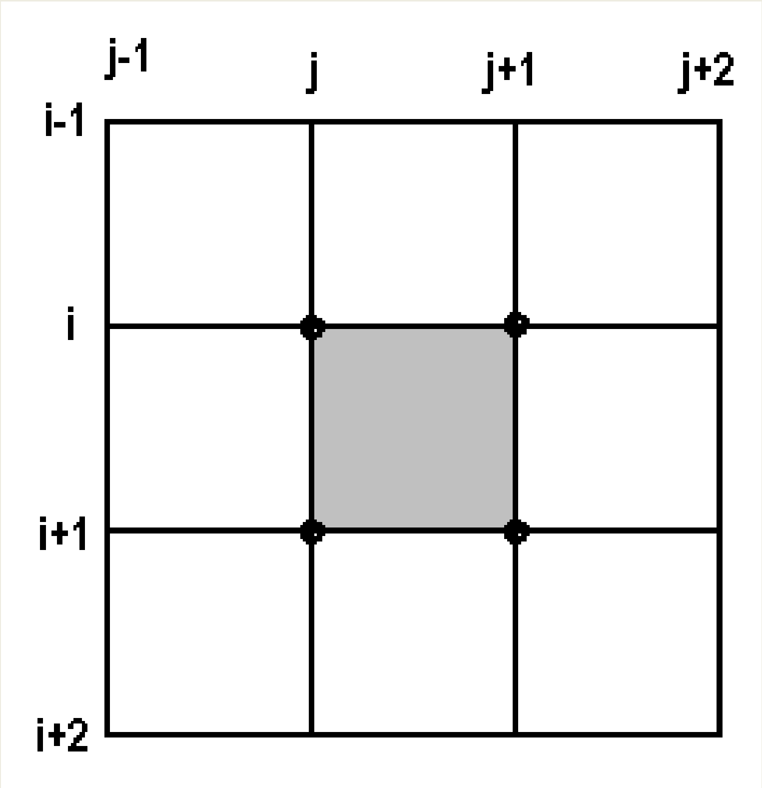


- ορίζεται πλήρως από τα υψόμετρα στις κορυφές του κελιού και ισχύει μόνον εντός του κελιού αυτού.
- Έστω το κελί με υψόμετρα στις κορυφές του πλέγματος Z(i, j), Z(i, j+1), Z(i+1, j), Z(i+1, j+1)
- το υψόμετρο Z του σημείου (u, v) που βρίσκεται μέσα στο κελί δίνεται από τη διγραμμική εξίσωση

$$Z(u,v) = \begin{bmatrix} 1 & u \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} a_{00} & a_{01} \\ a_{10} & a_{11} \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} 1 \\ v \end{bmatrix}$$

$$Z(u,v) = \left(1 - \frac{u}{a} - \frac{v}{\beta} + \frac{u.v}{a.\beta}\right).Z_{(i+1,j)} + \left(\frac{u}{a} - \frac{u.v}{a.\beta}\right).Z_{(i+1,j+1)} + \left(\frac{v}{\beta} - \frac{u.v}{a.\beta}\right).Z_{(i,j)} + \left(\frac{u.v}{a.\beta}\right).Z_{(i,j+1)}$$

Διπλοκυβική καμπυλόγραμμος παρεμβολή (Bicubic spline)



- συμμετοχή 16 κορυφών. Να σημειωθεί ότι η συνάρτηση που προσδιορίζεται ισχύει μόνο για το γραμμοσκιασμένο κελί («μπάλωμα»)

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & X & X^2 & X^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} & a_{03} \\ a_{10} & a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{20} & a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{30} & a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ Y \\ Y^2 \\ Y^3 \end{bmatrix}$$

Χρήσεις των ψηφιακών μοντέλων εδάφους

- (α) Υπολογισμός του υψομέτρου αναλυτικά σε οποιοδήποτε σημείο του χάρτη.
- (β) Υπολογισμός της κλίσης αναλυτικά σε οποιοδήποτε σημείο του χάρτη.
- (γ) Αναλυτικός υπολογισμός του προσανατολισμού της επιφάνειας του κελιού (aspect) σε οποιοδήποτε σημείο του χάρτη.
- (δ) Αναλυτική κατασκευή μηκοτομών σε οποιαδήποτε κατεύθυνση που συνήθως είναι χρήσιμες σε έργα διαμόρφωσης χώρων, έργα οδοποιίας κλπ.
- (ε) Αναλυτική κατασκευή κατά πλάτος τομών που χρησιμεύουν στην αντιπροσώπευση του εδάφους και βοηθούν στον υπολογισμό όγκου εκσκαφών από έργα εκχωματώσεων / επιχωματώσεων.
- (στ) Αναλυτική κατασκευή ισοϋψών καμπυλών.
- (ζ) Αναλυτική κατασκευή προοπτικού περιοχής.
- (η) Αναλυτική κατασκευή σκιάς σε προοπτικό ή τοπογραφικό περιοχής.
- (θ) Καθοδήγηση πυραύλων Κρούζ.

Χρήσεις των ψηφιακών μοντέλων εδάφους

- (ι) Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής όμβριων υδάτων και μελέτη και προσδιορισμός: (α) της ταχύτητας και παροχής του νερού από τη βροχόπτωση, (β) της διάβρωσης, (γ) των τοποθεσιών εναπόθεσης φερτών υλών, (δ) της πλημμύρας, κλπ.
- (ια) Αναλυτικός προσδιορισμός επεμβάσεων του ανθρώπου στο τοπίο όπως είναι οι εκσκαφές για τη διαμόρφωση έργων οδοποιίας, παρακολούθηση της εξέλιξης των χωματερών, πλήρης αποκατάσταση του τοπίου. Το ΨΜΕ μπορεί να παρουσιάσει σε τρισδιάστατη όψη (οπτικοποίηση) όλες τις παραπάνω επεμβάσεις και να απεικονίσει την εξέλιξη τους στο χρόνο μέχρι αποκατάστασης του τοπίου πριν οι εργασίες αυτές ξεκινήσουν.
- (ιβ) Ανάλυση ορατότητας σε περιπτώσεις τηλεπικοινωνιακών κεραιών
- (ιγ) Αυτοκαθοδήγηση μη επανδρωμένων επίγειων, ιπτάμενων και υποβρύχιων οχημάτων

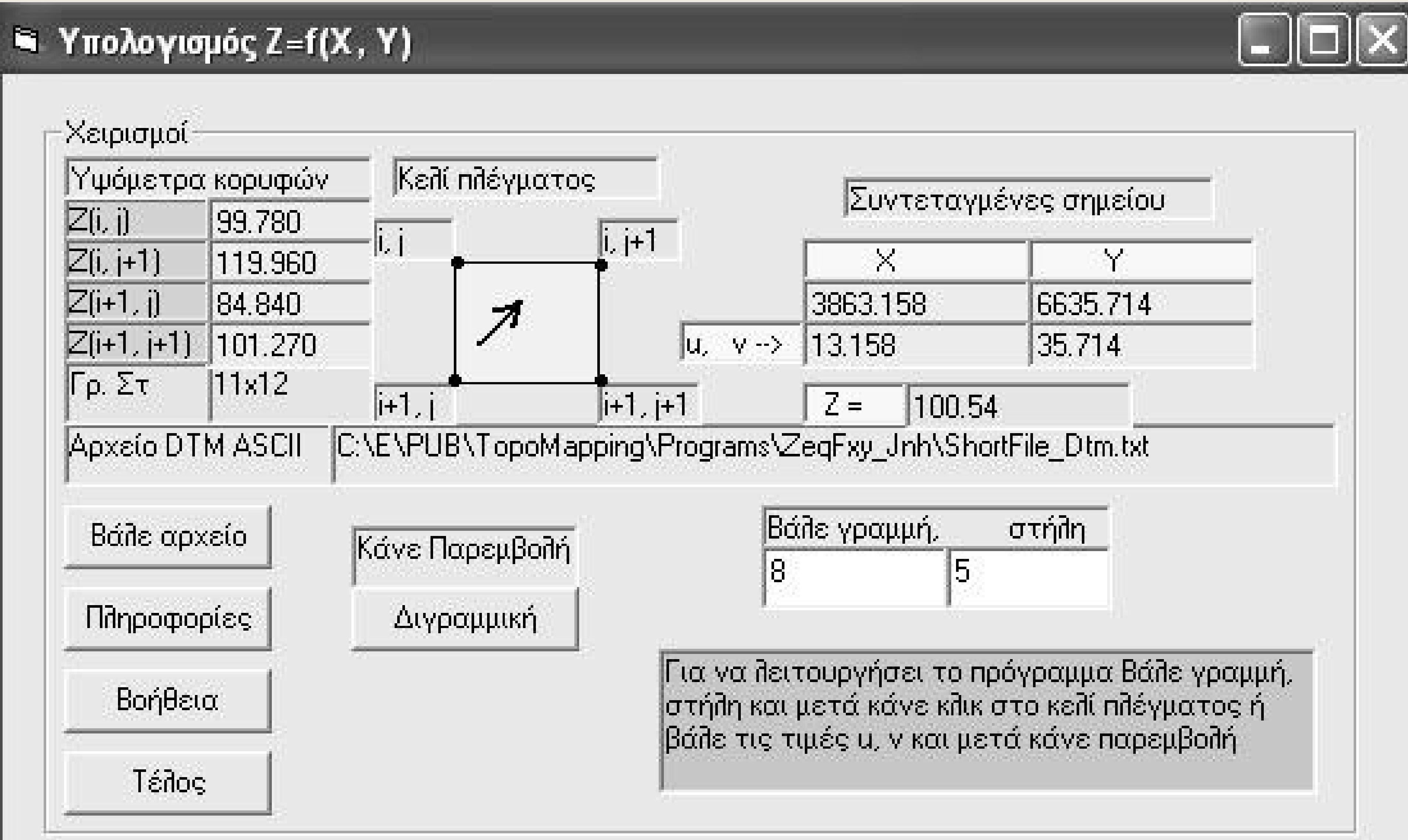
Αναλυτικός προσδιορισμός υψομέτρων από ΨΜΕ

- Στους τύπους παρεμβολής χρησιμοποιούνται δεδομένα που είναι στοιχεία του ΨΜΕ και που είναι γνωστό πώς και πού είναι αποθηκευμένα. Τέτοια δεδομένα είναι:
- (α) τα X,Y,Z των αρχικών σημείων TIN που χρησιμεύουν στους τύπους παρεμβολής
- (β) τα υψόμετρα στις κορυφές του κανάβου όταν χρησιμοποιούμε GRID

Ορθογώνιο πλέγμα

- Δεν αποθηκεύονται τα X και Y των κορυφών του κανάβου, τα οποία προσδιορίζονται από τα εξής στοιχεία:
- (α) τη γραμμή και στήλη (i, j) της κορυφής του πλέγματος,
- (β) τις συντεταγμένες X, Y μιας κορυφής του πλέγματος (συνήθως της κορυφής (1,1)),
- (γ) τις διαστάσεις του κελιού α, β
- (δ) ο συνολικός αριθμός γραμμών N και ο συνολικός αριθμός στηλών M που έχει το πλέγμα.

Αναλυτικός προσδιορισμός υψομέτρων από ΨΜΕ



Αναλυτικός προσδιορισμός ισοϋψών από ΨΜΕ

Ισοϋψής καμπύλη ορίζεται η γραμμή που προκύπτει από την τομή του εδάφους με ένα οριζόντιο επίπεδο

$$Z = k.C$$

k είναι ακέραιος αριθμός: $0 \leq k$ για ισοϋψείς εδάφους και $k < 0$ για ισοβαθείς.

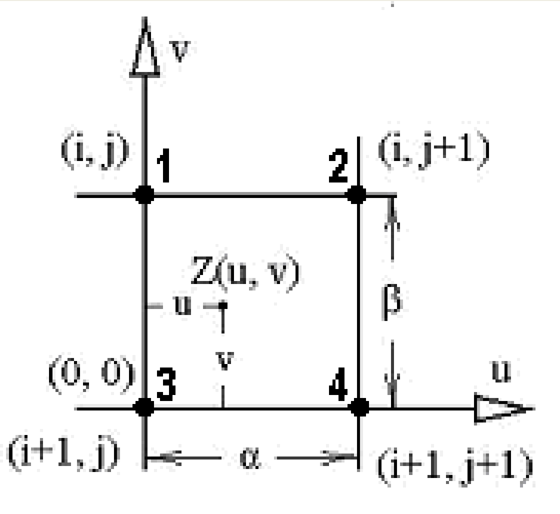
C είναι η ισοδιάσταση

Προσοχή οι τιμές του k είναι αυστηρά ακέραιες …, -2, -1, 0, 1, 2, 3, …

Για επιφάνεια εδάφους με μοντέλο τη διγραμμική συνάρτηση έχουμε:

$$k.C = \left(1 - \frac{u}{a} - \frac{v}{\beta} + \frac{u.v}{a.\beta}\right).Z_{(i+1,j)} + \left(\frac{u}{a} - \frac{u.v}{a.\beta}\right).Z_{(i+1,j+1)} + \left(\frac{v}{\beta} - \frac{u.v}{a.\beta}\right).Z_{(i,j)} + \left(\frac{u.v}{a.\beta}\right).Z_{(i,j+1)}$$

Ισοϋψείς από τα υψόμετρα στις 4 κορυφές του κελιού Z_1, Z_2, Z_3, Z_4



Προσδιόρισε τις τιμές του συντελεστή k ως εξής:

(α) Από τα υψόμετρα στις 4 κορυφές του κελιού Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, ευρίσκουμε τη μεγαλύτερη τιμή (Z_μ) και τη μικρότερη τιμή (Z_ε).

(β) διαιρούμε ένα έκαστο από τα Z_μ, Z_ε με την ισοδιάσταση C και παίρνουμε το αντίστοιχο k:

$$k_\mu = \mathrm{int}\left(\frac{Z_\mu}{C}\right) \qquad k_\varepsilon = \mathrm{int}\left(\frac{Z_\varepsilon}{C}\right)$$

Το σύμβολο int(..) σημαίνει ότι αφαιρούνται όλα τα δεκαδικά ψηφία από το πηλίκο της διαίρεσης χωρίς να γίνεται στρογγυλοποίηση.

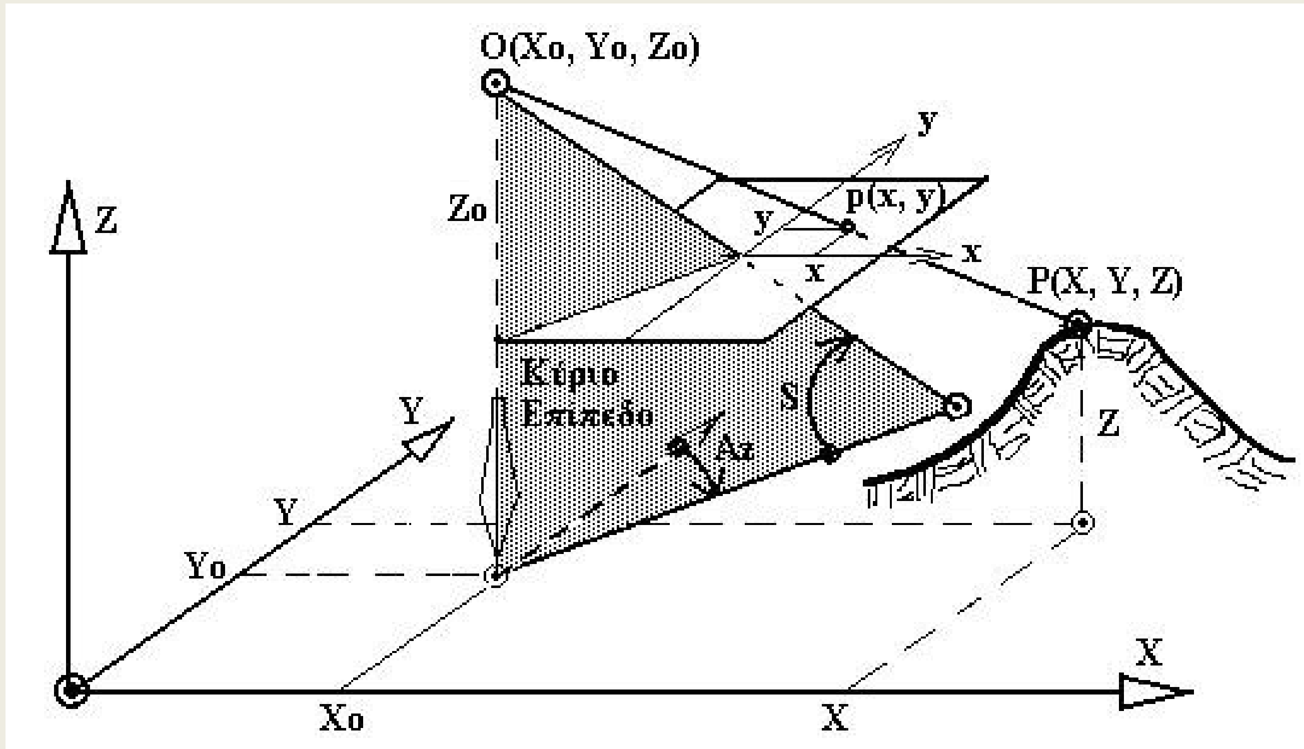
(γ) $\Delta k = k_\mu - k_\varepsilon$

Αν Δk = 0, τότε δεν περνά καμία ισοϋψής μέσα από αυτό το κελί (μπορεί να περνά από τα όρια του κελιού).

Αν Δk > 0, τότε περνάνε μέσα από το κελί Δk ισοϋψείς. Η τιμή της κάθε ισοϋψούς :
$k.C = k_\varepsilon + i.C$,
και $i = 1, 2, \ldots, \Delta k$
$u = f(v)$, $f(u, v) = 0$

Ισοϋψείς Nax22 C=10m

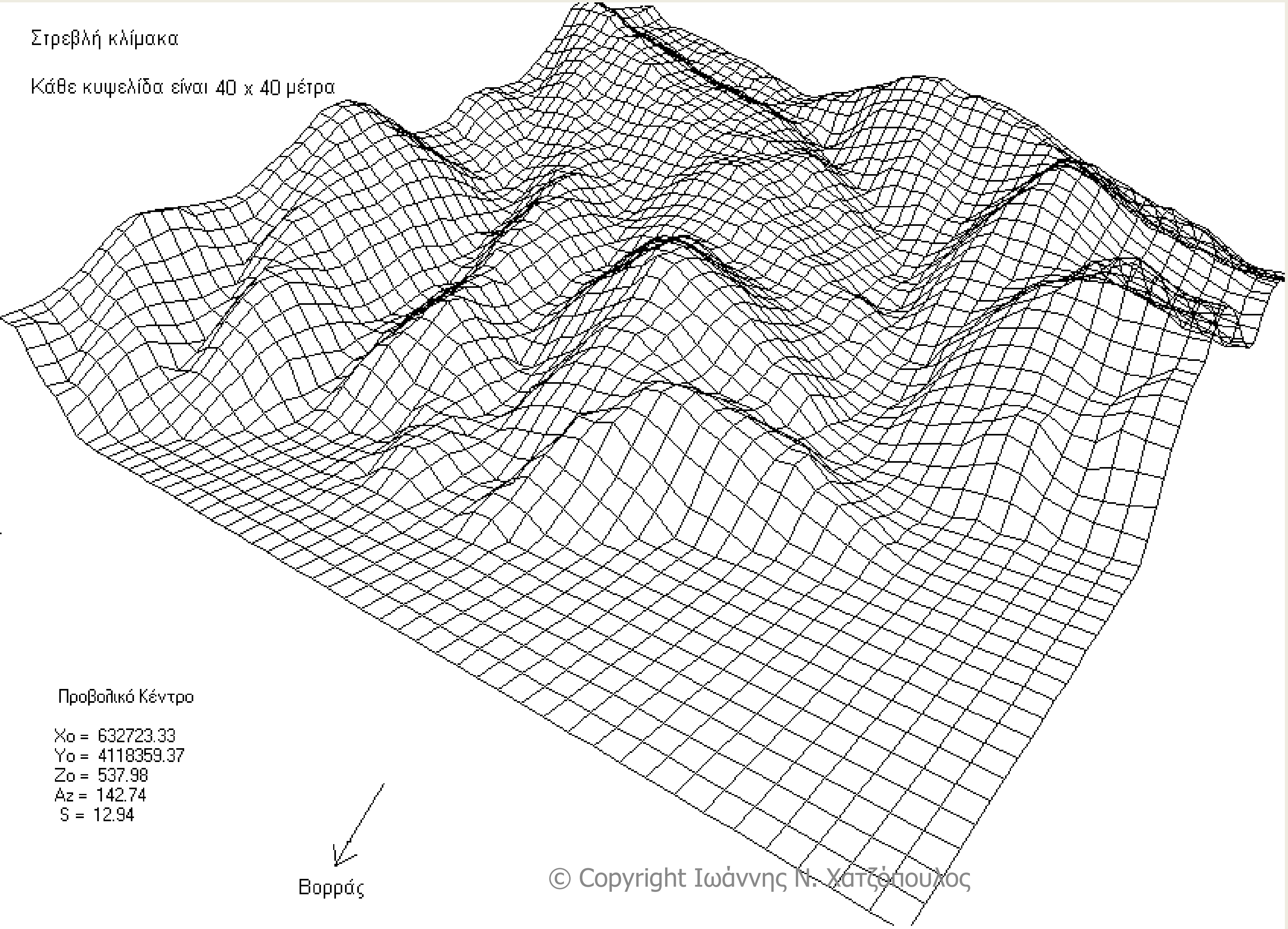
Προοπτική παρουσίαση ψηφιακού μοντέλου εδάφους



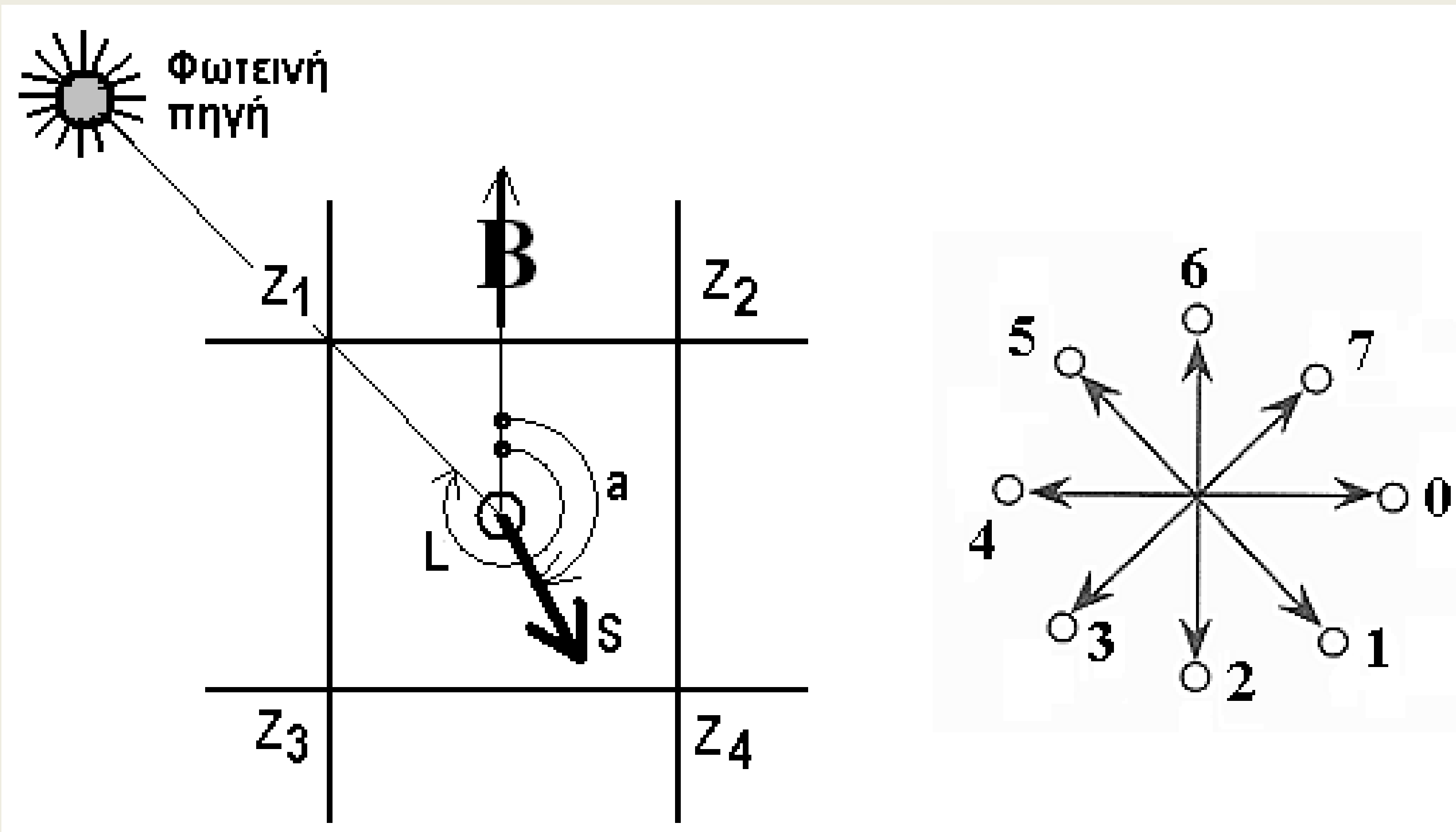
$$x = \frac{(X\text{-}X_0).\text{συν}(Az)\text{-}(Y\text{-}Y_0).\text{ημ}(Az)}{\text{-}(X\text{-}X_0).\text{ημ}(Az).\text{συν}(S)\text{-}(Y\text{-}Y_0).\text{συν}(Az).\text{συν}(S)+(Z\text{-}Z_0).\text{ημ}(S)}$$

$$y = \frac{(X\text{-}X_0).\text{ημ}(Az).\text{ημ}(S)+(Y\text{-}Y_0).\text{συν}(Az).\text{ημ}(S)+(Z\text{-}Z_0).\text{συν}(S)}{\text{-}(X\text{-}X_0).\text{ημ}(Az).\text{συν}(S)\text{-}(Y\text{-}Y_0).\text{συν}(Az).\text{συν}(S)+(Z\text{-}Z_0).\text{ημ}(S)}$$

Προοπτικό Nax22



Κλίσεις, προσανατολισμός κελιών και σκίαση



Υπολογισμός Κλίσης και Προσανατολισμού (aspect)

$$S_{1,2} = \frac{Z_2 - Z_1}{a} = Z_2 - Z_1, \qquad S_{3,4} = \frac{Z_4 - Z_3}{a} = Z_4 - Z_3$$

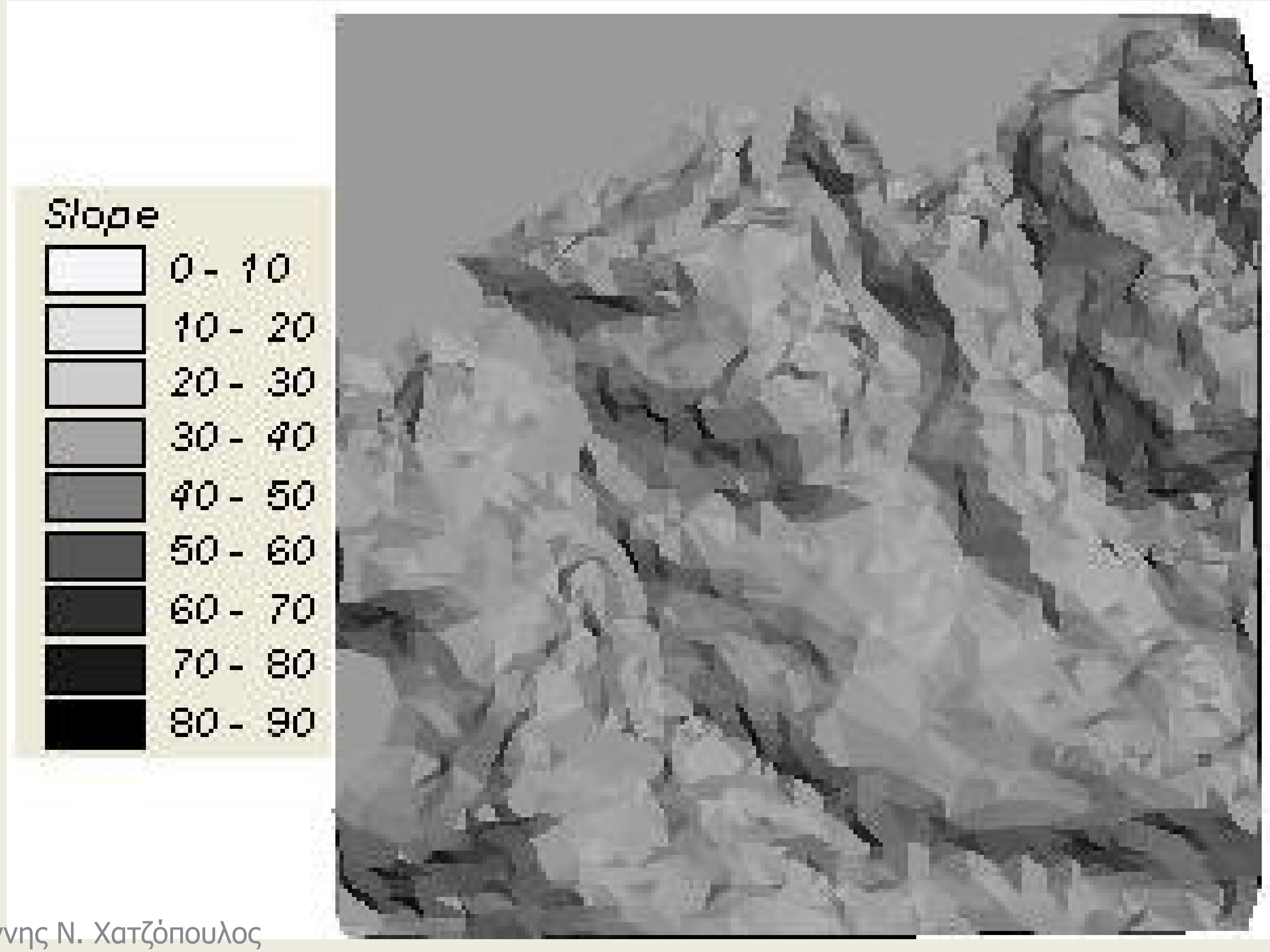
$$S_{1,3} = \frac{Z_3 - Z_1}{\beta} = Z_3 - Z_1, \qquad S_{2,4} = \frac{Z_4 - Z_2}{\beta} = Z_4 - Z_2$$

$$S_x = \frac{s_{1,2} + S_{3,4}}{2}, \qquad S_y = \frac{s_{1,3} + S_{2,4}}{2} \qquad S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

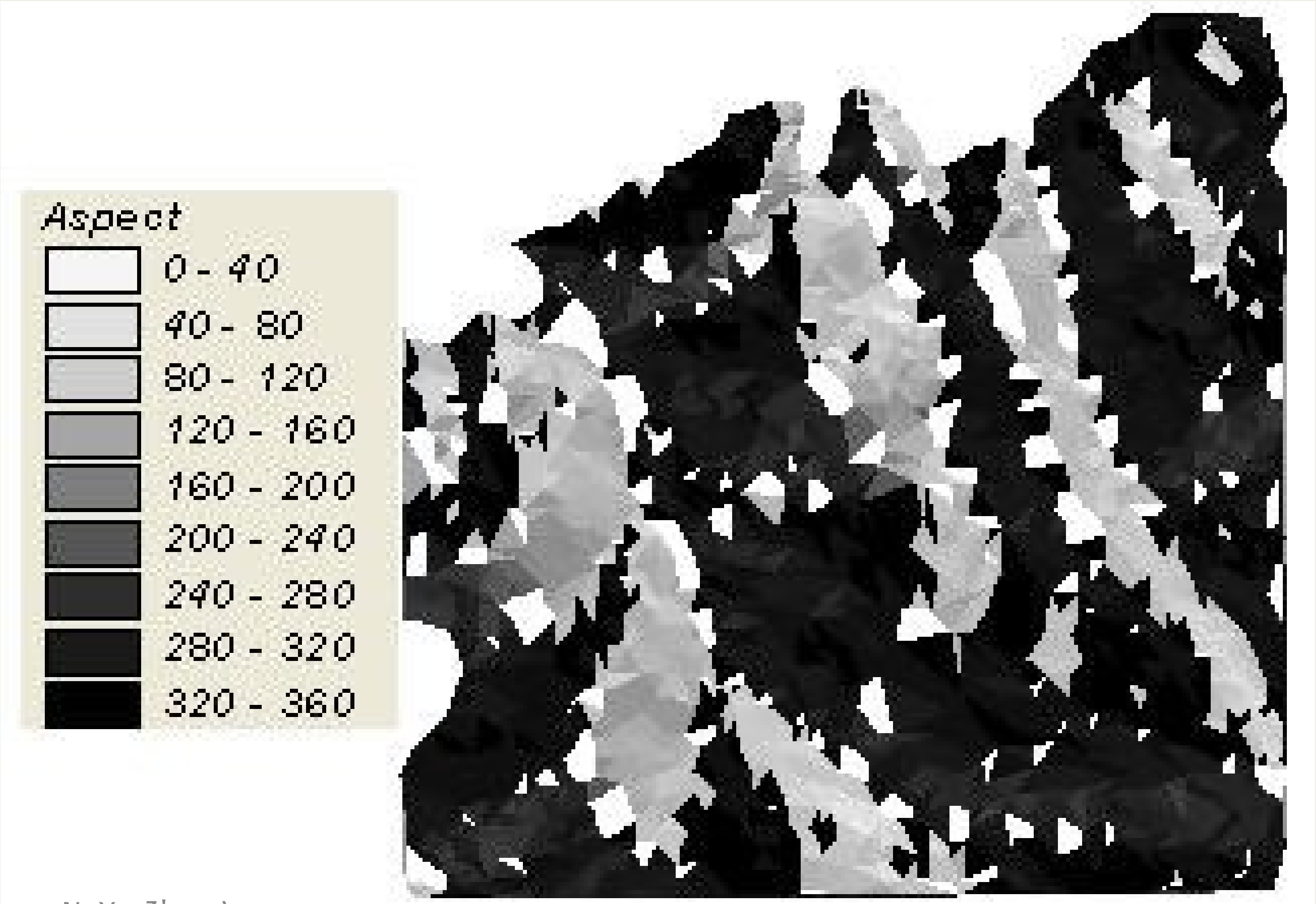
$$\varepsilon\phi(a) = \frac{S_x}{S_y}$$

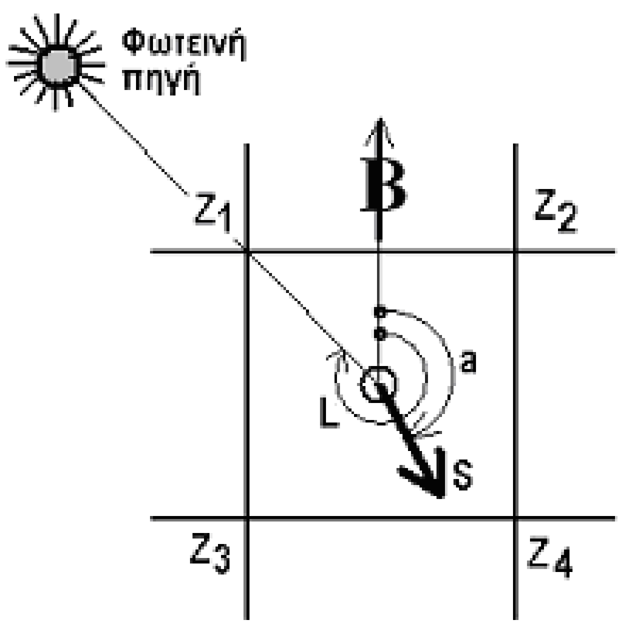
1. Αν Sx > 0 και Sy > 0 τότε a = θ
2. Αν Sx > 0 και Sy < 0 τότε a = 200 + θ
3. Αν Sx < 0 και Sy < 0 τότε a = 200 + θ
4. Αν Sx < 0 και Sy > 0 τότε a = 400 + θ

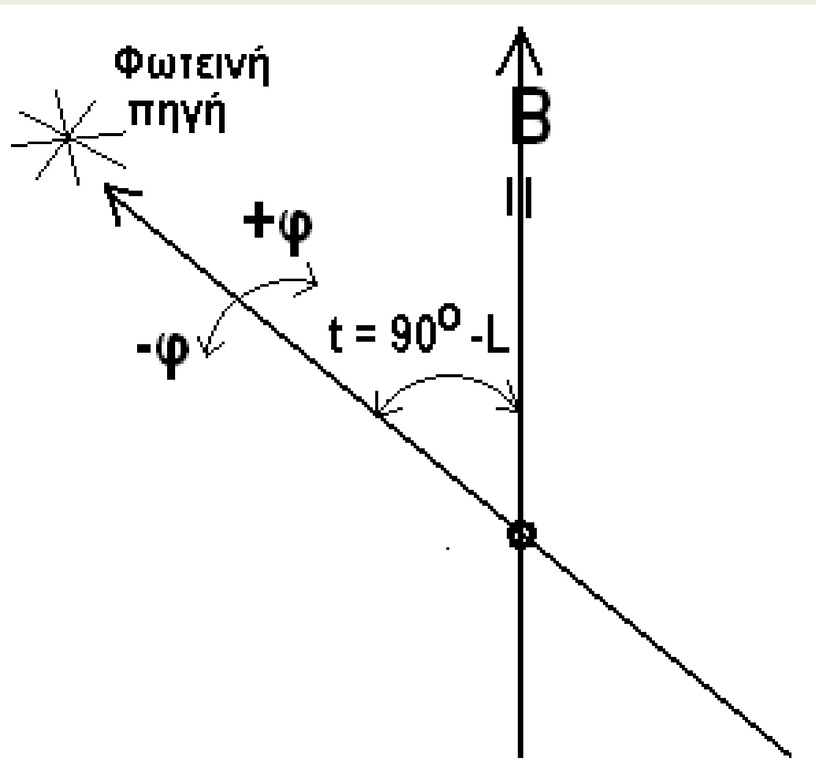
Κλίσεις εδάφους από ΨΜΕ TIN της ΒΔ Νάξου



Προσανατολισμός (aspect) εδάφους από ΨΜΕ TIN της ΒΔ Νάξου







Υπολογισμός Σκίασης

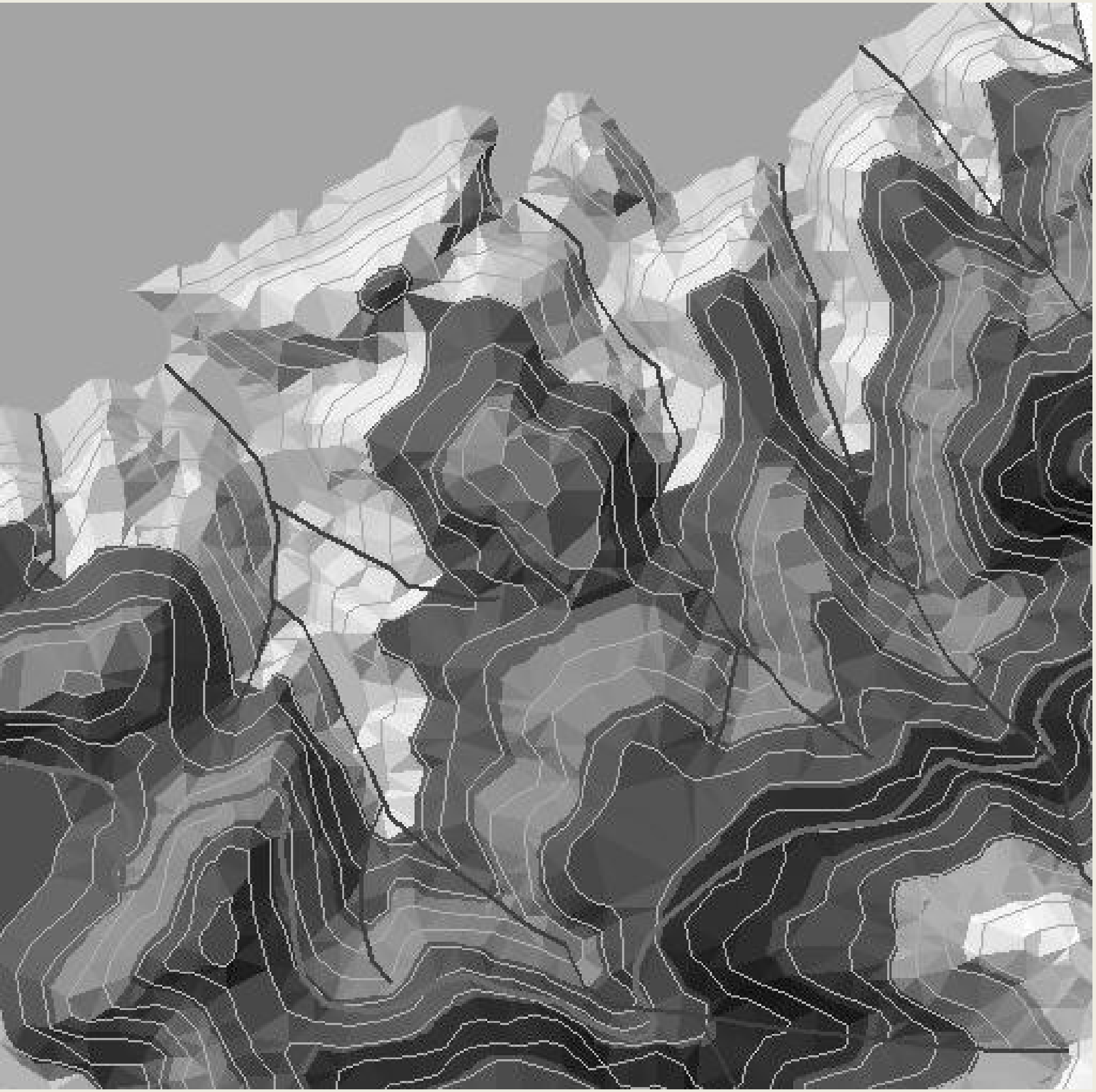
1. Υπολογίζεται η γωνία
$\theta = a + 90^o - L = a + t$,
αν $\theta > 360^o$ τότε $\theta \rightarrow \theta - 360^o$
2. Αν $\theta \leq 180^o$, τότε $\varphi = \theta$
3. Αν $\theta > 180^o$, τότε $\varphi = \theta - 360^o$
4. Η αμαύρωση B δίνεται από τη σχέση:

$$B = f(r.h,\ k.S,\ \lambda.|\varphi|)$$

Οι παράμετροι r, k, λ είναι συντελεστές κλίμακας ή βάρους.
h είναι το υψόμετρο
S είναι η κλίση
|φ| είναι η απόλυτη τιμή της γωνίας φ

$$B' = \frac{256.B}{B_{max}}$$

Γραμμοσκιά με ΨΜΕ TIN

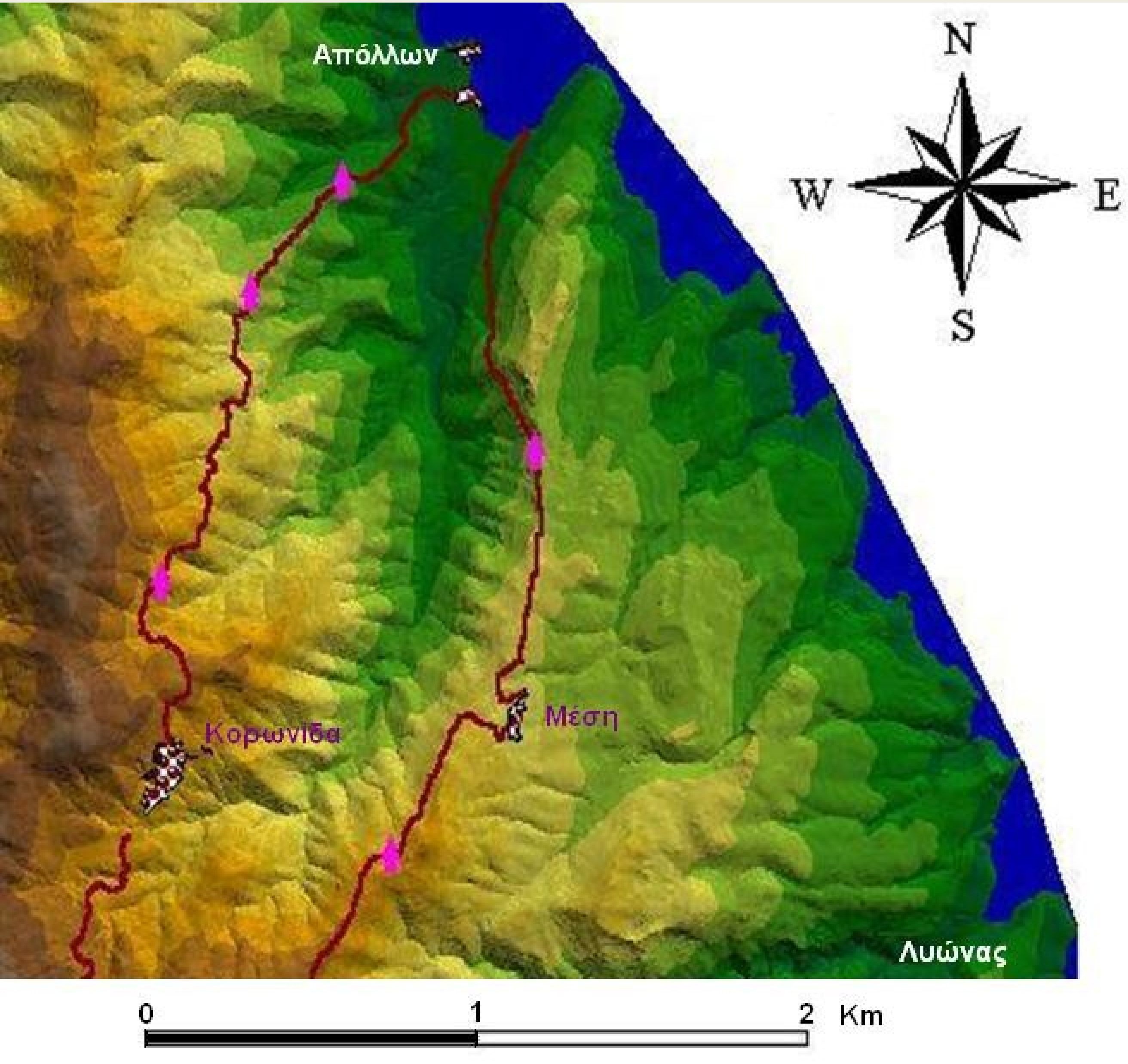


Εντοπισμός μονοπατιών και ιδιοτήτων τους

- Εντοπίσθηκαν δύο μονοπάτια.
  – Δυτικά: Απόλλων – Κορωνίδα (Κωμιακή).
  – Ανατολικά: Απόλλων - Μέση.

Προδιαγραφές σχεδιασμού μονοπατιών

- Περιπατητικά μονοπάτια θεωρούνται μόνο αυτά που ακολουθούν υπάρχοντα εύβατα μονοπάτια ή μουλαρόδρομους , χωραφόδρομους , δασικούς δρόμους ή ακόμα και δρόμους προς χωρία.
- Κάθε μονοπάτι πρέπει να έχει πλάτος το λιγότερο 0,6μ.
- Πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
- Η εκκαθάριση κατά ύψος πρέπει να γίνει σε απόσταση 2,7μ. και η οριζόντια πέρα από το πλάτος του δρόμου 0,6μ.
- Από 3000 έως 5000 μέτρα μήκος μπορεί να περπατηθεί σε λίγες ώρες
- Από 6000 έως 12000 μέτρα μήκος μπορεί να περπατηθεί από μισή μέχρι μία μέρα
- Μεγαλύτερα των 12000 μέτρων μήκος μπορούν να περπατηθούν σε περισσότερο από μία μέρα
- Από 1% μέχρι 3% κλίση μπορεί να χαρακτηριστεί εύκολο στο περπάτημα
- Από 4% έως 7% κλίση μπορεί να χαρακτηριστεί μέτριας δυσκολίας
- Από 8% έως 10% κλίση μπορεί να χαρακτηριστεί δύσκολο



Εντοπισμός των δύο μονοπατιών

Απόλλων – Κορωνίδα,

Απόλλων - Μέση

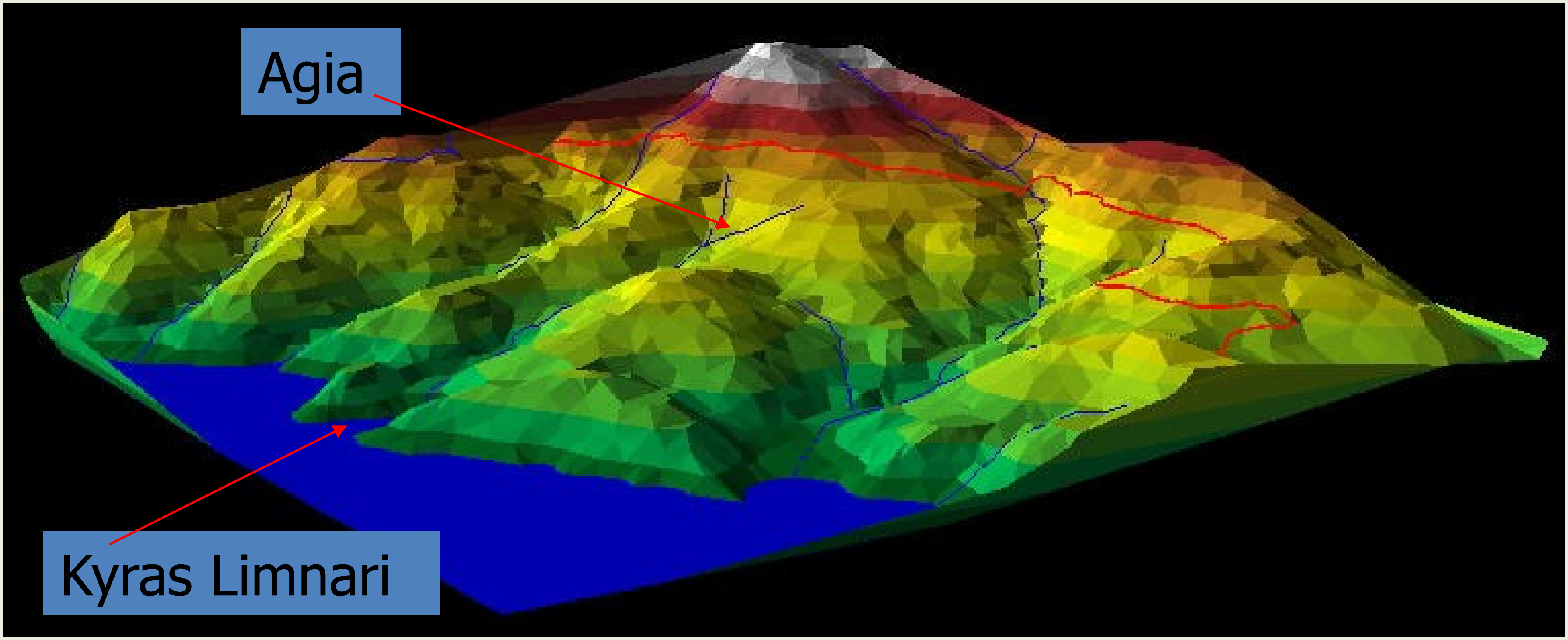
Κιόσκι

Σημεία ενδιαφέροντος

- Με βάση την οπτικοποίηση του τοπίου (προοπτικό)
  - Διαφορετικά σημεία όρασης.
  - Διαφορετικές γωνίες όρασης

- Σημεία ενδιαφέροντος μπορεί να συνδέονται με:
  - Δημιουργία περιπτέρων
  - Άλλες διευκολύνσεις για πεζοπόρους.
- Ολόκληρο το μονοπάτι μπορεί να προσομοιωθεί σε εικονική πραγματικότητα για να προσελκύσει πιθανούς τουρίστες

Προοπτικό περιοχής Αγιάς ΒΔ Νάξου



Διαφορετικό σημείο όρασης