



Πανεπιστήμιο  
Αιγαίου

Ανοικτά  
Ακαδημαϊκά  
Μαθήματα



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΓΣΠ**

*Διευθυντής: καθηγητής Ι. Ν. Χατζόπουλος*



# Εισαγωγή στην Τοπογραφία & ΓΣΠ

Καθηγητής Ιωάννης Ν. Χατζόπουλος

[ihat@aegean.gr](mailto:ihat@aegean.gr)

[http://www.env.aegean.gr/labs/Remote\\_sensing/Remote\\_sensing.htm](http://www.env.aegean.gr/labs/Remote_sensing/Remote_sensing.htm)



**Διάλεξη-03**  
**Σχεδιασμός και αναπαραγωγή**  
**τοπογραφικού και βυθομετρικού χάρτη**

# Άδειες Χρήσης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, διαγράμματα, κείμενα, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο 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.



# Σχεδιασμός και αναπαραγωγή, τοπογραφικού, υδρογραφικού και θεματικού χάρτη

- **Η θεωρία περιλαμβάνει:**

- Σύνταξη τοπογραφικού χάρτη, εργασία υπαίθρου.
- Εργασία Γραφείου, βήματα για τη σχεδίαση χάρτη.
- Μέγεθος χάρτη, κλίμακα χάρτη, κানাβος – πλέγμα.
- Σχεδίαση τοπογραφικού χάρτη, σημεία, σύμβολα, χαρακτηριστικά, ισοϋψείς καμπύλες, σχεδίαση υδρογραφικού χάρτη.
- Προδιαγραφές για υδρογραφικές μετρήσεις (Βυθομετρία).
- Βυθομετρικό Lidar.
- Θεματικός χάρτης, Χαρτογραφία.
- Συστήματα επικοινωνίας, γραφική πληροφορία.
- Κατηγορίες συμβόλων, οπτική ισορροπία.
- Στατιστική επιφάνεια. Αναπαραγωγή χάρτη.

- **Το εργαστήριο περιλαμβάνει:**

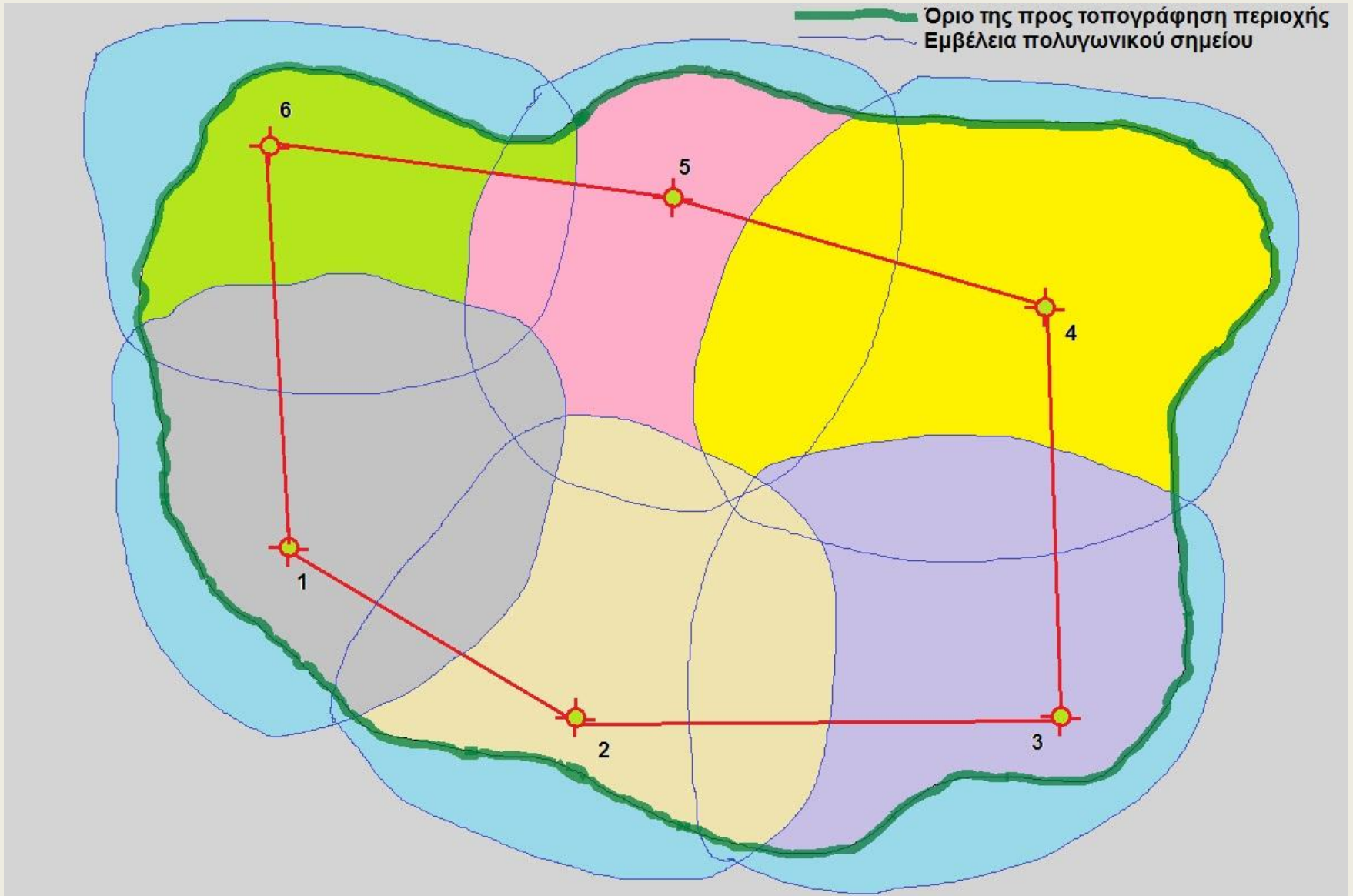
- Σχεδιασμός τοπογραφικού χάρτη.

- **Λέξεις κλειδιά:** Τοπογραφικό, υδρογραφικό, σχεδίαση χάρτη, κλίμακα, κানাβος, σύμβολα, χαρακτηριστικά, ισοϋψείς, προδιαγραφές βυθομετρίας, βυθομετρικό Lidar, συστήματα επικοινωνίας, σύμβολα, οπτική ισορροπία, στατιστική επιφάνεια, αναπαραγωγή χάρτη.

# Σύνταξη τοπογραφικού χάρτη – Εργασία υπαίθρου

- (α) Έρευνα και συγκέντρωση πληροφοριών για την περιοχή προς αποτύπωση - σχεδιασμός
  - υπάρχοντα τοπογραφικά διαγράμματα
  - Χάρτες
  - αεροφωτογραφίες κλπ.
  - Google Earth
- (β) Κατόπτευση της προς αποτύπωση περιοχής και καθορισμός των σημείων της όδευσης με κατάλληλη σήμανση (καρφί, πάσσαλος, βάθρο)
- (γ) Συλλογή στοιχείων αποτύπωσης από το τοπογραφικό συνεργείο στο έδαφος

# Διάταξη πολυγωνικών σημείων για πλήρη κάλυψη της περιοχής



# Εργασία Γραφείου

- (δ) Ολοκλήρωση υπολογισμών στο γραφείο με την εξής ιεράρχηση:
  - 1. Υπολογισμός και διόρθωση οριζοντίων συντεταγμένων της όδευσης
  - 2. Υπολογισμός και διόρθωση υψομέτρων της όδευσης
  - 3. Υπολογισμός των συντεταγμένων όλων των σημείων που έχουν αποτυπωθεί

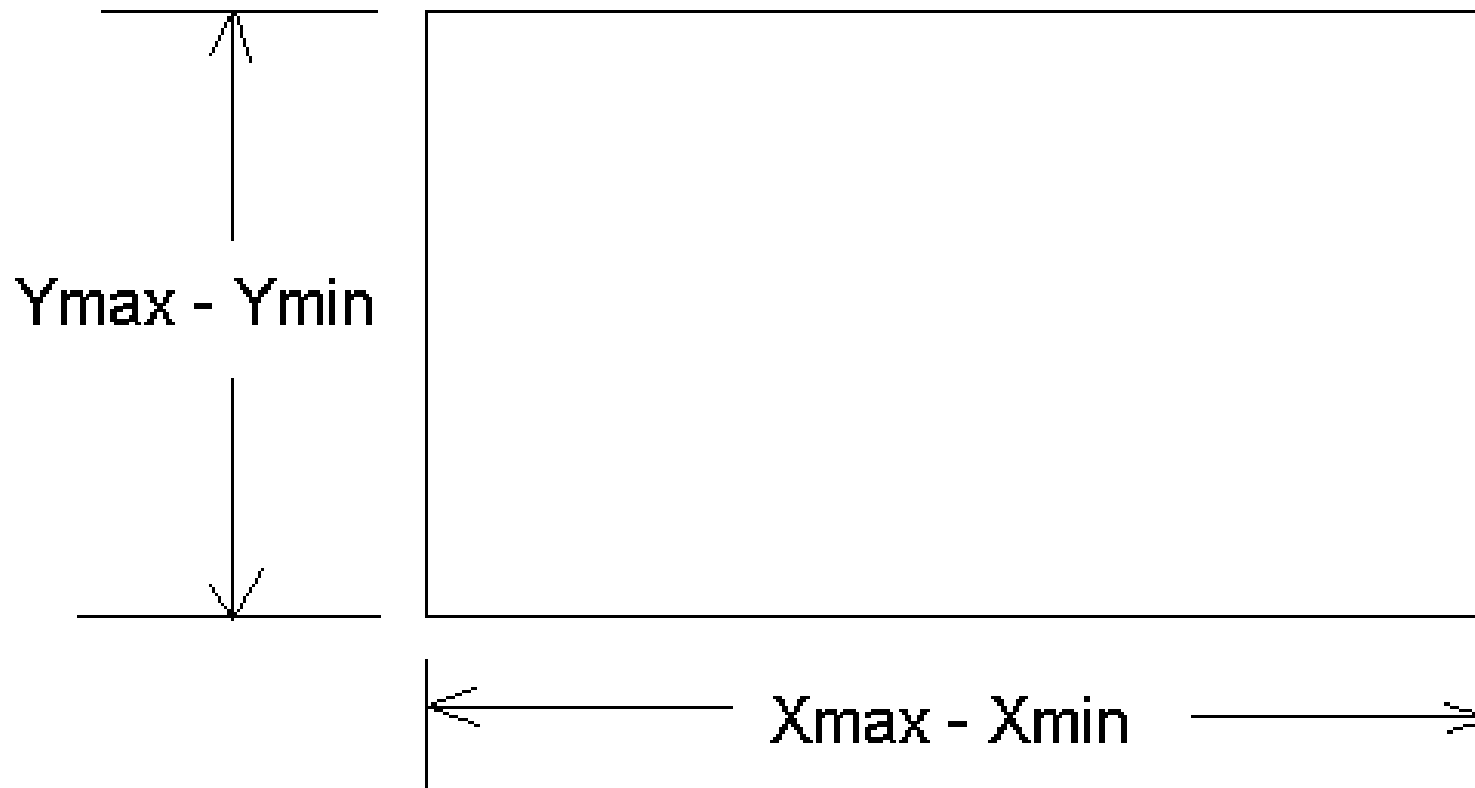


# Σχεδίαση χάρτη

- (ε) Προετοιμασία του χάρτη για τη σχεδίαση.
- (στ) Σχεδίαση των σημείων λεπτομερειών στο χάρτη.
- (ζ) Σχεδίαση τεχνητών και φυσικών χαρακτηριστικών του χάρτη.
- (η) Χάραξη ισοϋψών καμπυλών.



# Μέγεθος χάρτη



# Κλίμακα χάρτη – επιλογή $\lambda$

$$\lambda = \frac{\text{Μηκος στο χαρτη}}{\text{Αντιστοιχο μηκος στο εδαφος}}$$

$$\lambda = 1:100 \quad \eta \quad \lambda = \frac{1}{100} \quad \eta \quad \lambda = 0.01, \quad \text{ακριβεια} : 0.3 \times 100 = 30\text{mm} = 3\text{cm}$$

$$\lambda = 1:200 \quad \eta \quad \lambda = \frac{1}{200} \quad \eta \quad \lambda = 0.005, \quad \text{ακριβεια} : 0.3 \times 200 = 60\text{mm} = 6\text{cm}$$

$$\lambda = 1:5000 \quad \eta \quad \lambda = \frac{1}{5000} \quad \eta \quad \lambda = 0.0002 \quad \text{ακριβεια} : 0.3 \times 5000 = 1500\text{mm} = 1.5\text{m}$$

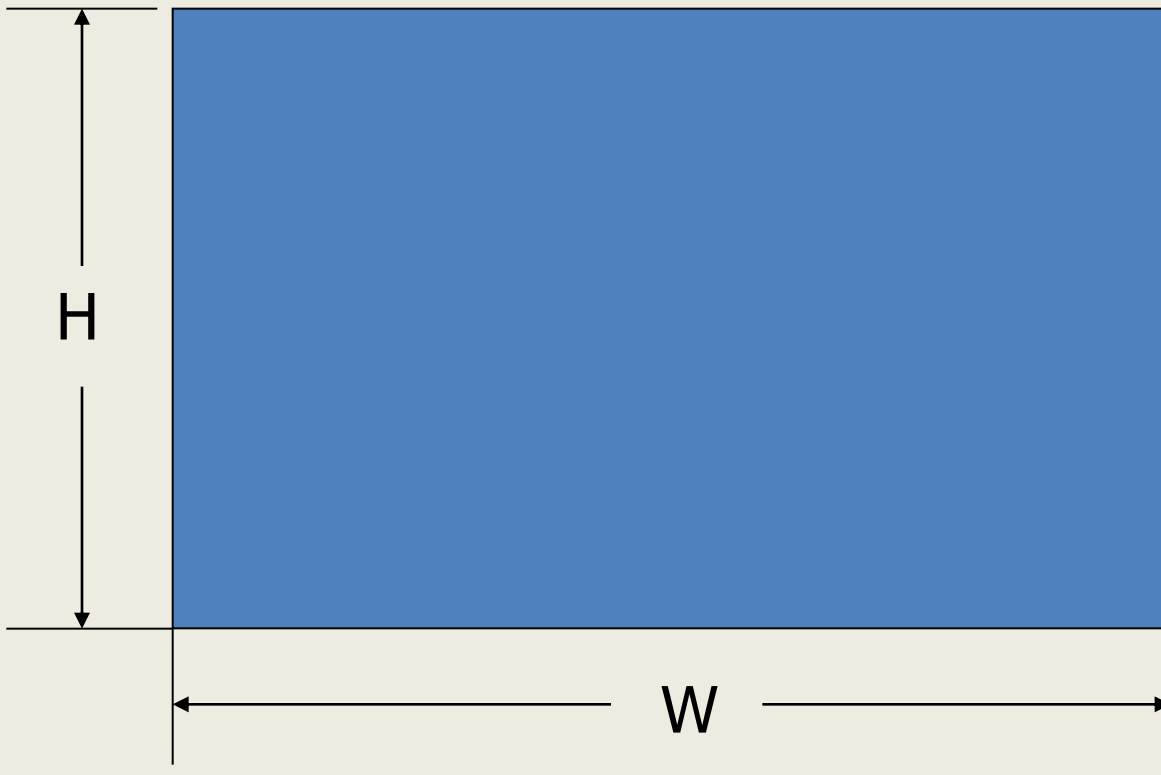
$$\lambda = 1:25000 \quad \eta \quad \lambda = \frac{1}{25000} \quad \text{ακριβεια} : 0.3 \times 25000 = 7500\text{mm} = 7.5\text{m}$$

# Επιλογή χαρτιού

$$W = (X_{\max} - X_{\min})K$$

$$H = (Y_{\max} - Y_{\min})K$$

+ περιθώρια



Στάνταρτ  
διαστάσεις χαρτιού  
[cm]

A4: 21x29.7

A3: 29.7x42

A2: 42x59.4

A1: 59.1x84

A0: 84x118.8

# Κλίμακα στην οθόνη Η/Υ

$$\lambda_1 = \frac{\text{Ευρος παραθυρου}}{X_{\max} - X_{\min}},$$

$$\lambda_2 = \frac{\text{Υψος παραθυρου}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

$$\lambda = \text{Το μικροτερο απο}(\lambda_1, \lambda_2)$$

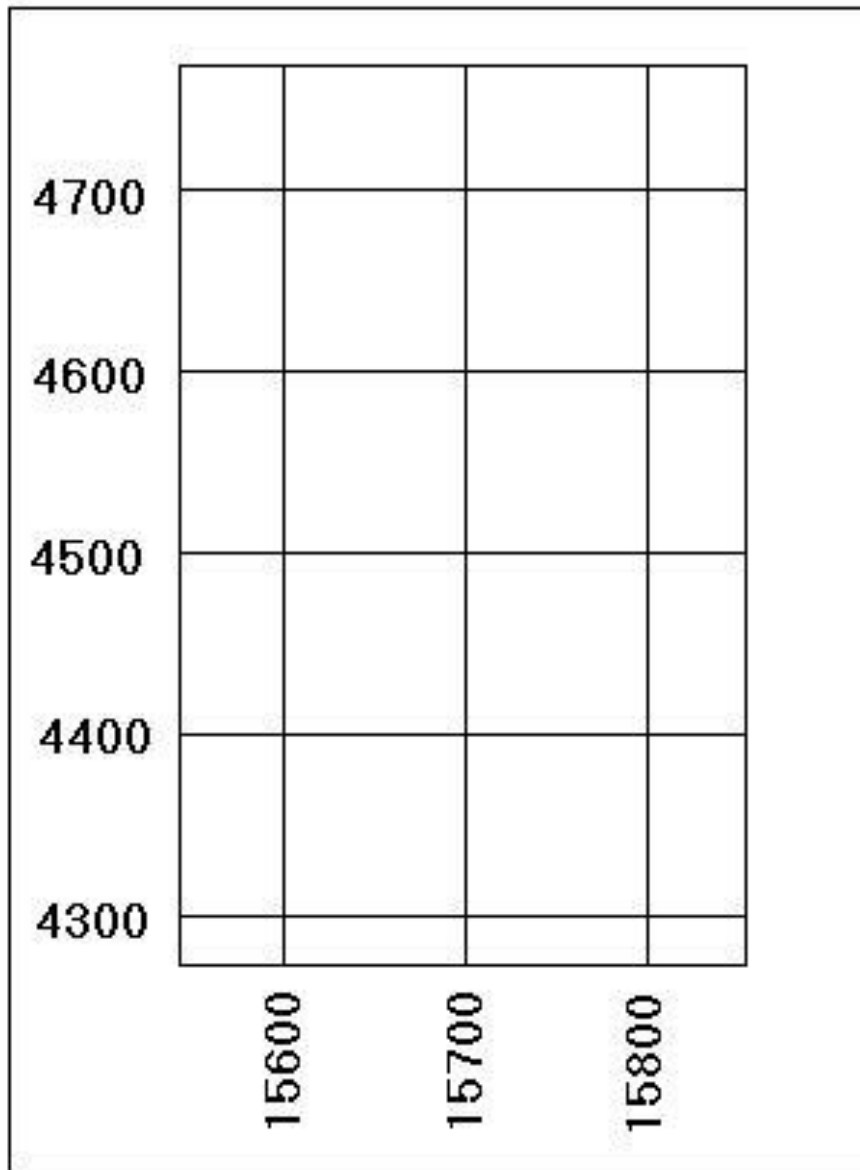
# Κάναβος Πλέγμα

Παράδειγμα:

$$\lambda = 1:2000$$

$X_{\min} = 15550,$   
 $Y_{\max} = 4739$   
→ Πάνω  
αριστερή γωνία

$X_{\max} = 15827,$   
 $Y_{\min} = 4295$   
→ Κάτω δεξιά  
γωνία



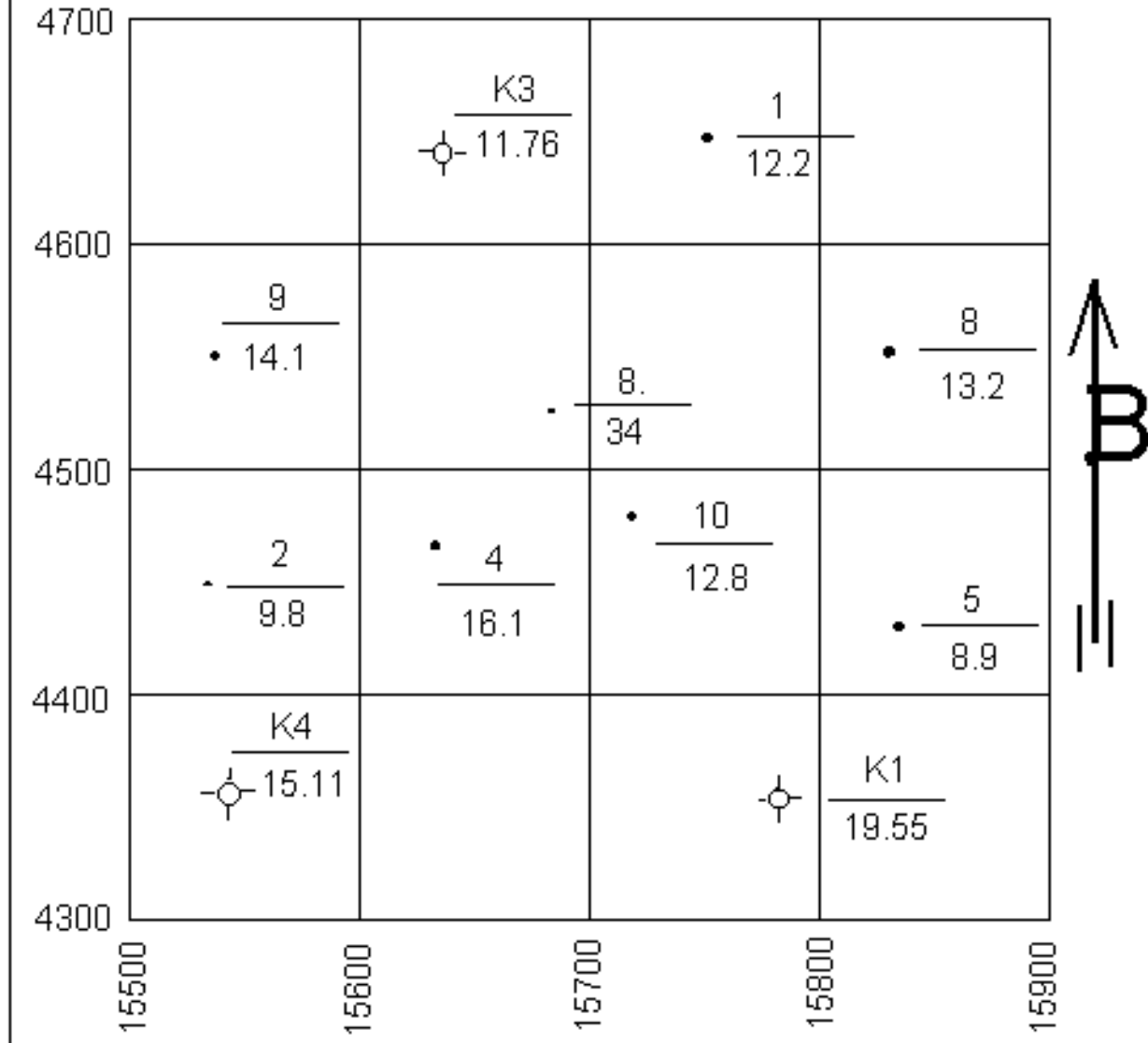
Άνοιγμα κανάβου:  $100\text{m}/2000 = 0.05\text{m} = 5\text{cm}$

# Σχεδίαση χάρτη

- (α) Σχεδίαση όλων των σημείων της τοπογραφικής αποτύπωσης
- (β) Σχεδίαση των τεχνητών χαρακτηριστικών του εδάφους
- (γ) Σχεδίαση των φυσικών χαρακτηριστικών του εδάφους
- (δ) Σχεδίαση ισοϋψών καμπυλών θεωρώντας ότι το έδαφος μεταβάλλεται γραμμικά ανάμεσα σε δύο γειτονικά υψομετρικά σημεία. Τα υψομετρικά σημεία ονομάζονται και σημεία ελέγχου.

# "ΣΚΛΗΡΘΙΑ"

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:2000



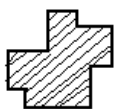
## Σχεδίαση σημείων



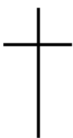
# Σύμβολα



Μεγάλη πόλη



Πόλεις πάνω από  
1.000.000



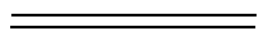
Εκκλησία



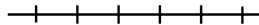
Σταθερό σημείο  
όδευσης



Μεγάλο λιμάνι



Αυτοκινητόδρομος  
εθνική οδός



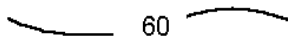
Σιδηρόδρομος μονής  
γραμμής



Κάναβος



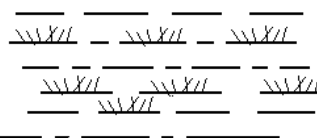
Ποταμός



ισαριθμητική καμπύλη  
(ισοΐψης)



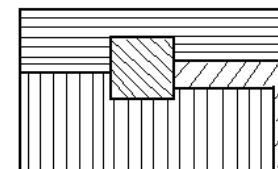
Πολιτική υποδιαίρεση  
Δήμος, Νομός



Βάλτος



Έρημος



Περιοχές απογραφής

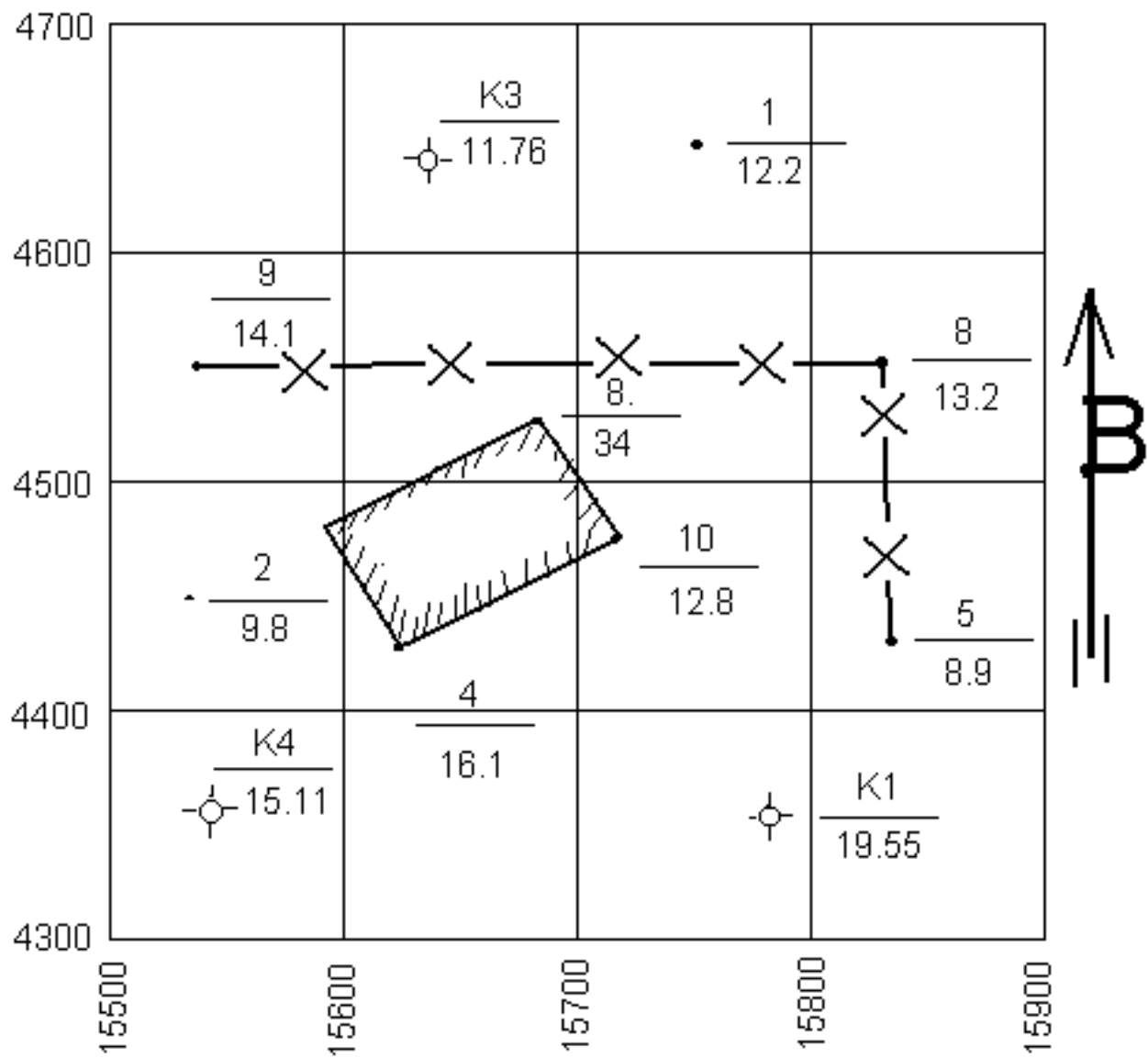
**Σημειακά  
Χαρακτηριστικά**

**Γραμμικά  
Χαρακτηριστικά**

**Εκτατικά  
χαρακτηριστικά**

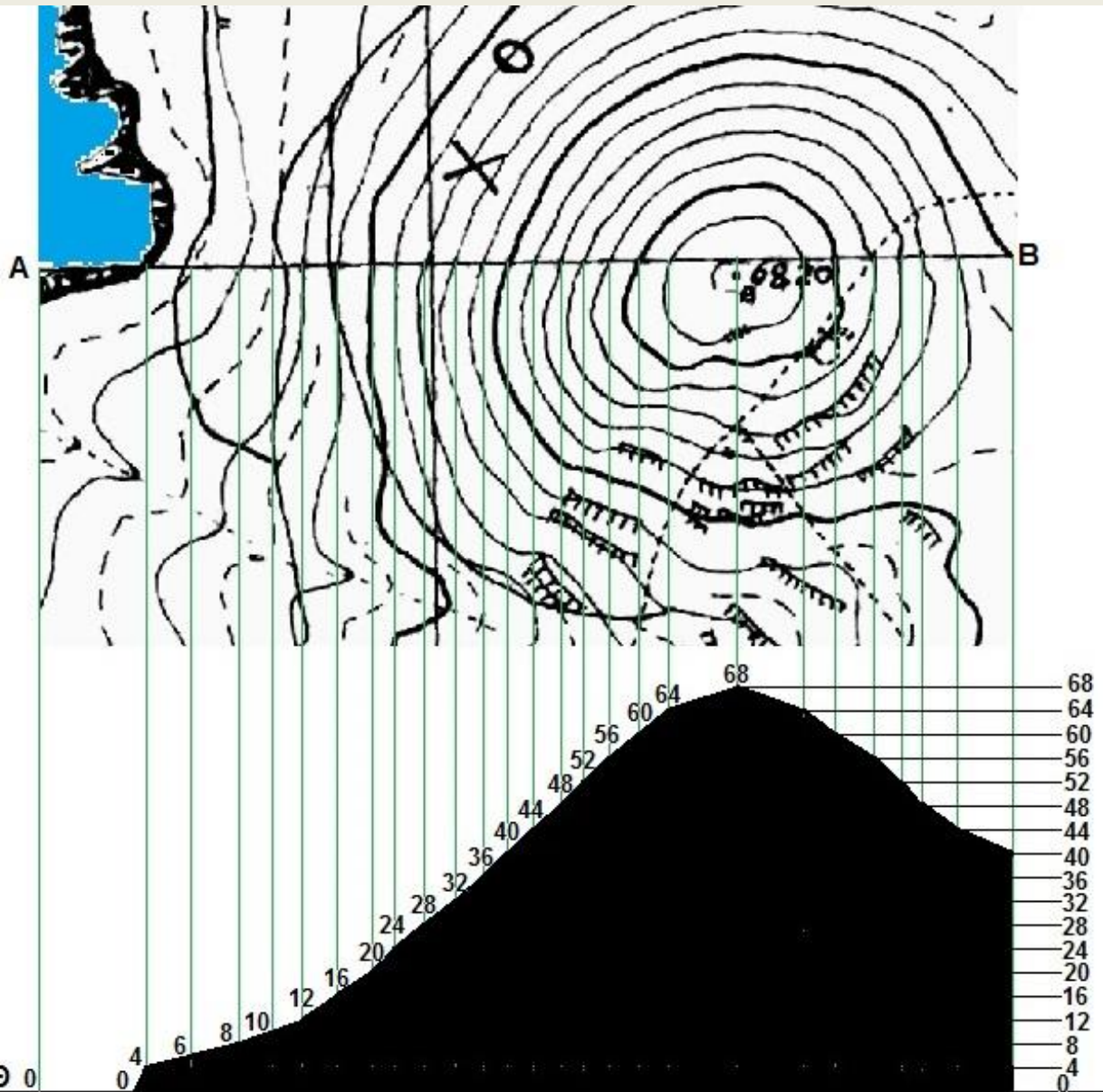
# "ΣΚΛΗΡΘΙΑ"

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:2000



## Σχεδίαση Χαρακτηρι- στικών

# Ισοϋψείς καμπύλες



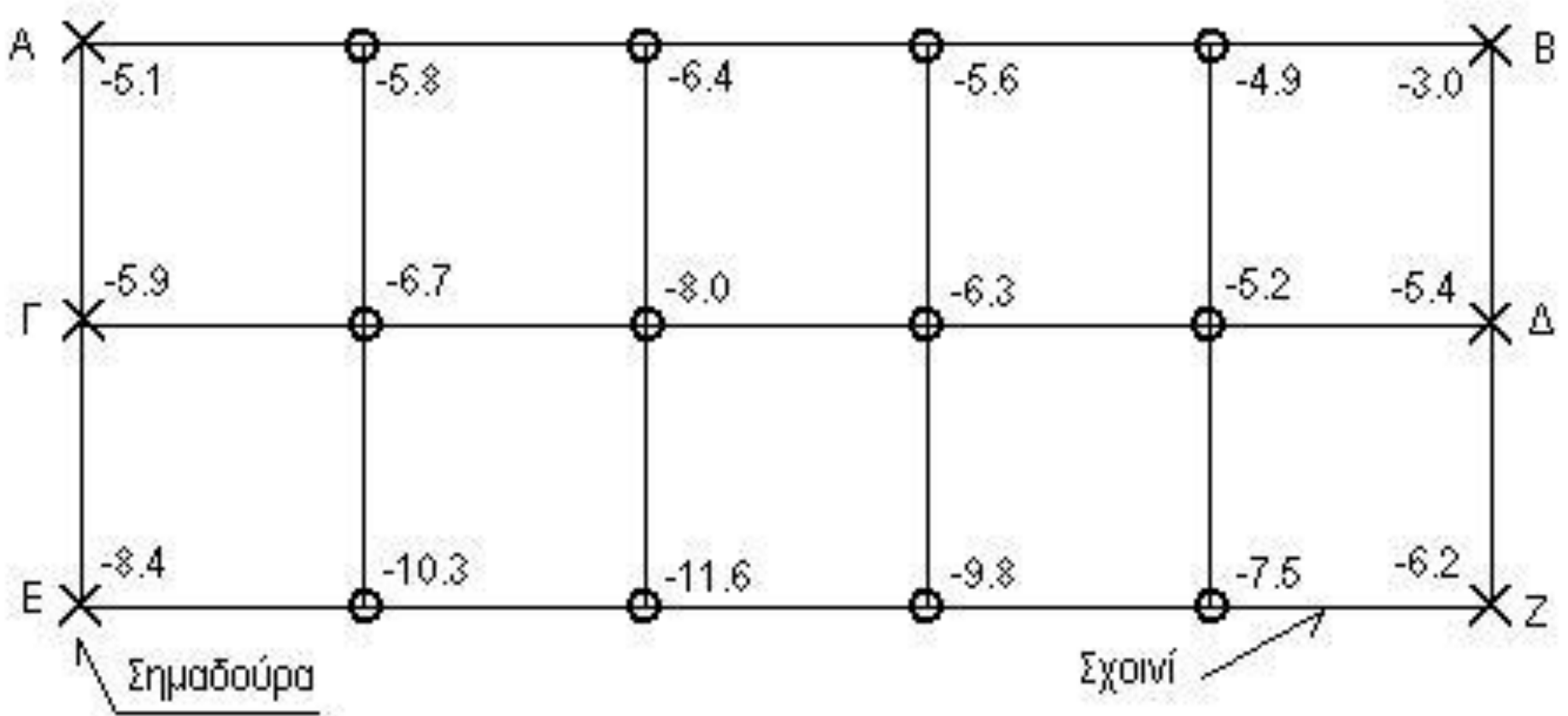
**Ισοδιάσταση 4 μέτρα σε κανονικό έδαφος και 2 μέτρα σε ομαλό.**

Η μαύρου χρώματος επιφάνεια δείχνει την τομή του εδάφους κατά μήκος της γραμμής (A-B). Η βραχώδης ακτή έχει ένα απότομο βράχο ύψους 4 μέτρα.

**Προσοχή** Το υψόμετρο του οριζοντίου επιπέδου που τέμνει το έδαφος είναι πολλαπλάσιο της ισοδιάστασης και ξεκινά από το μηδέν που είναι το μέσο υψόμετρο θάλασσας (ΜΥΘ).



# Υδρογραφικός χάρτης



# Προδιαγραφές για υδρογραφικές μετρήσεις (Βυθομετρία)

Τάξεις μεγέθους	Ειδική	1	2	3
Τυπικές περιοχές	Εσωτερικό λιμένων	Εσωτερικό και εξωτερικό λιμένων <100 m	Περιοχές που δεν υπάγονται αλλού Μέχρι 200 μέτρα βάθος	Περιοχές που δεν υπάγονται αλλού
$\sigma_{xy}$ (95%)	2 μέτρα	$5 + 0.05d$ [m]	$20 + 0.05d$ [m]	$150 + 0.05d$ [m]
$\sigma_z$ (95%)	a=0.25 b=0.0075	a=0.5, b=0.013	a=1.0, b=0.023	a=1.0, b=0.023
Μέγεθος ανιχνεύσιμου αντικειμένου	Κύβος >1m	d<40m: Κύβος >2m, αλλιώς >2m + 0.1d	d<40m: Κύβος >2m, αλλιώς >2m + 0.1d	Δεν ισχύει
Μέγιστη απόσταση σημείων	Δεν ισχύει	3.d ή 25m το μεγαλύτερο	3-4.d ή 200m το μεγαλύτερο	4.d

Όπου  $d$  είναι το βάθος

- $\sigma_{xy}$  (95%) είναι η οριζοντιογραφική ακρίβεια με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%
- $\sigma_z$  (95%) είναι η βυθομετρική ακρίβεια με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και υπολογίζεται ως εξής:

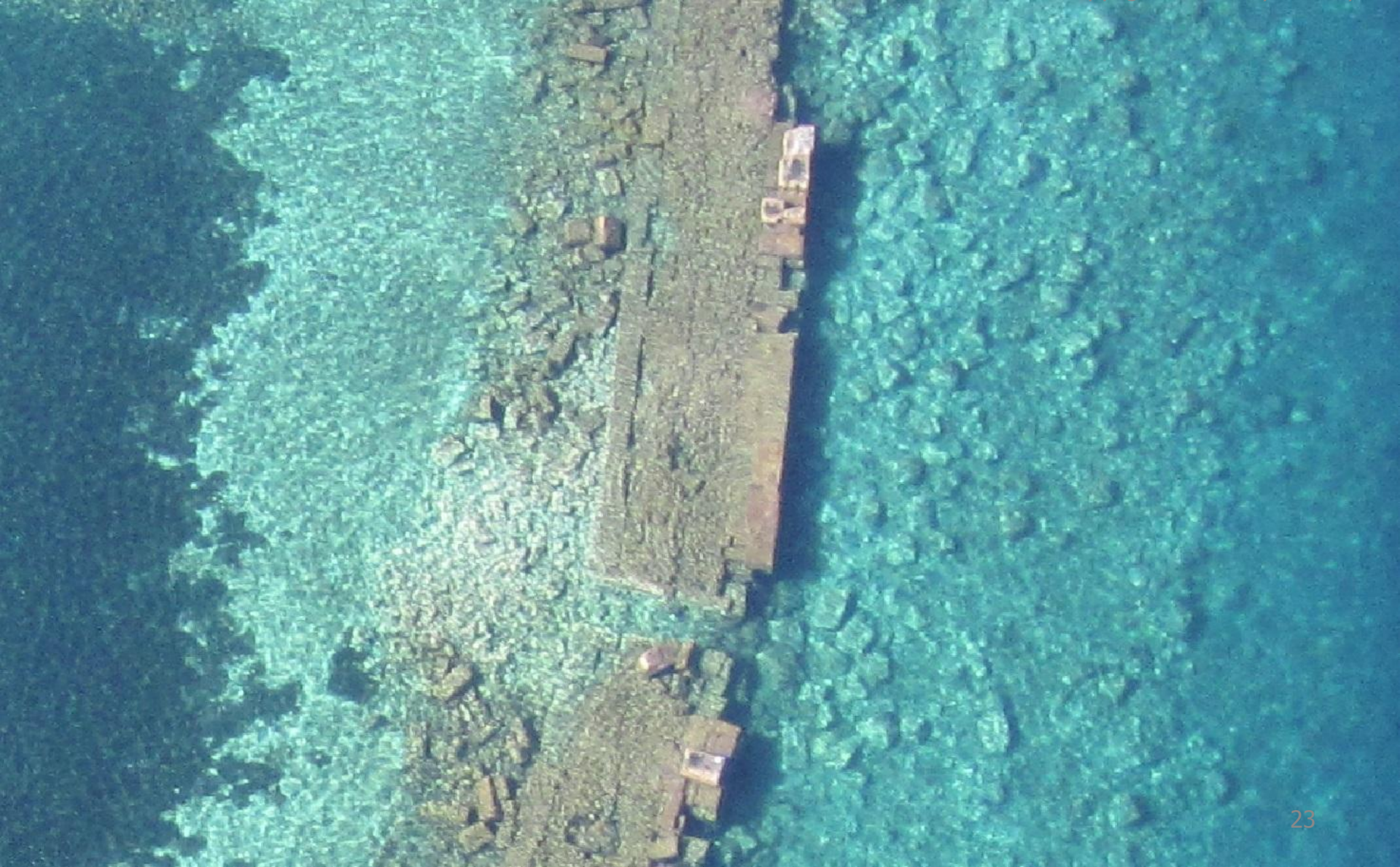
$$\sigma_z = \pm \sqrt{a^2 + (b \cdot d)^2}$$

- Όπου  $d$  είναι το βάθος και οι συντελεστές  $a$ ,  $b$  δίνονται στον πιο πάνω Πίνακα.
- Οι υδρογραφικές προδιαγραφές ακρίβειας αναφέρονται σε τρεις τάξεις μεγέθους και μιας ειδικής τάξης.



# Αρχαίο λιμάνι Μυτιλήνης – Επάνω Σκάλα

Αεροφωτογράφιση με UAS Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης & ΓΣΠ  
©copyright I. N. Χατζόπουλος

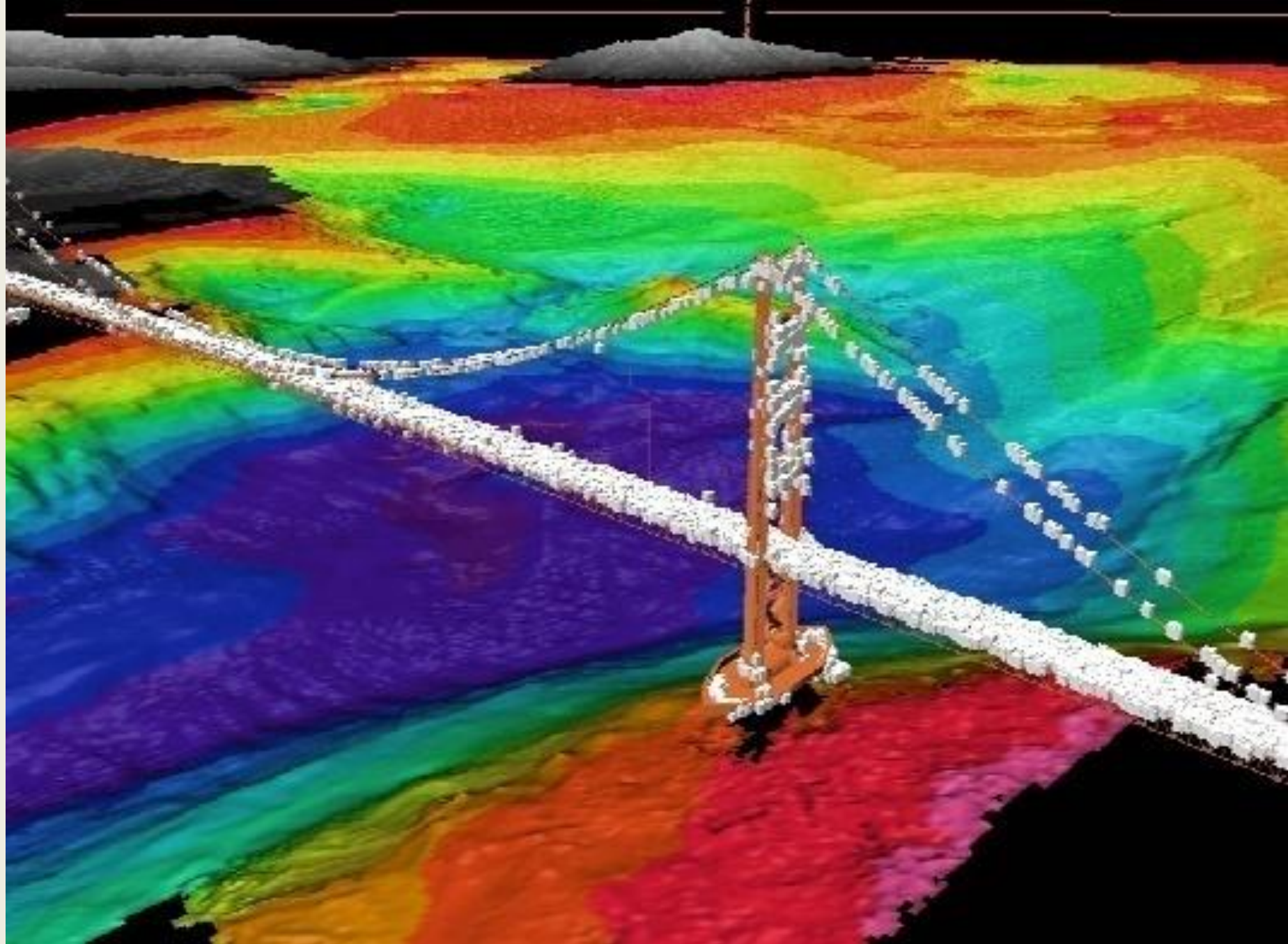


# Βυθομετρικό λίνταρ

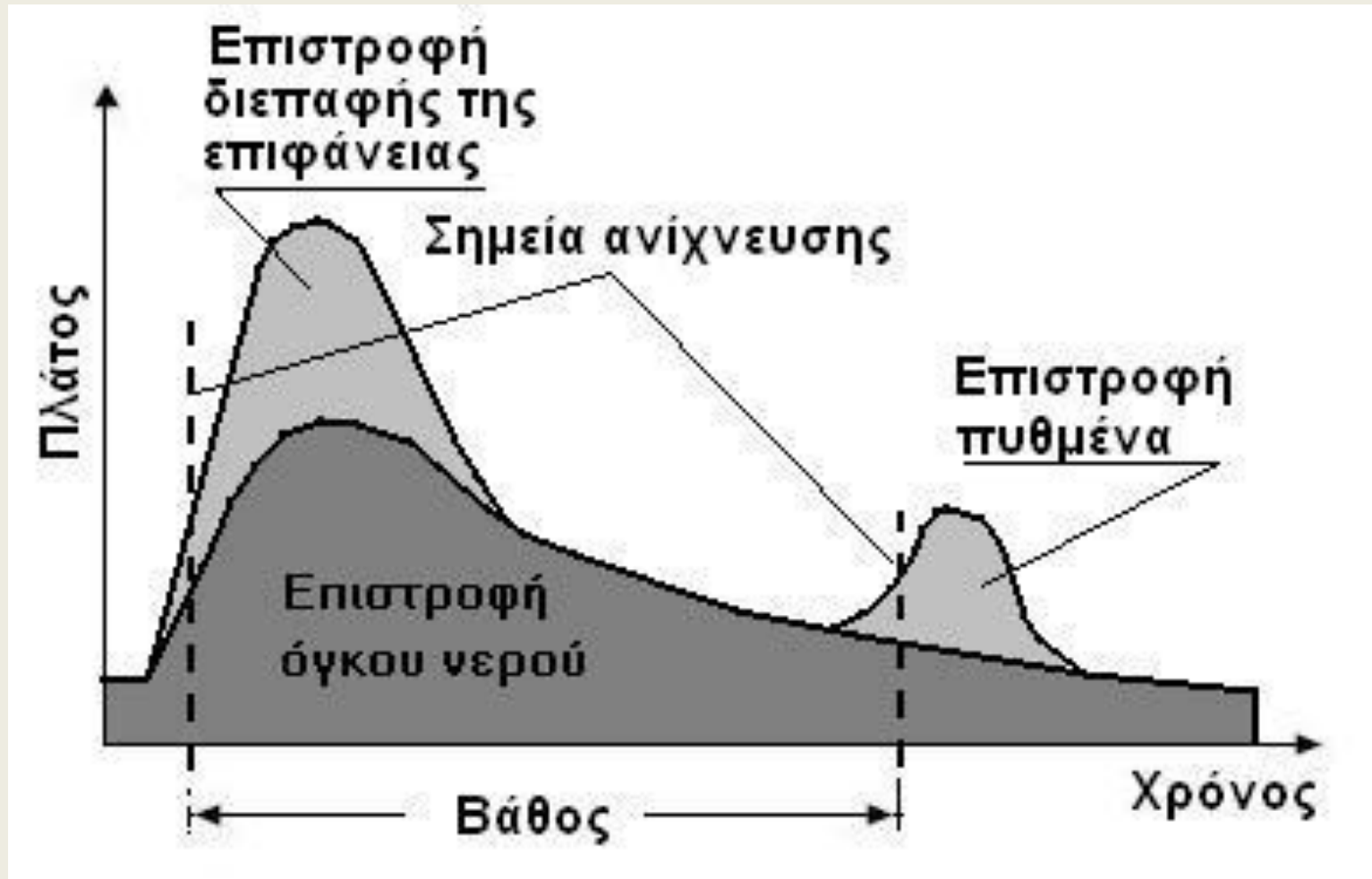
- Το βυθομετρικό λίνταρ (*Airborne Lidar Bathymetry – ALB*) χρησιμοποιείται για την τοπογράφιση του βυθού κοντά στην ακτή με αερομεταφερόμενο σύστημα από μικρό σχετικά ύψος πτήσης. Παρά το γεγονός ότι η οικονομία των περισσότερων Μεσογειακών χωρών βασίζεται σε δραστηριότητες που λαβαίνουν χώρα κοντά στην ακτογραμμή και επηρεάζονται σημαντικά από την τοπογραφία του βυθού και τη διαμόρφωση της ακτής, εν τούτοις οι βυθομετρικές μετρήσεις είτε δεν υπάρχουν καθόλου είτε είναι παλαιότερες χωρίς μετέπειτα ενημέρωση, ή δεν έχουν καμία σχέση με τη σημερινή κατάσταση του βυθού. Η τοπογραφία του βυθού είναι απαραίτητη για την ναυσιπλοΐα, την αλιεία, την ιχθυοκαλλιέργεια, την αναψυχή και ψυχαγωγία στη θάλασσα, την ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών, την καταγραφή της θέσης και παρακολούθηση της μετακίνησης της άμμου, την μελέτη, κατασκευή και παρακολούθηση της κατάστασης λιμένων και άλλων δομικών έργων, και το πιο σημαντικό τη θαλάσσια βιολογία και την προστασία του περιβάλλοντος. Υπάρχουν και στρατιωτικές εφαρμογές που χρησιμοποιείται το βυθομετρικό λίνταρ όπως είναι η ανίχνευση εχθρικών υποβρυχίων και τοπογραφήσεις βυθού και ακτής για το σχεδιασμό αμφίβιων επιχειρήσεων.

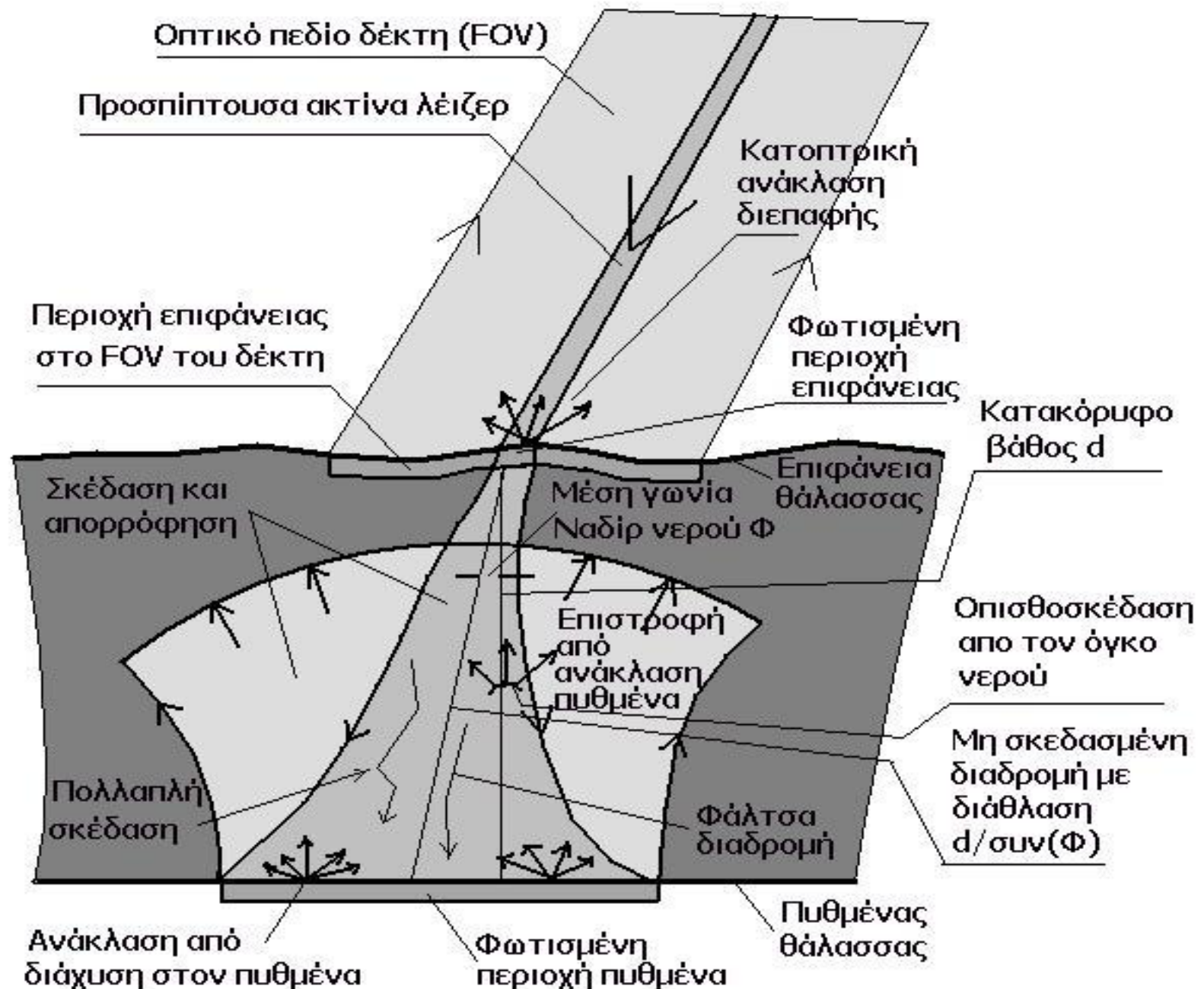
- Το Βυθομετρικό λίνταρ, έχει μέχρι τώρα αποδείξει ότι είναι ένα σύστημα υψηλής ακρίβειας, χαμηλού σχετικά κόστους, μεγάλης ταχύτητας, ασφαλές, και ευέλικτο για την τοπογράφιση του πυθμένα σε αβαθή σχετικά νερά και κοντά στην ακτογραμμή όπου τα ηχοβολιστικά συστήματα είναι λιγότερο αποτελεσματικά αλλά και επικίνδυνα στο χειρισμό τους. Το κόστος του βυθομετρικού λίνταρ είναι 15 – 30% του κόστους των μετρήσεων με συμβατικά μέσα. Οι παλμοί λίνταρ έχουν μια πυκνότητα με διαστάσεις πλέγματος 4 – 5 μέτρα. Το πλάτος σάρωσης φθάνει περίπου το μισό ύψος πτήσης του αεροπλάνου και σε μία ώρα μπορεί κατά μέσο όρο να καλύψει 64 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Τοπογραφικά δεδομένα του βυθού με τελική επεξεργασία μπορούν να παραδοθούν εντός 24 ωρών από την προσγείωση του αεροσκάφους. Ο μοναδικός περιορισμός του λίνταρ είναι η καθαρότητα του νερού και σε περιοχές με πολύ καθαρό νερό μπορεί η τοπογράφιση να φθάσει σε βάθος μέχρι 50 μέτρα. Το λίνταρ επίσης έχει το πλεονέκτημα έναντι των ηχοβολιστικών μεθόδων ότι μπορεί να τοπογραφήσει ταυτόχρονα κατά μήκος της ακτογραμμής και τη στεριά και τον πυθμένα της θάλασσας καθώς και αντικείμενα ή κατασκευές που εξέχουν από το νερό.





# Αρχή λειτουργίας











# Τρόπος λειτουργίας

- Η ακτίνα λέιζερ μπορεί να διατηρεί μια σχετικά μικρή διάμετρο σαν δέσμη στον αέρα, όμως στο νερό αποκλίνει περισσότερο όπως φαίνεται σε προηγούμενη διαφάνεια όπου φαίνεται η όλη διαδικασία με ένα παρατραβηγμένο τρόπο για να γίνεται καλύτερα αντιληπτό. Στις περισσότερες περιπτώσεις η διάμετρος της δέσμης λέιζερ που φθάνει στον πυθμένα κυμαίνεται ανάμεσα στο 10% μέχρι το 30% του βάθους του νερού. Σε εξαιρετικές μόνο περιπτώσεις θολερότητας μπορεί να φθάσει μέχρι και το 50% του βάθους.
- 
- Τα βυθομετρικά λίνταρ μεταφέρονται είτε από ελικόπτερα είτε από αεροπλάνα σε ένα ύψος πτήσης 200 – 500 μέτρα. Το σύστημα σάρωσης θα πρέπει να έχει την καλύτερη δυνατή ευθυγράμμιση με τη γραμμή πτήσης και για το λόγο αυτό είτε χρησιμοποιεί δύο μοτέρ για τον έλεγχο της περιστροφής του καθρέπτη είτε το σύστημα σάρωσης τοποθετείται σε γυροσκοπική πλατφόρμα. Οι μέγιστες γωνίες ναδίρ της σάρωσης είναι 15 – 20 μοίρες και με τον τρόπο αυτό το εύρος της σάρωσης είναι περίπου ίσο με το μισό ύψος πτήσης. Τα σημεία που μετρούνται έχουν κανονική διάταξη και μια πυκνότητα που αντιστοιχεί σε ένα σημείο κάθε 4 μέχρι 10 μέτρα ανάλογα με το σύστημα που χρησιμοποιείται. Η πυκνότητα των σημείων αυτών αντιστοιχεί σε μια συχνότητα της ακτίνας λέιζερ 168 – 900 παλμούς το δευτερόλεπτο. Μεγαλύτερη συχνότητα είναι δυνατή σε ειδικές περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται όμως μικρότερο εύρος σάρωσης. Τα περισσότερα σε χρήση συστήματα έχουν τη δυνατότητα της χρήσης μεταβλητής συχνότητας μέτρησης σημείων μέσα σε ορισμένα όρια.

# Η λέιζερ ακτίνα

- Η λέιζερ ακτίνα που χρησιμοποιείται περισσότερο παράγει ακτίνα μήκους κύματος 1064 νανόμετρα. Η ακτίνα αυτή είναι κατάλληλη και χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της επιφάνειας του νερού. Ένα μέρος της ακτίνας αυτής δρομολογείται εντός κρυστάλλου με μη γραμμικές οπτικές ιδιότητες και διπλασιάζεται η συχνότητα της ακτίνας ώστε να παράγει ταυτόχρονα με την αρχική ακτίνα μια ακτίνα με μήκος κύματος  $1064/2$  ή 532 νανόμετρα που είναι η πράσινη ακτινοβολία. Οι ακτίνες αυτές διαμορφώνονται προσεκτικά ώστε να είναι ασφαλείς στα μάτια και η τυπική τους ενέργεια είναι γύρω στα 5 χιλιοστά του Joule. Η τυπική χρονική διάρκεια του παλμού είναι περίπου 7 νανοδευτερόλεπτα. Η ψηφιοποίηση του σήματος επιστροφής γίνεται με βηματισμό σε μονάδες χρόνου κάθε 1 έως 2 νανοδευτερόλεπτα.

# Περιορισμοί

- Ένας εμπειρικός κανόνας για τον προσδιορισμό του επιτρεπτού βάθους τοπογράφησης με λίνταρ είναι 2 έως τρεις φορές το βάθος του δίσκου Secchi. Να σημειωθεί ότι ο δίσκος Secchi είναι ένας ασπρόμαυρος δίσκος ο οποίος βυθίζεται στο νερό και μετράται το βάθος εντός του οποίου ο δίσκος είναι ορατός, το βάθος αυτό ονομάζεται *βάθος του δίσκου Secchi*. Ο δίσκος Secchi δεν είναι ο καλύτερος τρόπος πρόγνωσης για το βάθος τοπογράφησης διότι αυτή εξαρτάται από την απορροφητικότητα και τη σκέδαση του νερού στην ακτινοβολία. Εκεί που υπάρχει απορροφητικότητα ο συντελεστής είναι δύο ενώ εκεί που υπάρχει σκέδαση ο συντελεστής είναι τρία. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η απορροφητικότητα ή η σκέδαση του νερού εξαρτάται από το είδος και την ποσότητα των οργανικών και ανόργανων σωματιδίων που υπάρχουν στο νερό τα οποία ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή, την εποχή, την παλίρροια και τον καιρό. Ένας καλύτερος συντελεστής εκτίμησης του επιτρεπτού βάθους είναι ο συντελεστής K ο οποίος είναι ένας συντελεστής που δίνει την εξασθένηση της ακτινοβολίας λόγω διάχυσης και ο οποίος ταιριάζει καλύτερα στις οπτικές ιδιότητες της θάλασσας. Η διαδικασία υπολογισμού του K είναι πολύπλοκη (βλέπε Gordon 1975 & 1989) είναι όμως ένας εκθετικός συντελεστής και βασίζεται στο φαινόμενο της εξασθένησης της διείσδυσης του διανύσματος του πεδίου της προσπίπτουσας ακτινοβολίας με το βάθος.

# Υπάρχοντα συστήματα

- **LARSEN-500**, αναπτύχθηκε στον Καναδά τα μέσα της δεκαετίας του 1980, για λογαριασμό της Canadian Hydrographic Service για τη στήριξη βυθομετρικών αποστολών κοντά στον αρκτικό κύκλο. Είχε μεγάλη επιτυχία στις μετρήσεις και στη συνέχεια αναβαθμίσθηκε ώστε να κάνει βυθομετρήσεις σε όλο τον πλανήτη.
- **LADS (Laser Airborne Depth Sounder)**, Αναπτύχθηκε στην Αυστραλία από την εταιρεία BHP Engineering Pty Ltd., για λογαριασμό του υπουργείου Άμυνας. Σήμερα έχει αναβαθμισθεί σε **LADS Mark II**.
- **SCHOALS (Scanning Hydrographic Operational Airborne Lidar Survey)**, Αναπτύχθηκε από το υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ το 1980. Έκτοτε έχει κάνει βυθομετρήσεις σε χιλιάδες μίλια ακτών.
- **Hawk Eye**, Αναπτύχθηκε από το υπουργείο Άμυνας της Σουηδίας.

# Χαρτογραφία

- Η χαρτογραφία ορίζεται σαν η τέχνη, η επιστήμη και η τεχνολογία που ασχολείται με τη σύνταξη και κατασκευή χαρτών με αυξημένη αποδοτικότητα επικοινωνίας,
  - με την αποδοτική παρουσίαση πληροφορίας που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη γεωγραφική θέση, πάνω σε χαρτί, πλαστικό ή άλλη επιφάνεια όπως είναι η οθόνη του Η/Υ (δισδιάστατη ή τρισδιάστατη επιφάνεια).

# Είδη χαρτών

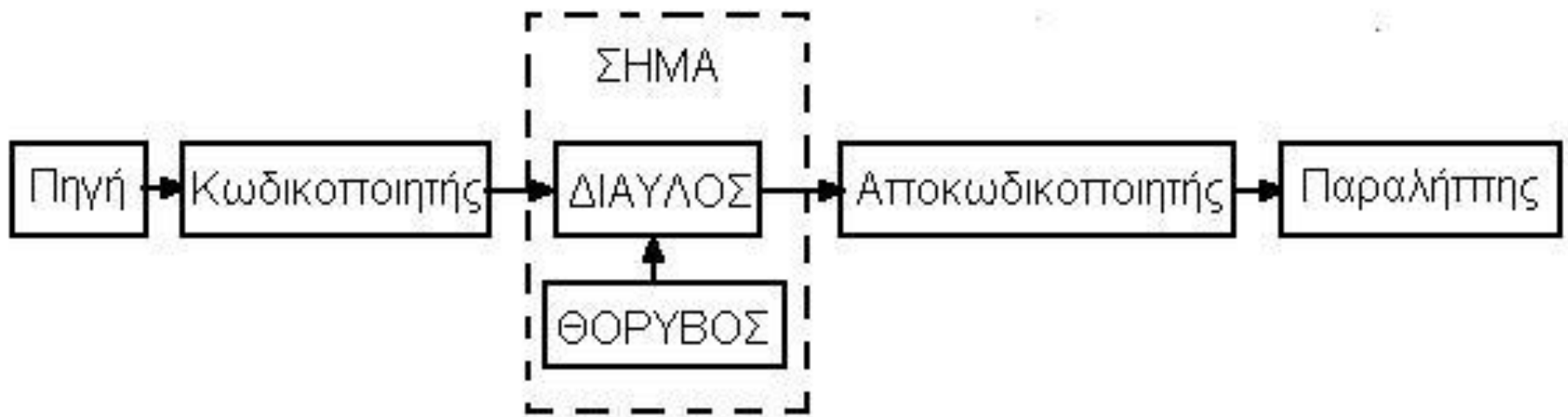
- Χάρτες γενικής χρήσης
  - ποικιλία φυσικών και τεχνητών χαρακτηριστικών
  - Επιτόπιες μετρήσεις, GPS, Φωτογραμμετρία, Τηλεπισκόπηση, Νέες Τεχνολογίες, κλπ.)
  - τοπογραφικοί χάρτες, οι υδρογραφικοί χάρτες, οι χάρτες της Στατιστικής Υπηρεσίας, κλπ
- Θεματικοί χάρτες
  - συγκεκριμένα θέματα με αυξημένη αποδοτικότητα επικοινωνίας.
  - ένα ή περισσότερα θέματα με αυξημένη αποδοτικότητα επικοινωνίας.
  - χάρτες των θερμοκρασιών, χάρτες της βροχόπτωσης, χάρτες πυκνότητας πληθυσμού, χάρτες ρύπανσης περιβάλλοντος, τουριστικοί χάρτες κλπ.
- Θεματικός χάρτης συμπεριλαμβάνει όλους τους χάρτες - γενικής χρήσης.

# Εξειδικευμένοι Ειδικοί χάρτες

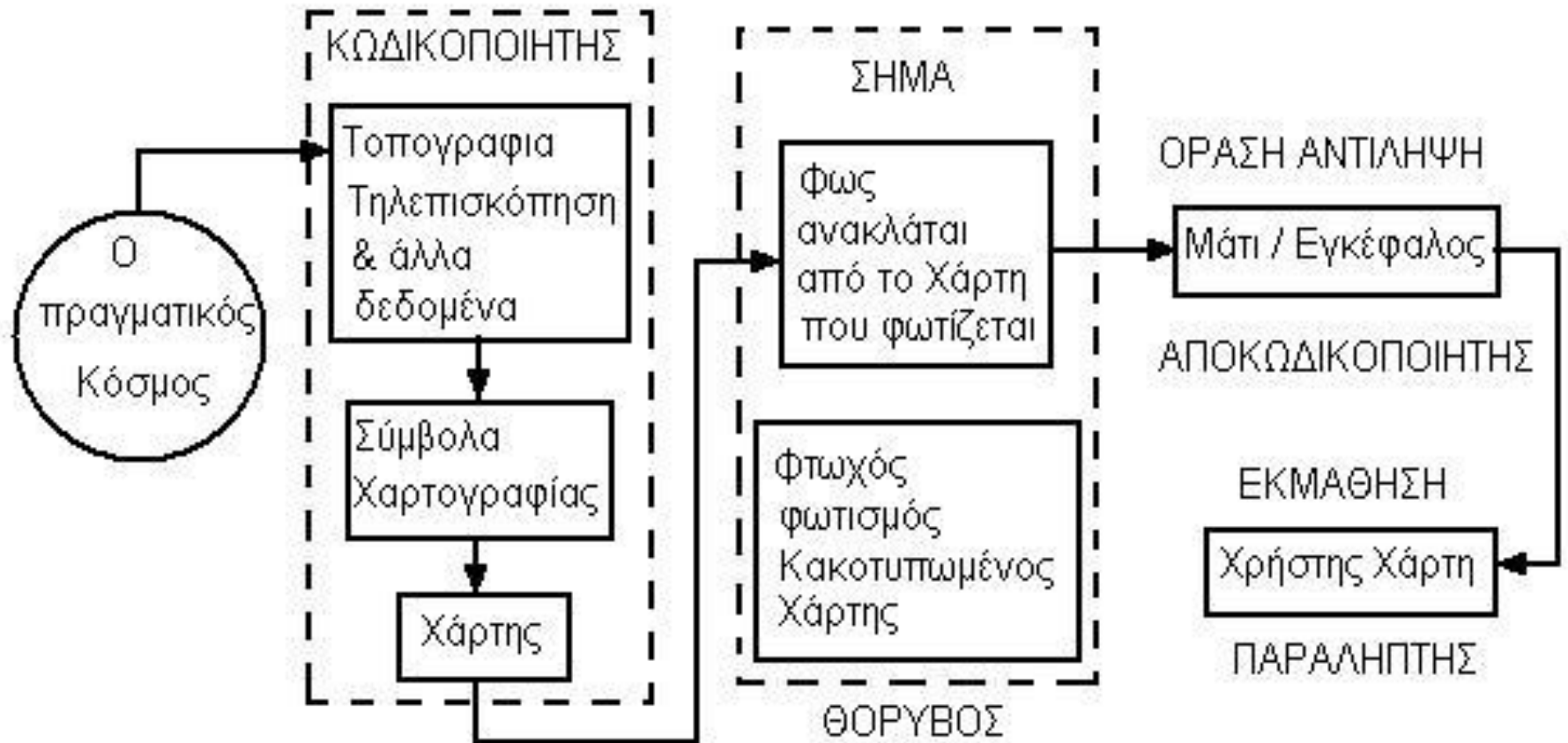
- Εξειδικευμένοι χάρτες
  - γεωλογικός χάρτης,
  - δασικός χάρτης,
  - υδρολογικός χάρτης κλπ.
  - χρησιμοποιούν γεωμετρικό υπόβαθρο τη μεταποίηση των δεδομένων βασικού χάρτη (χάρτη γενικής χρήσης, χάρτη υποδομής) ώστε να ορίζεται με ακρίβεια προδιαγραφών και σαφήνεια η γεωγραφική θέση της περιοχής που θα τοποθετηθεί η εξειδικευμένη ή θεματική πληροφορία.
- Ειδικοί χάρτες
  - άτομα με μειωμένη όραση,
  - ηλεκτρονικοί χάρτες πραγματικού χρόνου, κτλ.



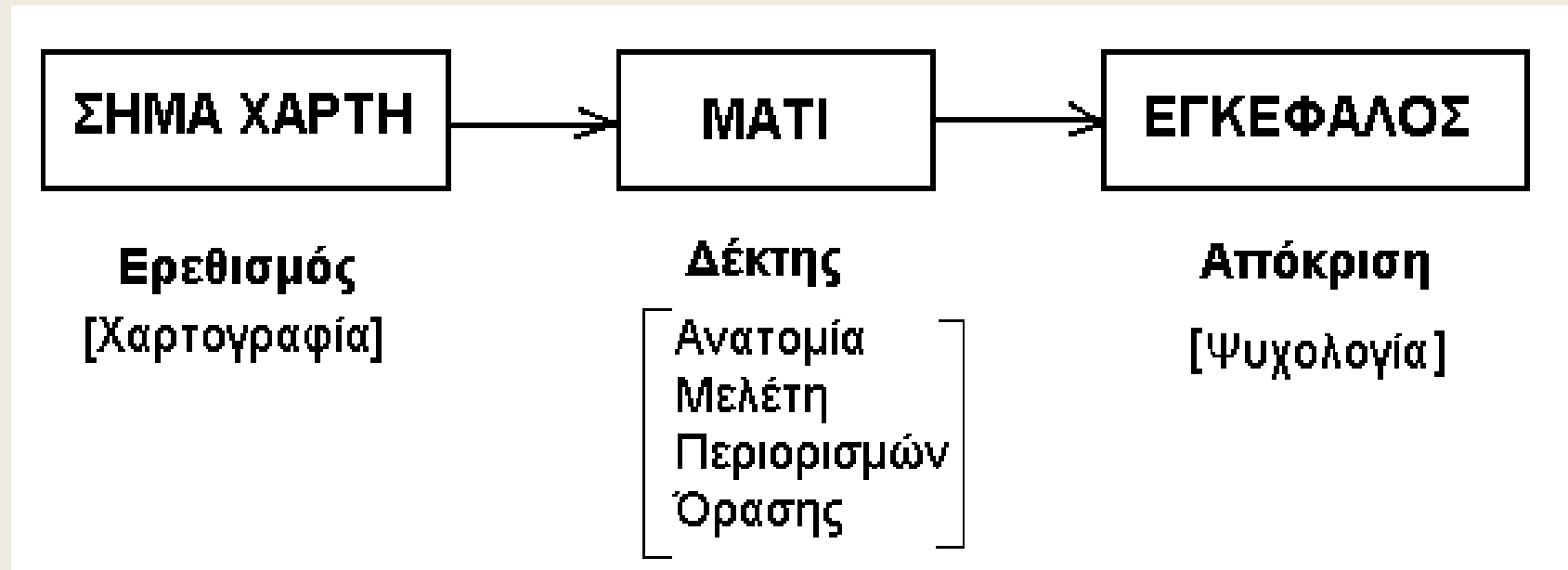
# Συστήματα επικοινωνίας



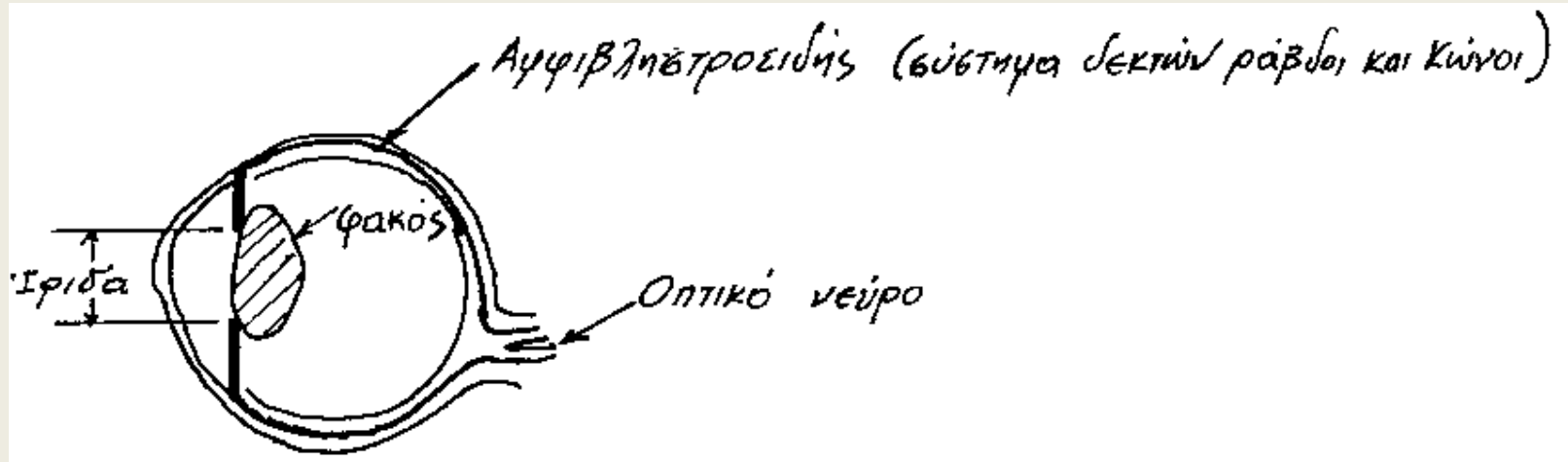
# Χαρτογραφικό σύστημα επικοινωνίας



# Ο μηχανισμός μάτι - εγκέφαλος



# Το ανθρώπινο μάτι



# Σχεδιασμός Χάρτη

- Ο σκοπός και χρήση του χάρτη
- Η κλίμακα του χάρτη
- Ο χρήστης του χάρτη
- Μέθοδος αναπαραγωγής
- Αυξημένη αποδοτικότητα επικοινωνίας
  - Καλλιτεχνικά σωστός
  - Να μεταβιβάζει πληροφορίες σωστά χωρίς να κουράζει
  - Να έχει προδιαγραφές ακρίβειας

# Χαρτογραφικά δεδομένα

- (α) *δεδομένα υποδομής ή γεωμετρικά δεδομένα ή χαρτογραφικά δεδομένα που*
  - τεχνητά και φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής - σαφής η γεωγραφική θέση
- (β) *θεματικά δεδομένα που αποτελούν την πληροφορία που πρόκειται να επικοινωνήσει στο χρήστη ο χάρτης.*
- Τα γεωμετρικά δεδομένα συλλέγονται
  - έμμεσα από υπάρχοντες χάρτες γενικής χρήσης
  - άμεσα από τοπογραφικές, φωτογραμμετρικές, και άλλες επιτόπιες μετρήσεις.
- *χωρικά δεδομένα (spatial data) - γεωχωρικά δεδομένα*
  - Θεματικά δεδομένα με δυνατότητα παρατήρησης και καταγραφής σε συγκεκριμένες γεωγραφικές θέσεις



# Γεωχωρικά δεδομένα

- ***"Τιμές από φαινόμενα του γεωγραφικού χώρου που κατανέμονται σε συγκεκριμένες γεωγραφικές θέσεις και έχουν την ικανότητα να παρουσιασθούν σε χάρτη"***.
- (α) *Σημειακά* δεδομένα όπως π.χ., η πόλη, το χωριό, ένα μεμονωμένο υψόμετρο κλπ. Τα σημειακά δεδομένα είναι χωρίς διαστάσεις (δεν έχουν διαστάσεις μήκους, πλάτους, ύψους).
- (β) *Γραμμικά* δεδομένα όπως π.χ., δρόμοι, ποτάμια κλπ. έχουν μία διάσταση (μήκος).
- (γ) *Εκτατικά* δεδομένα όπως π.χ., λίμνες, δάση, νομοί, νέφος, κλπ. έχουν δύο διαστάσεις (έκταση).
- (δ) *Ογκομετρικά* δεδομένα όπως π.χ., ο πληθυσμός, όγκος βροχής, όγκος εκσκαφών κλπ. και έχουν τρεις διαστάσεις.

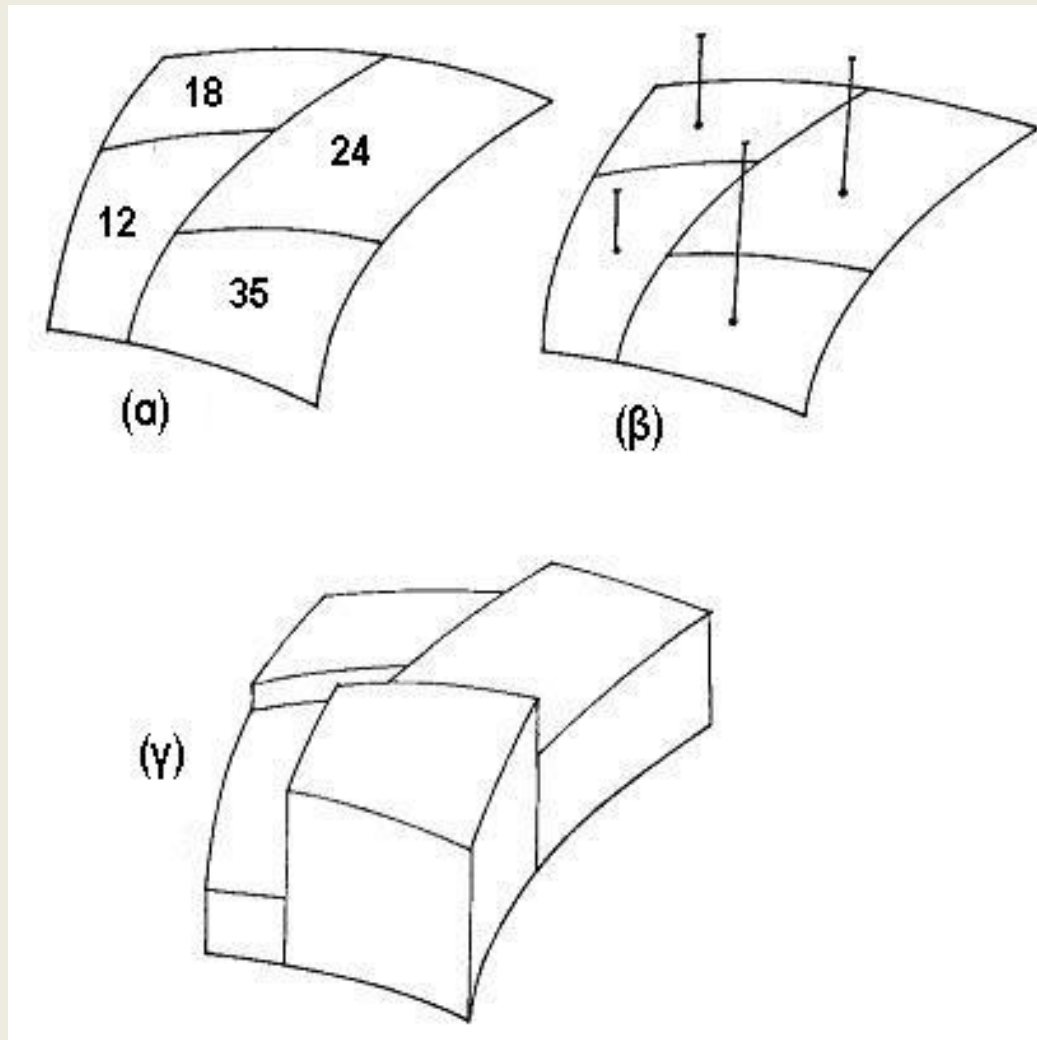
# Κλίμακες επιμέτρησης δεδομένων

- (α) Ποιοτική (*nominal*)
  - ποιοτικά κριτήρια χωρίς ποσοτικό προσδιορισμό ( πόλη, δρόμος, δάσος, κλπ.)
- (β) Ιεραρχική (*ordinal*)
  - Οι υποκατηγορίες δημιουργούνται με τη στοιχειώδη ποσοτική διαφοροποίηση: μικρό, μεσαίο, μεγάλο κλπ. χωρίς ακριβή προσδιορισμό της ποσότητας όπως π.χ. μικρή πόλη, μεσαία πόλη, μεγάλη πόλη.
- (γ) Ποσοτική κλίμακα (*interval measurement*)
  - προσδιορίζει με αριθμητική τιμή πόσο μία μέτρηση είναι διαφορετική (μεγαλύτερη, μικρότερη) σχετικά με μία άλλη χωρίς να εκφράζεται η ποσότητα από την απόλυτη αρχή των μετρήσεων - βαθμοί Κελσίου
- (δ) Αναλογική κλίμακα (*ratio measurement*).
  - απόλυτη αρχή των μετρήσεων - βαθμοί Κέλβιν.

# Κατανομή γεωχωρικών δεδομένων - Στατιστική επιφάνεια

*«Η επιφάνεια που παρουσιάζει δεδομένα σημειακά ή ογκομετρικά τα οποία έχουν μετρηθεί ή καταγραφεί σε συγκεκριμένες εκτάσεις, με γραμμικά ή εκτατικά σύμβολα».*

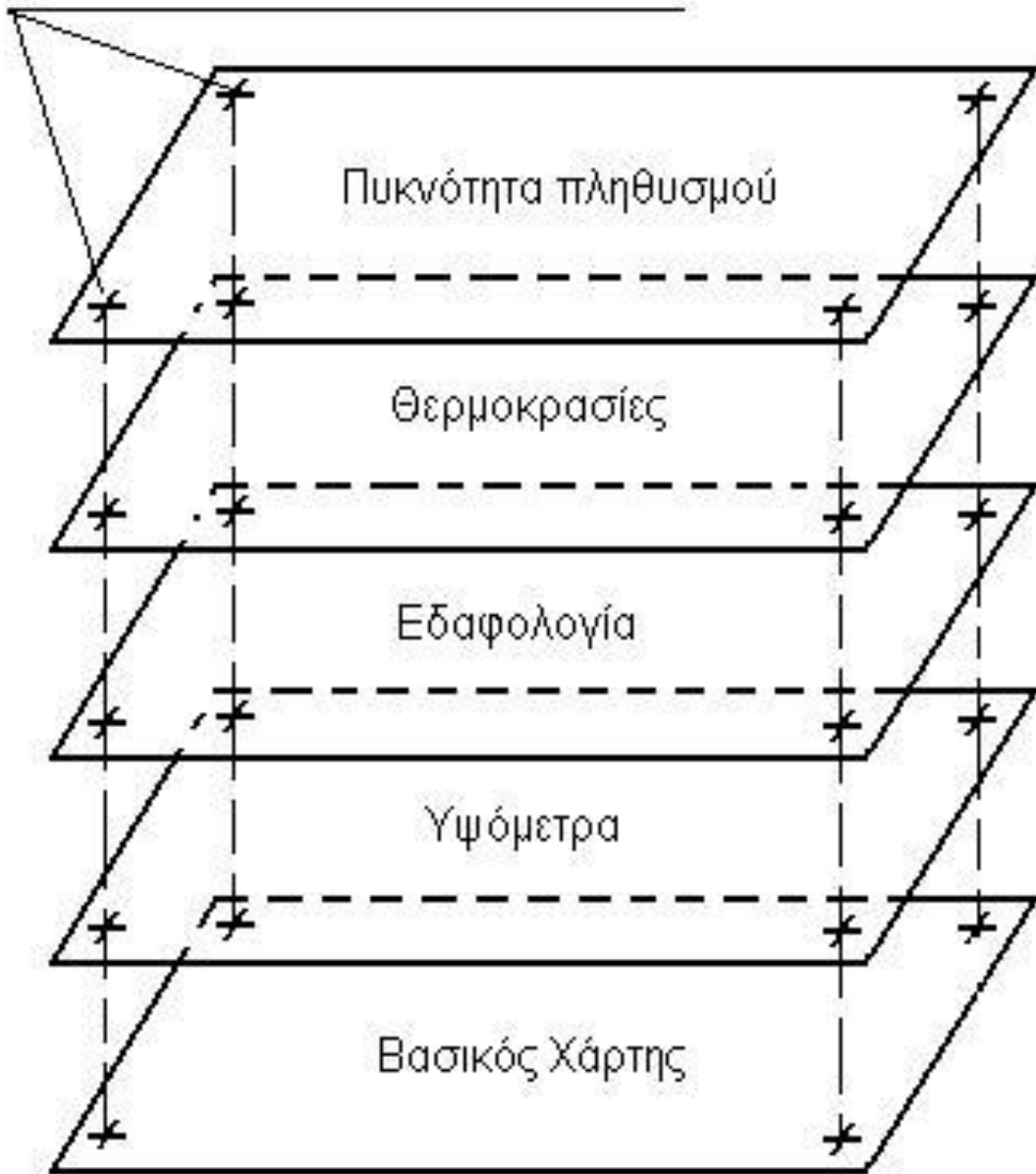
# Στατιστική επιφάνεια



# Ψηφιακή μορφή Χαρτογραφικών δεδομένων

- Ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτογραφικών δεδομένων (τυπωμένα σε χάρτη)
  - Σάρωση και μετατροπή σε ψηφιακή πλεγματική μορφή (Raster)
  - Ψηφιοποίηση (διανυσματικοποίηση) του χάρτη που γίνεται στην οθόνη του Η/Υ χειρονακτικά με το ποντίκι ή με αυτόματη αναγνώριση χαρακτηριστικών
  - Οπτική αναγνώριση χαρακτήρων εφόσον έχουμε δεδομένα σε μορφή κειμένου ή πινάκων.

Μάρκα εγγραφής επικάλυψης (Tic)



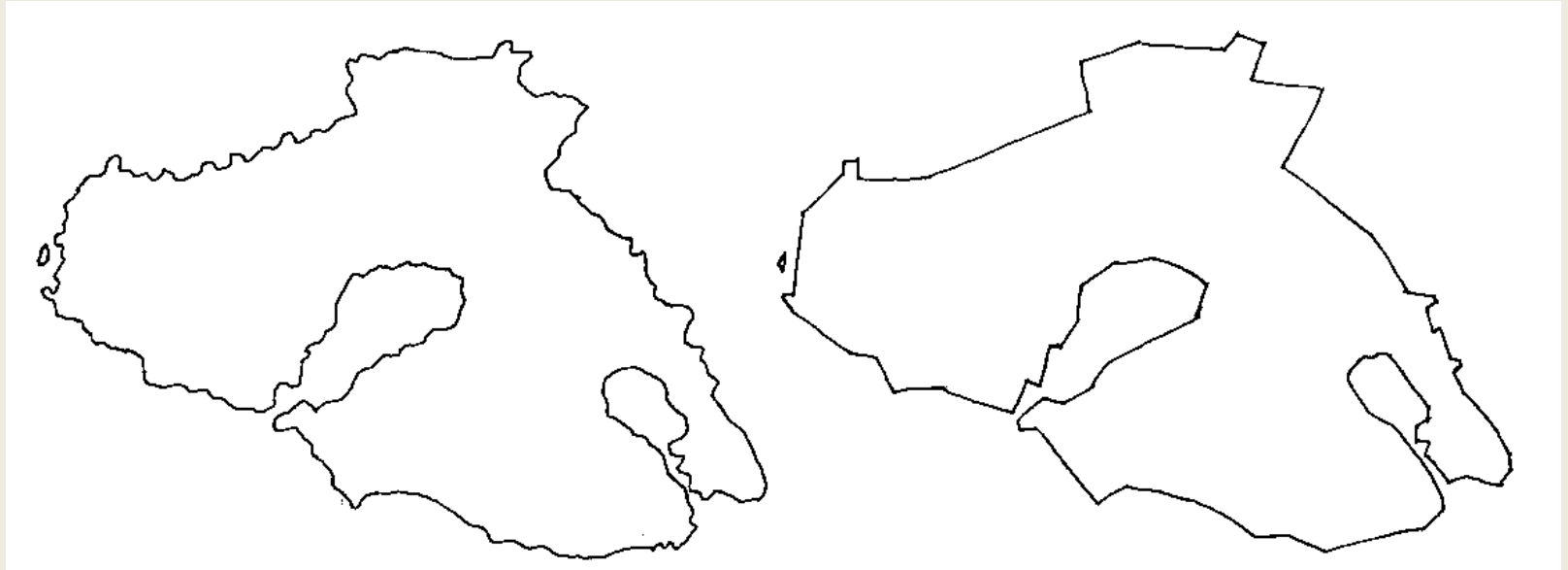
**Πληροφορία  
δοκιμίου σε  
επικαλυπτό-  
μενα επίπεδα  
με ίδιο  
σύστημα  
αναφοράς**



# Μεταποίηση (Γενίκευση) δεδομένων

- Η μεταποίηση δεδομένων (*generalization*) είναι απαραίτητη για την αύξηση της αποδοτικότητας της χαρτογραφικής επικοινωνίας και για να περιορισθούν οι ανεπιθύμητες συνέπειες της σμίκρυνσης.
- *Απλοποίηση*
- *Ταξινόμηση – ομαδοποίηση* → *Ισοδιάσταση*
- *Συμβολισμός*
- *Συμπερασματοποίηση – γαλάζιο* → *θάλασσα*

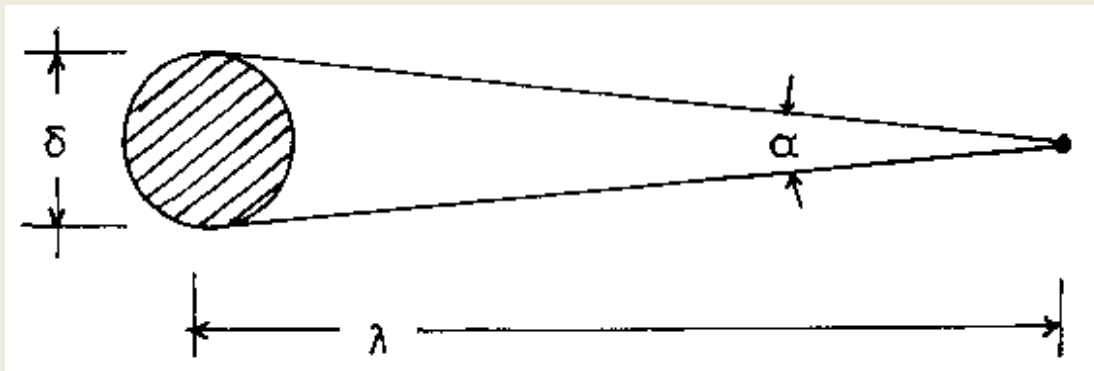
# Απλοποίηση



# Στοιχεία γραφικού σχεδιασμού

- (α) Ευκρίνεια και αξιοπιστία.
- (β) Οπτική αντίθεση.
- (γ) Ισορροπία.
- (δ) Εικόνα-φόντο.
- (ε) Ιεραρχημένη δομή.
- (στ) Χρώμα και γραμμοσκιά.
- (ζ) Γράμματα.

# Ευκρίνεια και αξιοπιστία

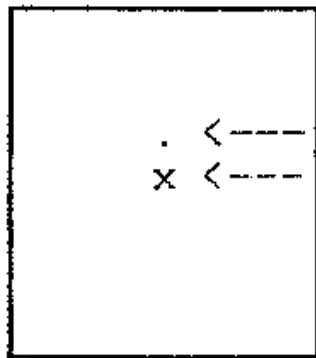


$$\delta = 2.\lambda.\varepsilon\phi\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

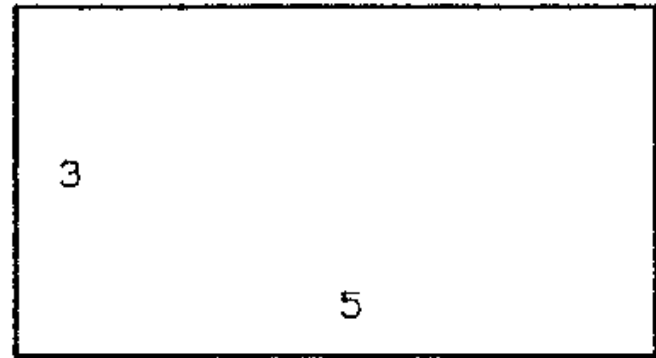
- Θεωρώντας σταθερή απόσταση ανάγνωσης  $\lambda = 25$  cm έχουμε:
- για  $\alpha = 1$  λεπτό  $\delta = 0.073$  mm ή 73 μικρά
- για  $\alpha = 2$  λεπτά  $\delta = 0.145$  mm ή 145 μικρά
- Ένα σημάδι στο χάρτη με μέγεθος 0.15 mm ή μεγαλύτερο είναι ευκρινές και αξιόπιστο.

# Ισορροπία

- ***"Η λογική εμφάνιση οπτικών συνιστωσών έτσι ώστε να μην ενοχλείται ο χρήστης",***
- Οπτικές συνιστώσες:
  - (α) Ξηρά – θάλασσα
  - (β) Τίτλοι – Τόξο Βορρά – μπάρα Κλίμακας
  - (γ) Υπόμνημα
  - (δ) Πλαίσια
  - (ε) Χρωματισμένες εκτάσεις, κλπ.



. <---- - Οπτικό κέντρο  
x <---- - Κέντρο χάρτη



- ο λόγος 5:3 είναι 1.666... περίπου ο αριθμός Φ
- Ο αριθμός Φ ορίζεται όταν ένα ευθύγραμμο τμήμα υποδιαιρεθεί σε δύο μέρη α και β έτσι ώστε:

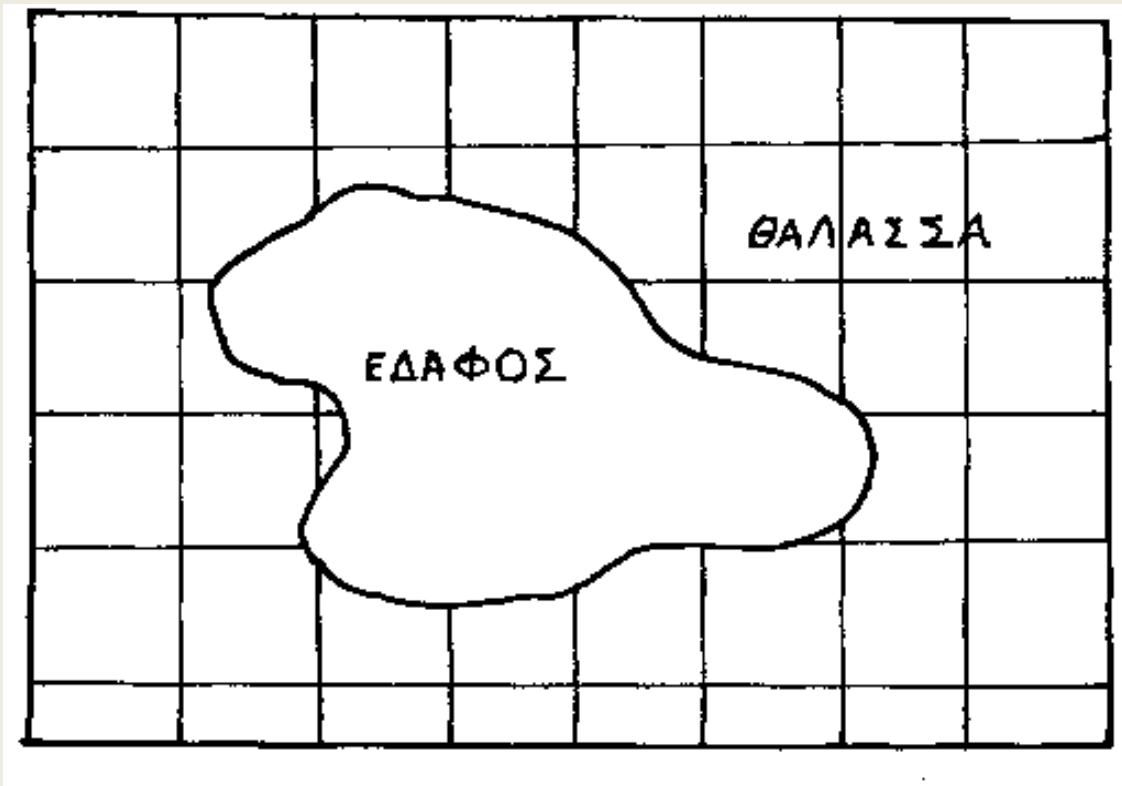
$$\frac{a}{\beta} = \frac{a}{a - \beta}$$

- αν  $a = \lambda \beta$ , τότε ο  $\lambda$  είναι ο αριθμός Φ και υπολογίζεται:
- $\lambda^2 - \lambda - 1 = 0$
- οπότε λαμβάνεται:

$$\lambda_1 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}, \quad \lambda_2 = \frac{1 - \sqrt{5}}{2}$$

- Οπότε:  $\lambda_1 = 1.61803398874989484820458683436564.....$
- και το αντίστροφο:  $1/\lambda_1 = 0.61803398874989484820458683436564.....$
- και η δεύτερη ρίζα:  $\lambda_2 = -0.61803398874989484820458683436564.....$
- και αντίστροφα:  $1/\lambda_2 = -1.61803398874989484820458683436564.....$

# Εικόνα και φόντο



- Διαχωρισμός με χρώμα, τόνο και υφή
- Κλειστοί σχηματισμοί
- Φωτεινότητα
- Καμπύλες
- Διάρθρωση 4:1, 1.5:1

(Συνολική εκταση χαρτη) – (εκταση εικονας)  
(εκταση εικονας)



# Ιεράρχηση

- (α) Επεκτατική
  - δίκτυα γραμμών που έχουν μεταβλητή σημασία όπως: οι διάφορες κατηγορίες δρόμων, τα διάφορα επίπεδα της υδρογραφίας (ποτάμια, παραπόταμοι, χείμαρροι ξηροπόταμοι), οι διάφορες κατηγορίες σιδηροδρόμων, αερογραμμών κλπ.
- (β) Υποδιαίρετική ιεράρχηση.
  - Η δομή αυτή προσδιορίζει το επίπεδο σημαντικότητας διαφόρων εκτάσεων όπως:
    - Πόλη → Προάστια → Γειτονιές
    - Γη → Αγροτική | → Οπωροφόρα
    - | → Σιτηρά
    - |
    - | → Μη αγροτική | → Βοσκότοπος
    - | → Δάσος
- (γ) Στερεογραμμική – επίπεδα σημαντικότητας

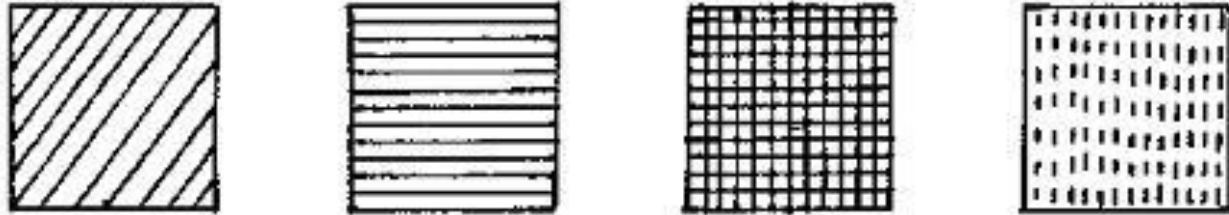
# Χρώμα και γραμμοσκιά

- (α) *Τόνος (Intensity ή value)*
  - ανοικτό ή σκούρο, λαμπερό ή σκοτεινό. Είναι η πιο σημαντική διάσταση στην χαρτογραφία.
- (β) *Απόχρωση (Hue)*
  - κυρίαρχο μήκος κύματος της ακτινοβολίας του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και μπορεί να είναι π.χ. μπλε, πράσινη, κόκκινη κλπ.
- (γ) *Καθαρότητα (saturation)*
  - Αναφέρεται στο κατά πόσο μια απόχρωση περιέχει και άλλες αποχρώσεις που την αποχρωματίζουν. Τέλειος αποχρωματισμός συμβαίνει όταν έχουμε το άσπρο χρώμα το οποίο περιέχει ταυτόχρονα πολλές αποχρώσεις. Η καθαρότητα είναι η ελάχιστη σημαντική διάσταση του χρώματος

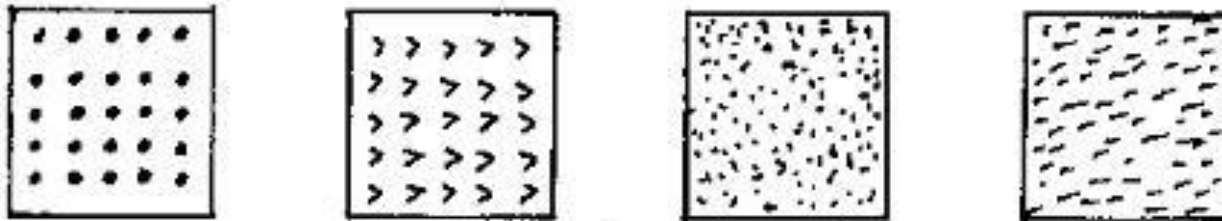
# Η γραμμοσκιά

- έχει διαστάσεις :
- (α) Υφή.
  - Προσδιορίζεται από τις αποστάσεις των γραμμών ή των σημείων.
- (β) Διαρρύθμιση.
  - Ορίζεται από τη διαρρύθμιση των σημείων ή γραμμών όπως: παράλληλες γραμμές, καρέ, διαρρύθμιση σε τετράγωνα ή ορθογώνια κλπ.
- (γ) Προσανατολισμός.
  - Ορίζεται από την τοποθέτηση της διαρρύθμισης σχετικά με τον παρατηρητή.
- (δ) Τόνος.
  - Ορίζεται από το ανοικτό ή σκούρο της κλίμακας του γκριζου.

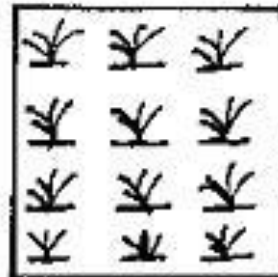
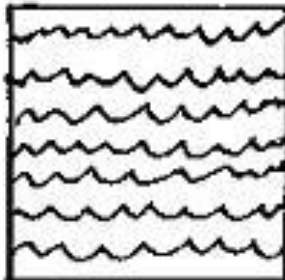
# γραμμοσκιά



(α) γραμμοσκιά με γραμμές



(β) γραμμοσκιά με σημεία



(γ) σύνθετη  
γραμμοσκιά

# Οι γραμματοσειρές







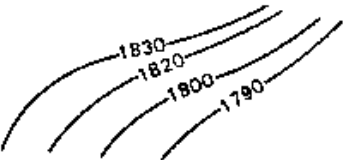


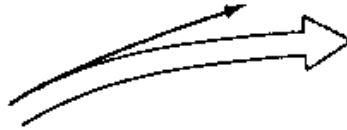
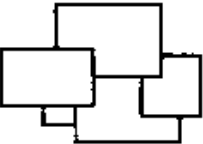
- παίζουν σημαντικό ρόλο στη χαρτογραφία.
  - πολλές ποικιλίες γραμματοσειρών
  - χαρακτηριστικά των γραμματοσειρών :
- (1) Στυλ: σχεδιασμός του χαρακτήρα, πάχος κλπ.
- (2) Φόρμα: Κεφαλαία, μικρά, κεκλιμένα, ορθά, συνδυασμός
- (3) Μέγεθος: να είναι ορατό και αναγνωρίσιμο
- (4) Αντίθεση: γράμμα-φόντο
- (5) Υλικό γράμματος: εκτυπωτής, αυτοκόλλητο, μηχανή, στοιχειοθεσία
- (6) Τοποθεσία του γράμματος: πού; πότε;
- (7) Σχέση με τη μέθοδο αναπαραγωγής: πρέσα, offset.

# τοποθέτηση γραμμάτων

- (α) Τα ονόματα να βρίσκονται εξ ολοκλήρου είτε στην ξηρά είτε στη θάλασσα.
- (β) Να συμμορφώνονται με τον προσανατολισμό του χάρτη.
- (γ) Να μη γράφονται σε καμπύλη γραμμή εκτός από τα ποτάμια.
- (δ) Τα ονόματα να έχουν ελάχιστα κενά.
- (ε) Όταν ένα όνομα συναντά δεδομένα να διακόπτονται τα δεδομένα.
- (στ) Να μη χρησιμοποιούνται τα γράμματα ανάποδα (άνω-κάτω).

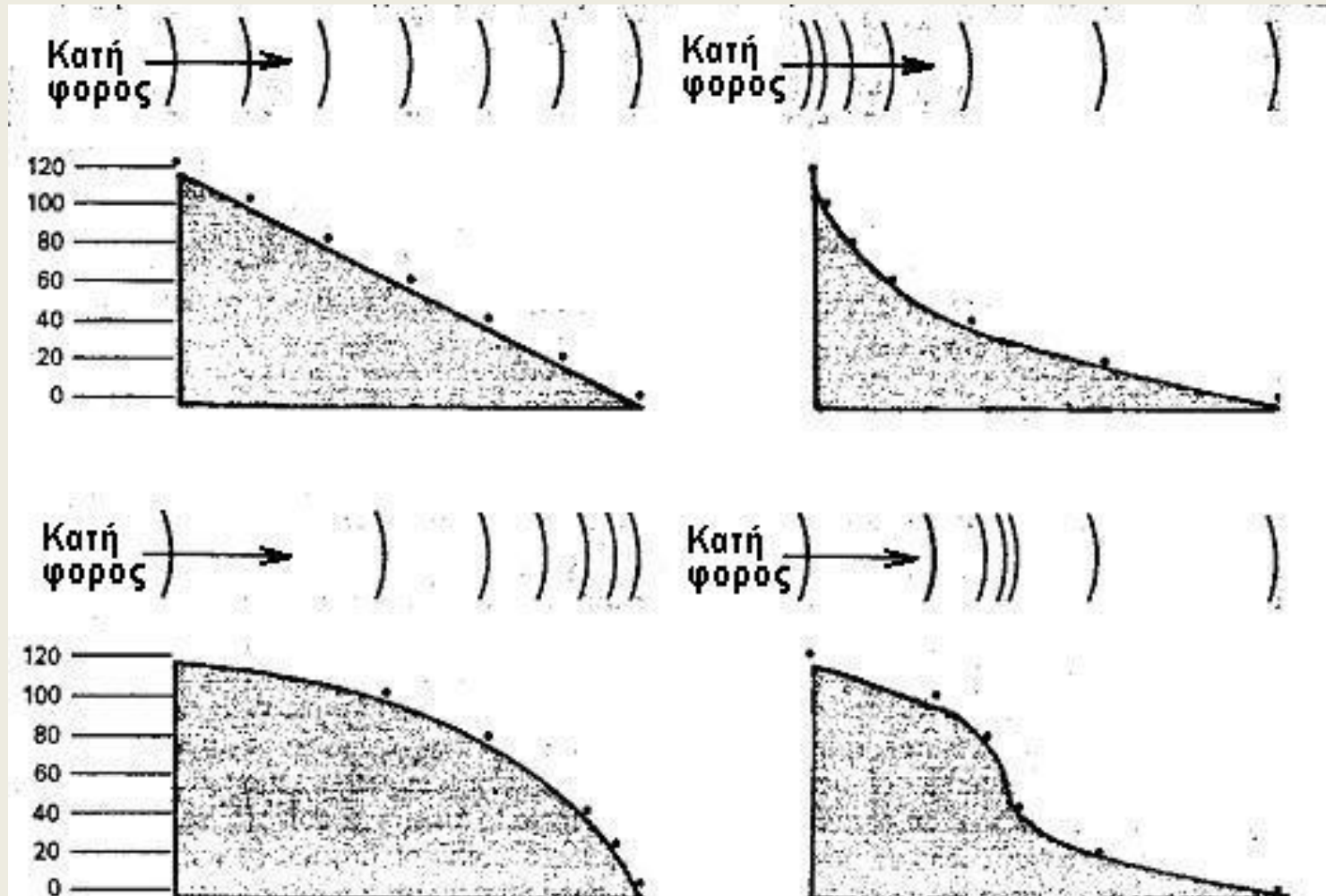
# Σύμβολα

	ΣΗΜΕΙΟ	ΓΡΑΜΜΗ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
<b>ΠΟΙΟΤΙΚΗ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πόλη</li> <li>✂ Ορυχείο</li> <li>✚ Εκκλησία</li> <li>BM X Υψομετρική αφαιτηρία</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Ποταμός</li> <li> Δρόμος</li> <li> Κάναβος</li> <li> Όριο</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Βάλτος</li> <li> Έρημος</li> <li> Δάσος</li> <li> Περιοχές απογραφής</li> </ul>
<b>ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>   μεγάλο</li> <li>   Μεσαίο</li> <li>   Μικρό</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ΔΡΟΜΟΙ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Διεθνής</li> <li> Εθνικός</li> <li> Επαρχιακός</li> <li> Κοινωτικός</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Μεγάλη βιομηχανική περιοχή</li> <li> Μικρή βιομηχανική περιοχή</li> </ul>
<b>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ</b>	<p style="text-align: center;"><b>ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ</b></p> <p> Κάθε κουκίδα παριστά 75 άτομα</p> <p style="text-align: center;"><b>ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ</b></p> <p>Μία διάσταση</p> <p> Στήλες</p> <p>Δύο διαστάσεις</p> <p> Κύκλοι, τετράγωνα, τρίγωνα κλπ.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ</b></p> <p> Ισαριθμητικές</p> <p style="text-align: center;"><b>ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ</b></p> <p> Χατσούρες</p> <p> Γραμμές ροής</p> <p> 1500 1000 500 0</p>	<p style="text-align: center;"><b>Πυκνότητα</b></p> <p> 40 30 20 10 0</p> <p style="text-align: center;"><b>Υψόμετρο</b></p> <p> 5000 2000 0</p>

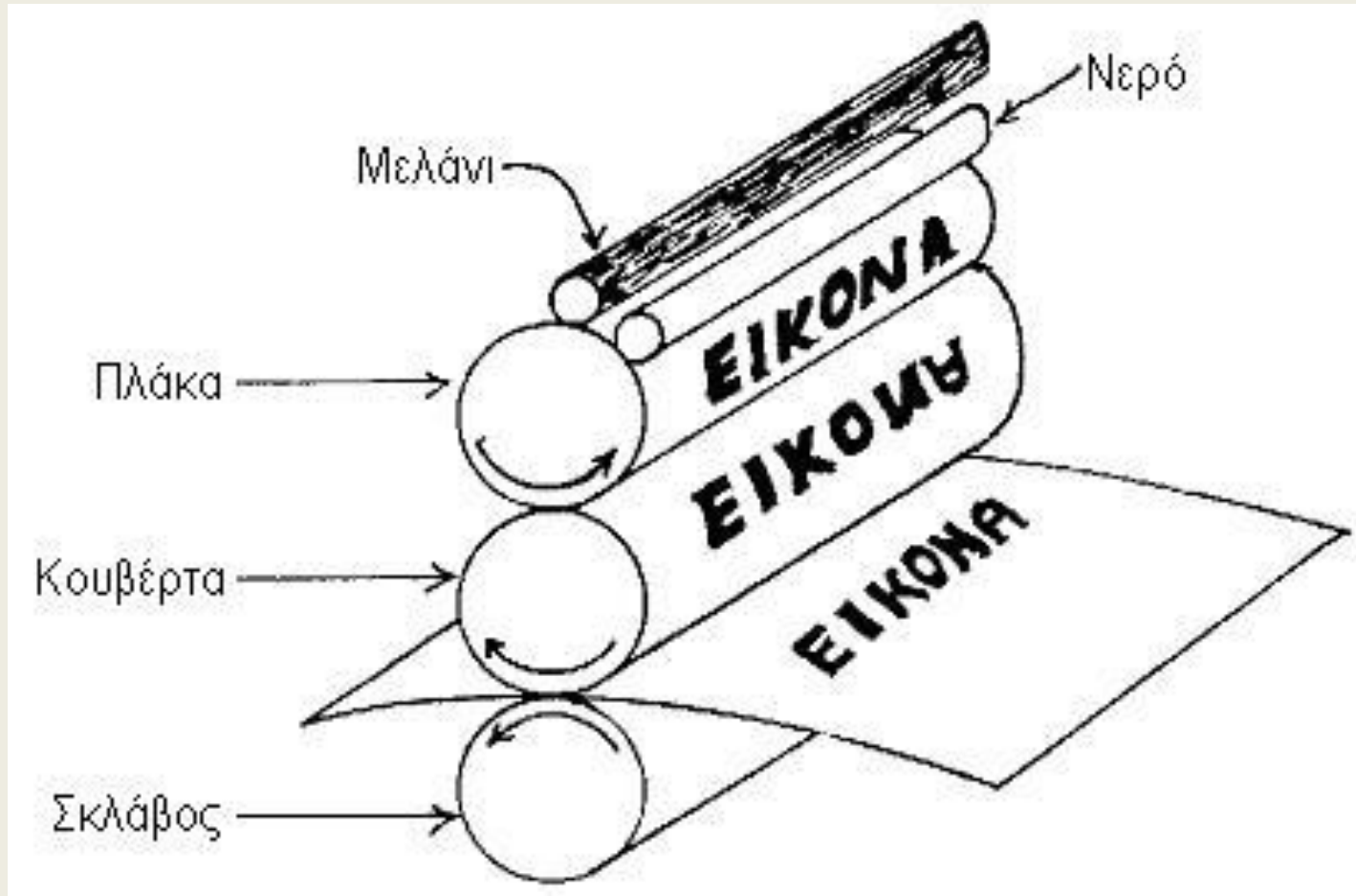
ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ (ΚΛΙΜΑΚΑ)	ΕΙΔΟΣ ΣΥΜΒΟΛΟΥ		
	ΣΗΜΕΙΟ	ΓΡΑΜΜΗ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ
<b>ΠΟΙΟΤΙΚΗ</b>	 <p>Τύποι σπιτιών</p>	 <p>Δρόμοι και σιδηρόδρομοι</p>	 <p>Καλλιεργημένες εκτάσεις</p>
<b>ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ</b>	 <p>Μικρό, Μεσαίο και Μεγάλο</p>	 <p>Δρόμοι ανάλογα με τον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας</p>	 <p>Εκτάσεις ανάλογα με την απόδοση της σοδιάς</p>
<b>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΜΗ ΑΠΟΛΥΤΗ</b>	<p>-72.                      -74</p> <p>                                 -78                      -69</p> <p>Θερμοκρασίες σε σημεία</p>	 <p>Επέκταση του πληθυσμού Δυτικά ανά έτος</p>	 <p>Ο σκούρος τόνος του γκριζιού μεταβάλλεται ανάλογα με το βαθμό</p>
<b>ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ</b>	 <p>Ο πληθυσμός πόλεως με διαβαθμισμένους κύλους ή άλλα σημειακά σύμβολα</p>	 <p>Διαβαθμισμένες γραμμές ροής για τις συναλλαγές αξιών</p>	 <p>Τιμή της πυκνότητας πληθυσμού ανα έκταση</p>

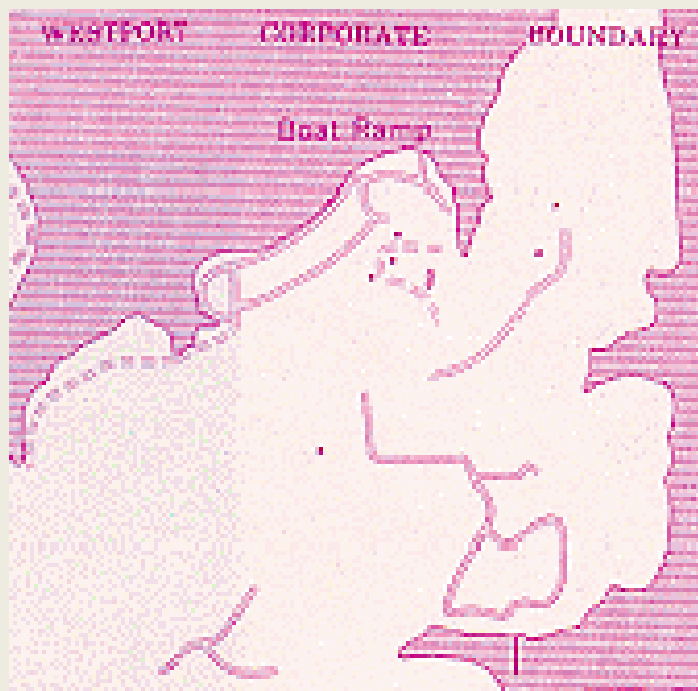
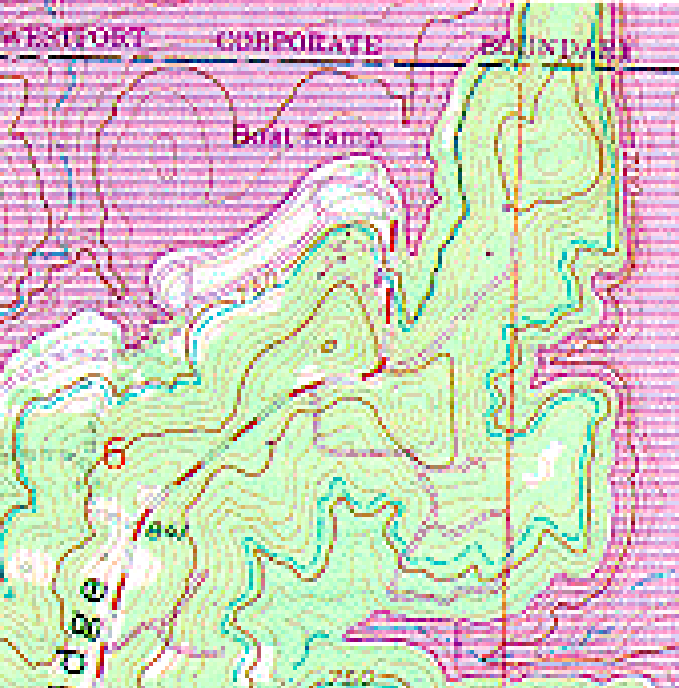


# Ισαριθμητικές



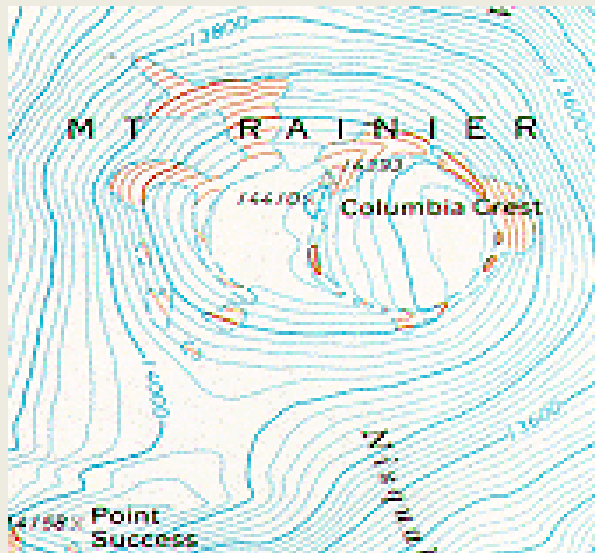
# Η αναπαραγωγή του χάρτη



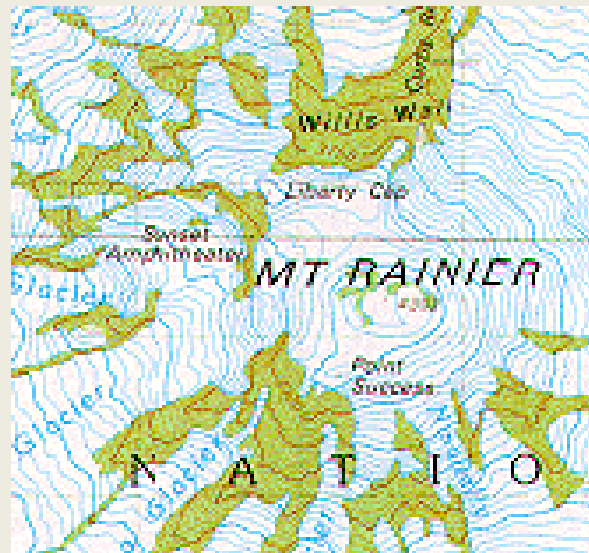


**Τρεις από τις πλάκες ενός τετράχρωμου χάρτη πάνω αριστερά από τη USGS**

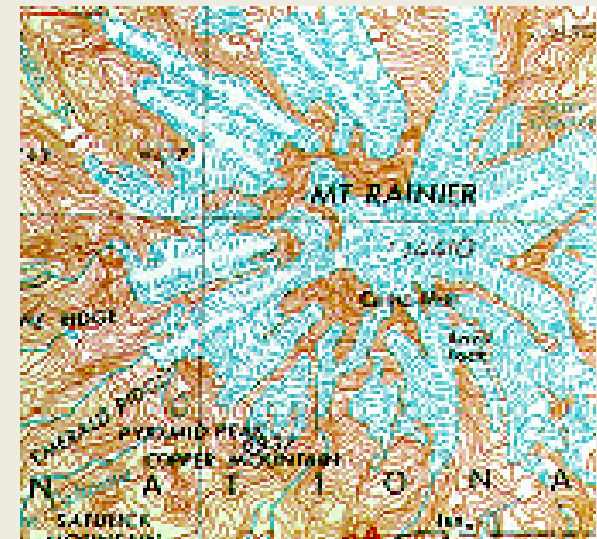
# Τρεις χάρτες της Υπηρεσία Χαρτογράφησης USGS ΗΠΑ



Κλίμακα 1:24,000

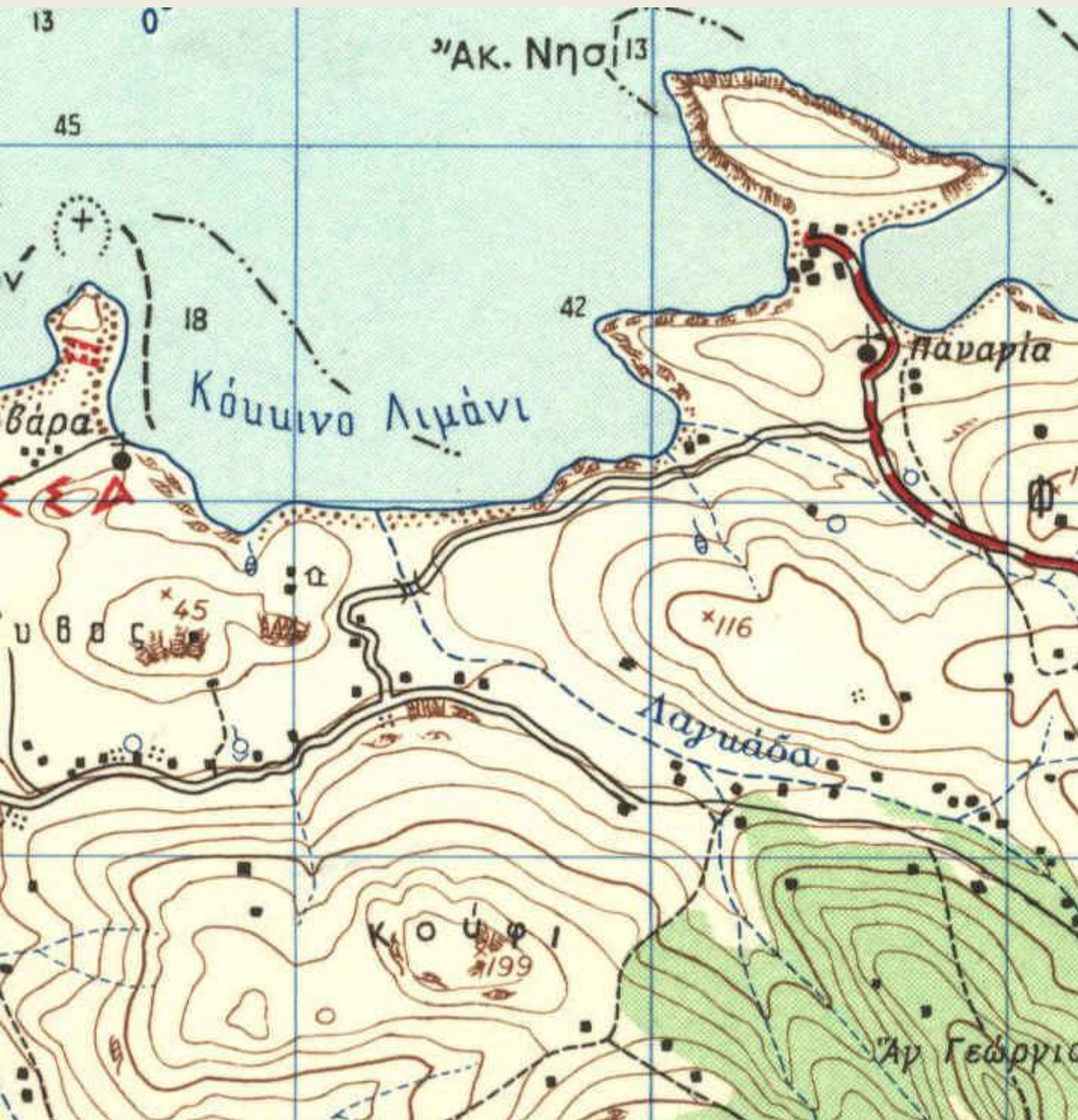


Κλίμακα 1:100,000



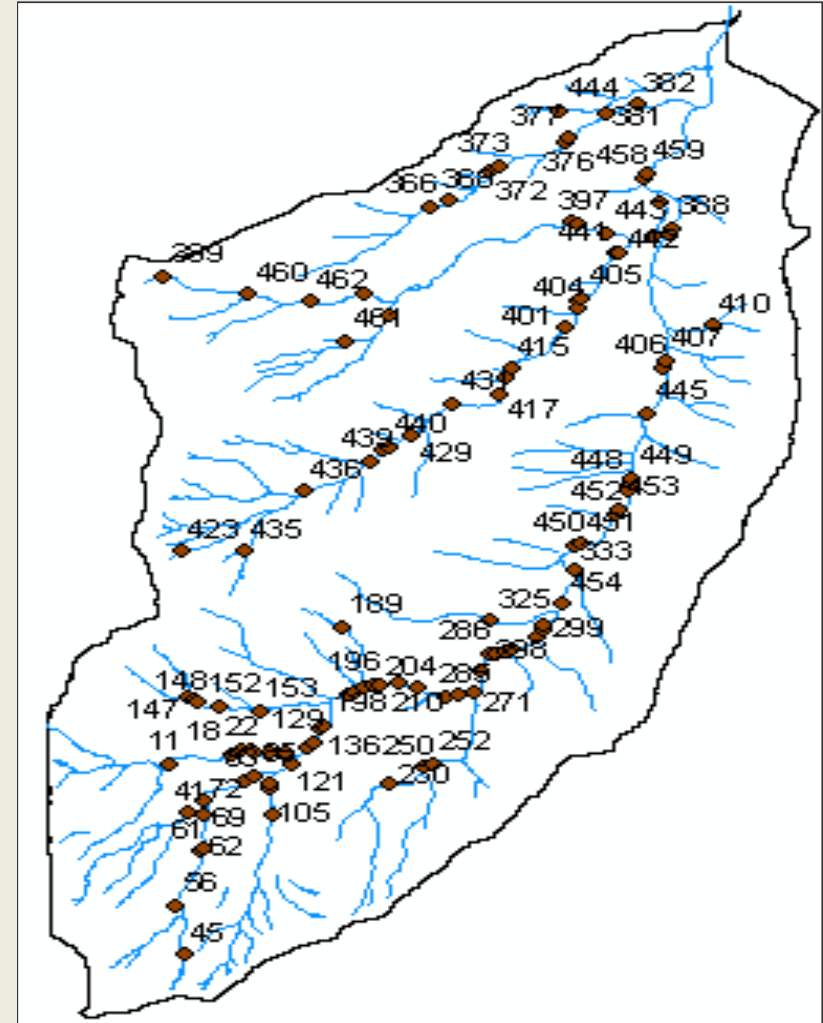
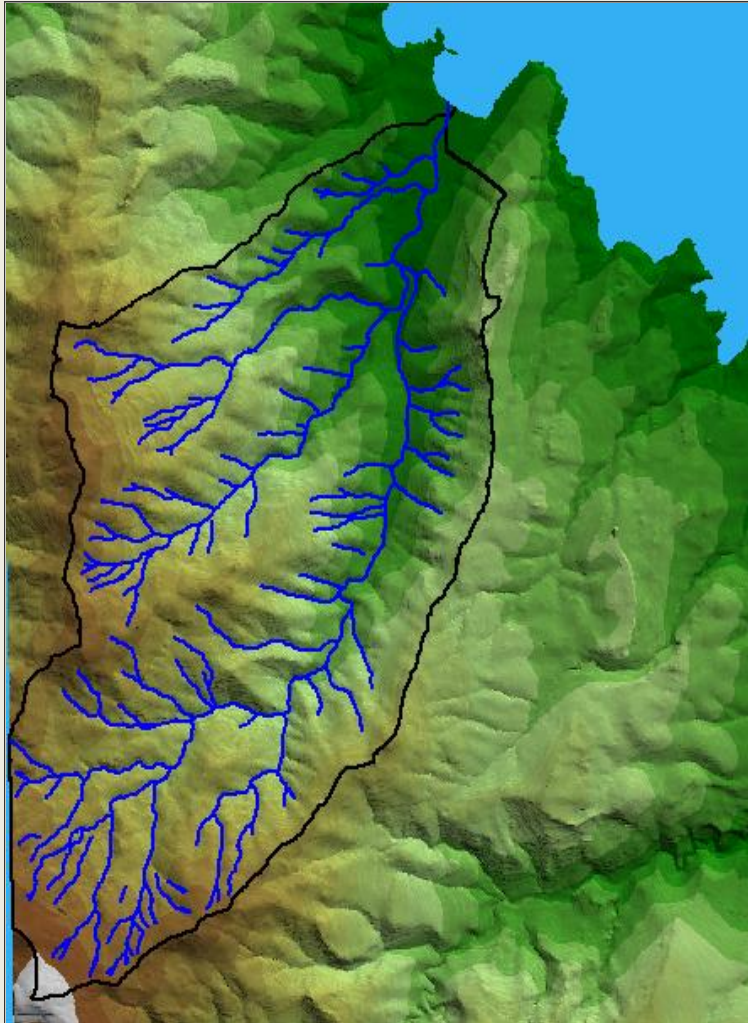
Κλίμακα 1:250,000





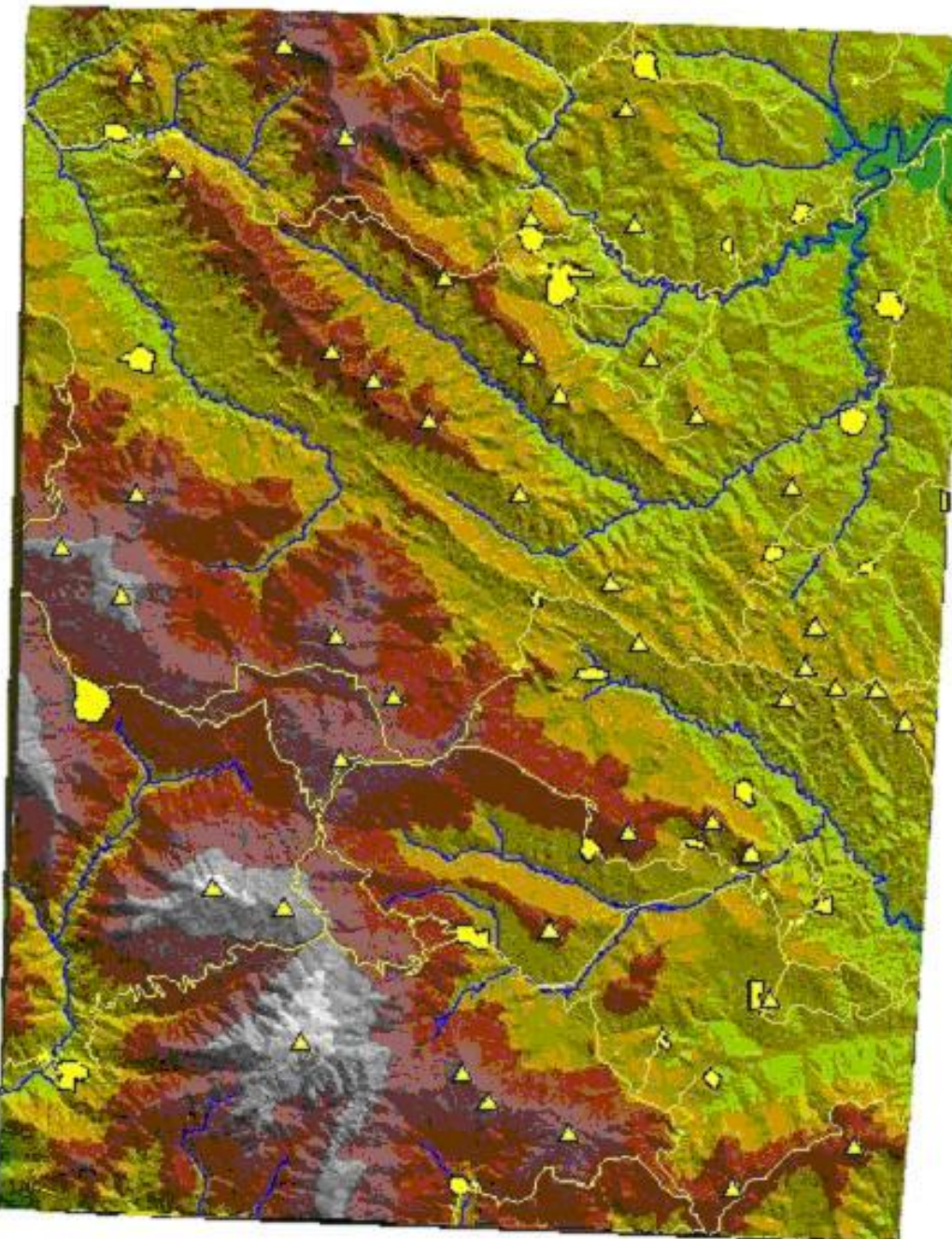
# Χάρτης της ΓΥΣ κλίμακας 1:50000

# Λεκάνη απορροής ΒΑ Νάξου














# Υψομετρικός Χάρτης Β. Πίνδου



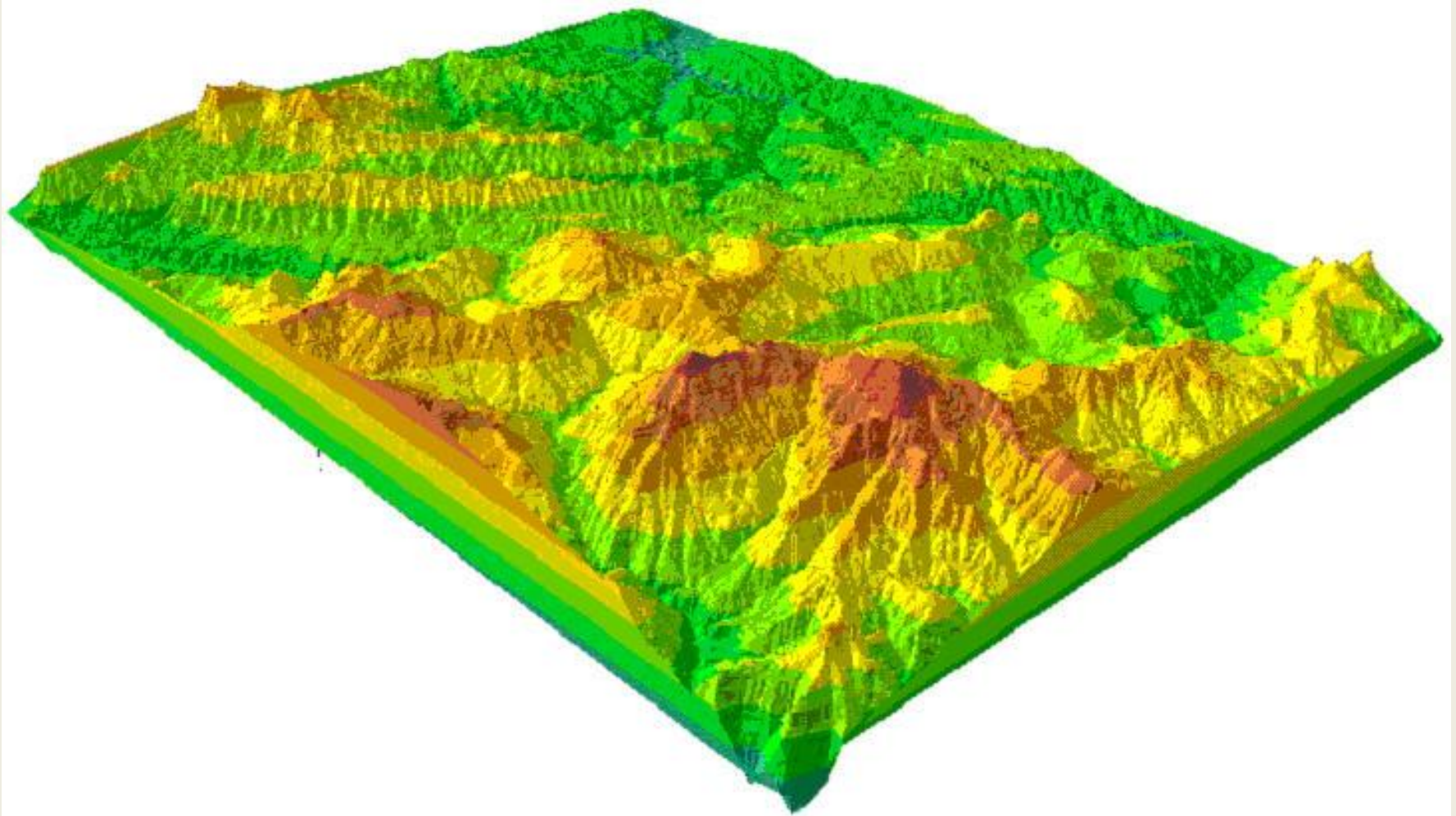
## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  Ποτάμια
-  Οδικό δίκτυο
-  Οικισμοί
-  Κορυφή βουνού

## Υψόμετρα

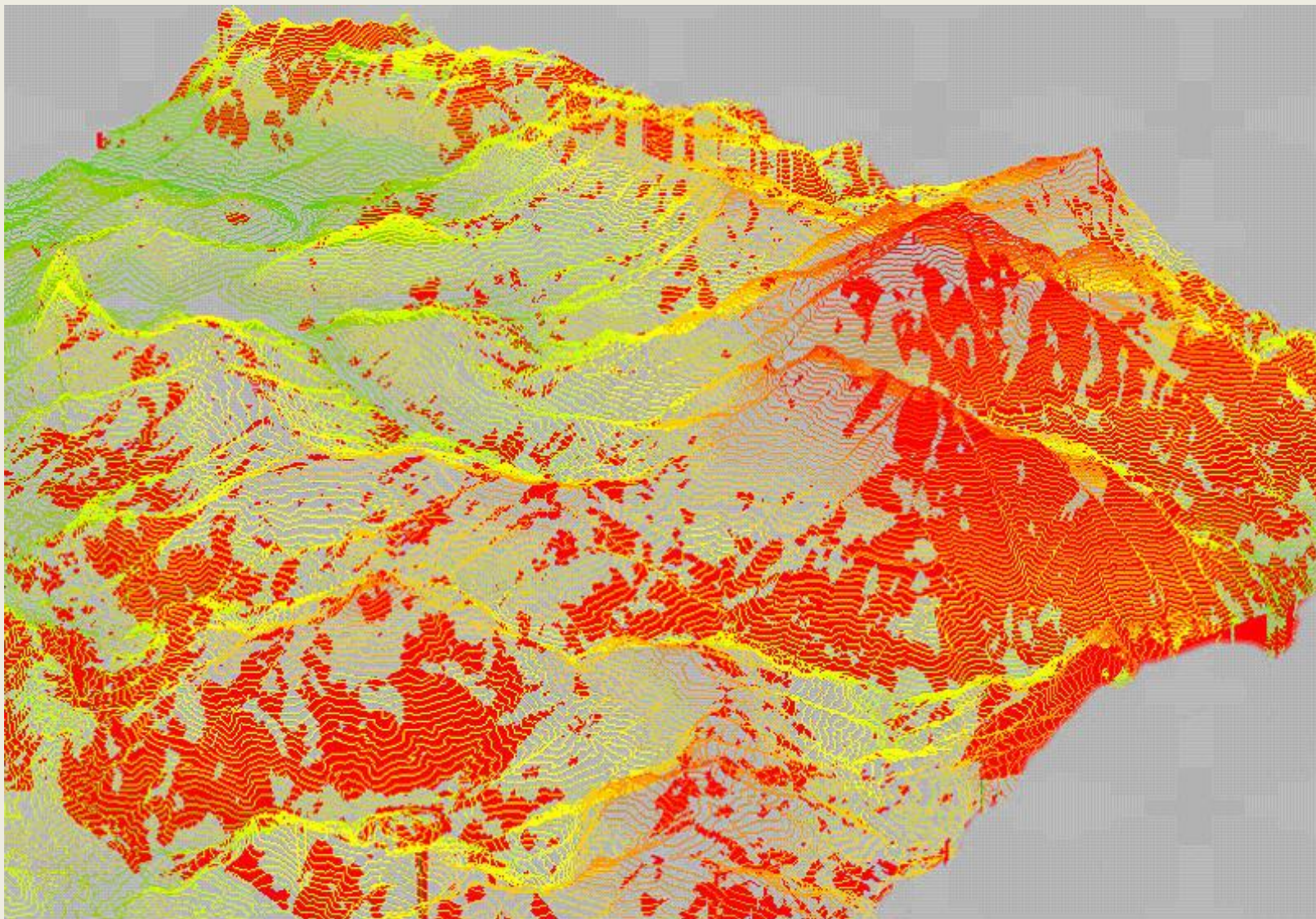
	1991.111 - 2240
	1742.222 - 1991.111
	1493.333 - 1742.222
	1244.444 - 1493.333
	995.556 - 1244.444
	746.667 - 995.556
	497.778 - 746.667
	248.889 - 497.778
	0 - 248.889

# Προοπτική παρουσίαση Β. Πίνδου



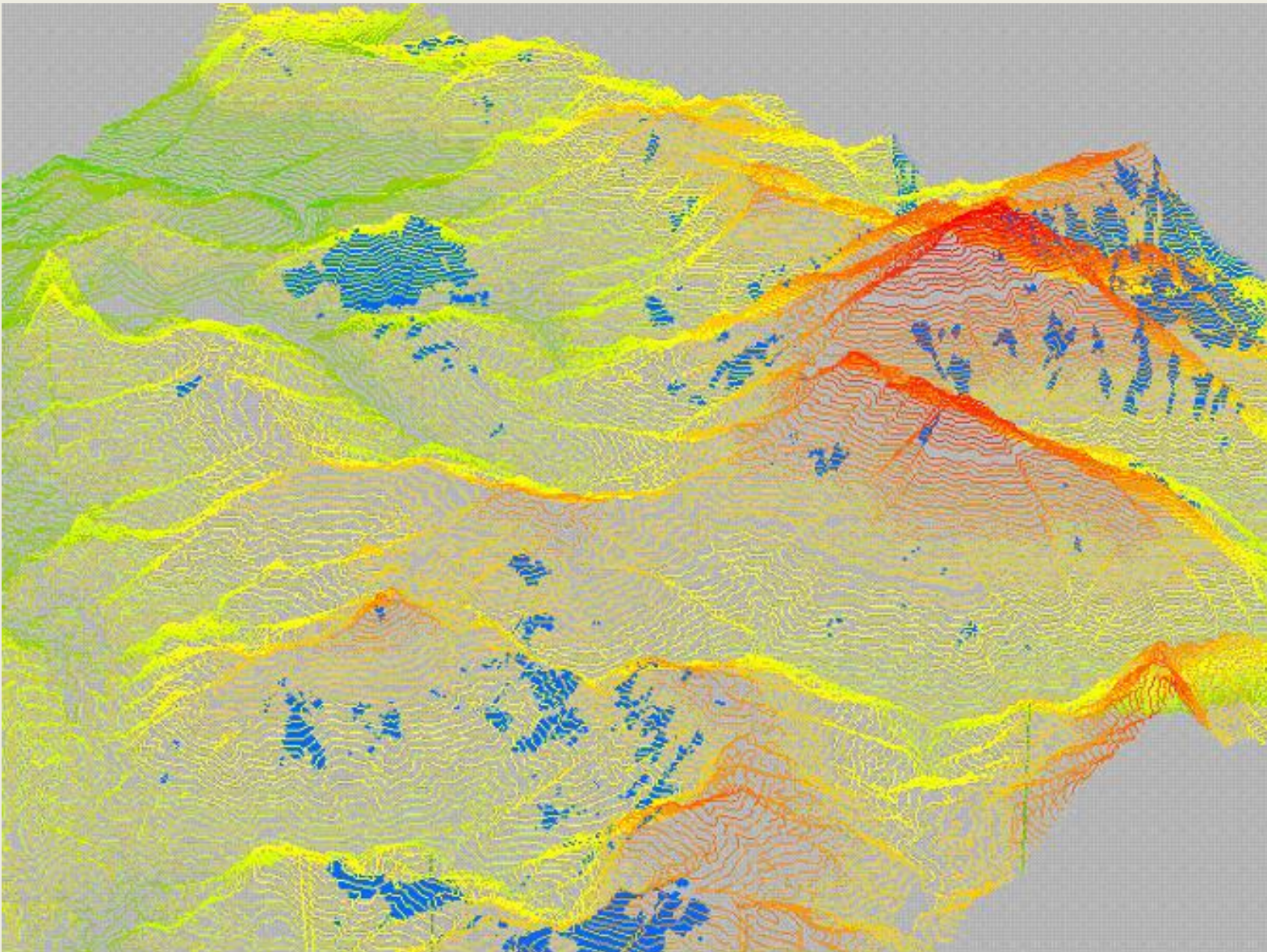


## Κόκκινο χρώμα - περιοχές με μαύρη πεύκη





# Γαλάζιο χρώμα περιοχές με λευκή πεύκη





# Χάρτης αποχετευτικού συστήματος Ελληνικής πόλης

