



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-01**

**Εισαγωγή στην τοπογραφία,  
προδιαγραφές ακρίβειας χάρτη Γεωμετρία  
συντεταγμένων CoGo (εμπροσθοτομία)**



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
ανάπτυξη στην κοινωνία της γνώσης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# 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.



# Περιγραφή μαθήματος

- **Εξάμηνο:** Γ
- **Υπεύθυνο Μέλος ΔΕΠ:**
  - καθηγητής Ιωάννης Ν. Χατζόπουλος
- **Διδάσκοντες:**
  - καθηγητής Ιωάννης Ν. Χατζόπουλος [ihatz@aegean.gr](mailto:ihatz@aegean.gr)
  - Δρ. Θέμης Κοντός [kontos@aegean.gr](mailto:kontos@aegean.gr)
- **Προαπαιτούμενα:** Πληροφορική

# Περιγραφή μαθήματος - συνέχεια

- **Θεωρία - Διαλέξεις (ώρες / εβδομάδα): 2.**
  - Υποχρεωτικές παρουσίες
- **Εργαστήρια (ώρες / εβδομάδα.): 4.**
  - Υποχρεωτικές παρουσίες. Για να θεωρηθεί κάποιος/α παρ-ών/ούσα στο εργαστήριο θα πρέπει να ολοκληρώσει την εργαστηριακή άσκηση μέχρι ενός ορισμένου σημείου που θα καθορισθεί από τον διδάσκοντα.
- **Σύνολο (ώρες / εβδομάδα): 6**
- **Διδακτικές Μονάδες: 4**
- **Βαθμολόγηση:** Βαθμός εργαστηρίου (30%),  
Βαθμός γραπτής τελικής εξέτασης (70%)
- **Βασικό Σύγγραμμα:** Χατζόπουλος, Ι. Ν., (2012), *Γεωχωροπληροφορική Τοπογραφία*, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, Θεσ/νίκη , 950 σελ.
- <http://www.tziola.gr/site/index.php/el/arxiki/mhxanikh/topography-xatzop-detail>
- **Υλικό υποστήριξης:**
  - Διαφάνειες.

# Περιγραφή Ύλης ανά εβδομάδα

Εβδομάδα	Ανάλυση Εργαστηρίου & Θεωρίας	Εργαστήριο -Παράδοση σε ηλεκτρονική μορφή
1	Εισαγωγή στην τοπογραφία, προδιαγραφές ακρίβειας χάρτη Γεωμετρία συντεταγμένων CoGo (εμπροσθοτομία)	Επεξεργασία στοιχείων πεδίου. Επίλυση εμπροσθοτομίας.
2	Γεωμετρία συντεταγμένων CoGo (όδευση, Ταχυμετρική αποτύπωση)	Διόρθωση και υπολογισμός όδευσης.
3	Σχεδιασμός και αναπαραγωγή θεματικού, τοπογραφικού και Υδρογραφικού χάρτη	Σχεδιασμός τοπογραφικού χάρτη.
4	Συστήματα αναφοράς, Προβολές	Σχεδιασμός υδρογραφικού χάρτη.
5	Ψηφιακός χάρτης	Ψηφιοποίηση τοπογραφικού χάρτη γεωαναφορά.

# Περιγραφή Ύλης ανά εβδομάδα - συνέχεια

6	Ψηφιακός χάρτης ΓΣΠ	Παρουσίαση τοπογραφικού χάρτη.
7	Ψηφιακά μοντέλα εδάφους	Δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους χάραξη ισοϋψών, προοπτικό.
8	Χαρτομετρία	Χάραξη ισοϋψών, προοπτικό.
9	Άλγεβρα χαρτών	Χαρτομετρία (προσδιορισμός συντεταγμένων, αποστάσεων, εμβαδών και όγκων από τοπογραφικό χάρτη).
10	Παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης GPS	Μετρήσεις με GPS
11	Εισαγωγή στην Φωτογραμμετρία	Φωτογραμμετρία
12	Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση	Τηλεπισκόπηση
13	Νέες τεχνολογίες	Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης & ΓΣΠ © copyright 2015 I. N. Χατζόπουλος

# Συμπληρωματική Βιβλιογραφία

- Hatzopoulos J. N., 2008, "Topographic Mapping: Covering the wider field of Geospatial Information Science & Technology (GIS&T)", ISBN 1-58112-988-6, Universal Publishers, 740 pp
- Charles D. Ghilani, Paul R. Wolf, 2008, "Elementary surveying: an introduction to geomatics", Prentice Hall.
- Menno-Jan, and Ferjan Ormeling. 2010. *Cartography, Visualization of Spatial Data*, The Guilford Press, New York
- David F. Maune, PhD, CP, Editor, Digital Elevation Model Technologies & Applications, 2nd Ed. ISBN 1-57083-082-7, Published by John Wiley & Sons, 2007



# Διαδικτυακές Πηγές

- U.S. Geological Survey, <http://www.usgs.gov/pubprod/>  
[http://webgis.wr.usgs.gov/globalgis/tutorials/what\\_is\\_gis.htm](http://webgis.wr.usgs.gov/globalgis/tutorials/what_is_gis.htm)
- <http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Reference%20surfaces/body.htm>
- <http://training.esri.com/gateway/index.cfm>
- <http://www.gisdevelopment.net/tutorials/index.htm>
- <http://www.precisionforestry.org>
- <http://www.umaine.edu/set/svt/>
- <https://engineering.purdue.edu/CE/Academics/Groups/Geomatics>
- <http://www.earsel.org/?target=earsel/earsel>
- <http://www.okxe.gr/>
- <http://www.gis2gps.com/GIS/wisconsin/wisconsin.html>

# Λογισμικά για τα εργαστήρια

- Θα χρησιμοποιείτε ελεύθερα ανοιχτού κώδικα λογισμικά τα οποία μπορείτε να εγκαταστήσετε στο δικό σας Η/Υ και να εκπονεείτε τις εργασίες σας στο δικό σας χώρο, όμως το μάθημα και τα εργαστήρια στη Μυτιλήνη θα βασίζονται στο ArcGis 10.
- Βασικό λογισμικό για τα εργαστήρια μέσω διαδικτύου θα είναι το Qgis και προαιρετικά το <Saga> .
- Οδηγίες για το κατέβασμα και εγκατάσταση του Qgis δίνονται πιο κάτω:

- Το ελεύθερο λογισμικό Qgis μπορείτε να εγκαταστήσετε σε δικό σας Η/Υ το οποίο με το σύστημα OSGeo4W περιέχει και το GRASS το οποίο έχει επεξεργασία εικόνας. Το Qgis έχει επίσης επεξεργασία εικόνας ιδιαίτερα τα πρόσθετα που μπορείτε να φορτώσετε.
- Από το δεσμό: <http://qgis.org/en/site/> να κατεβάσετε το λογισμικό για:

**QGIS-OSGeo4W-2.6.1-1-Setup-x86.exe** για 32-Μπιτ Η/Υ ~ 312 Mb.

**QGIS-OSGeo4W-2.6.1-1-Setup-x86\_64.exe** για 64-Μπιτ Η/Υ ~ 270 Mb

**Κατά την εγκατάσταση τσεκάρετε να κατέβουν και όλα τα δεδομένα.**

**North Carolina, Alaska, κλπ. Τα οποία αποθηκεύονται στη θέση:**

<Τα έγγραφα μου>, <GIS DataBase>

- Επίσης από την ιστοσελίδα: <http://qgis.org/en/docs/index.html> μπορείτε να κατεβάσετε όλα τα εγχειρίδια του συστήματος:

**QGIS-2.6-UserGuide-en.pdf, QGIS-2.6-QGISTrainingManual-en.pdf,  
QGIS-2.2-PyQGISDeveloperCookbook-en.pdf**

# Οδηγίες για τα εργαστήρια

- Όλα τα εργαστήρια θα τα υποβάλλετε σε ηλεκτρονική μορφή στο E-mail που θα σας δοθεί σε κάθε τμήμα.
- Προμηθευτείτε εξωτερικό τσιπάκι μνήμης USB (memory stick) τουλάχιστο 1Gb για να αποθηκεύσετε όλα τα εργαστήρια.
- Δημιουργείστε ένα υποκατάλογο για κάθε εργαστήριο <Lab-01>, <Lab-02>, κτλ.
- Η βαθμολογία των εργαστηρίων θα βασίζεται σε ατομική αναφορά που θα συντάξετε για κάθε εργαστήριο και θα περιέχει:
  - (α) Λογότυπο κλπ., Εργαστηρίου, Αριθ./τίτλο Εργαστηρίου, π.χ. Εργαστήριο 1.  
Τοπογραφικές μετρήσεις – Εμπροσθοτομία
  - (β) Το όνομά σας και τον αριθμό μητρώου σας.
  - (γ) Σύντομη περιγραφή των μεθόδων και των διαδικασιών που χρησιμοποιήσατε.
  - (δ) Αναλυτική παρουσίαση όλων των μετρήσεων, υπολογισμών και τελικών σας αποτελεσμάτων
  - (ε) Χρησιμοποιείτε όλες τις απαραίτητες βιβλιογραφικές αναφορές.
  - (στ) Σκαναρισμένα σχήματα και εικόνες <PrtScn> θα είναι σε σχετικά μικρή ανάλυση περίπου 150 dpi και θα χρησιμοποιήσετε συμπιεσμένο format, π.χ., .jpg ώστε να καταλαμβάνουν το δυνατόν μικρότερο χώρο (μικρότερο από 200Kb).

# Εισαγωγή στην τοπογραφία, προδιαγραφές ακρίβειας χάρτη Γεωμετρία συντεταγμένων CoGo (εμπροσθοτομία)

- **Η θεωρία περιλαμβάνει:**

- Εισαγωγικούς ορισμούς σε τοπογραφία και γεωδαισία, ιστορική αναδρομή.
- Προδιαγραφές χάρτη -οριζοντιογραφική και υψομετρική ακρίβεια και ο έλεγχος των προδιαγραφών.
- Ορισμοί τοπογραφίας: κατακόρυφος , σήμανση, επισήμανση, εξασφάλιση, κατεύθυνση, ευθυγραμμία, οριζόντιο επίπεδο.
- Αζιμούθιο, απόσταση, συντεταγμένες, 1<sup>ο</sup> Θεμελιώδες πρόβλημα, 2<sup>ο</sup> Θεμελιώδες πρόβλημα, αντίθετο αζιμούθιο.
- Εμπροσθοτομία, μετρήσεις με πυξίδα, μετρήσεις με κλισίμετρο. Υπολογισμός υψομέτρων από κατακόρυφη γωνία.

- **Το εργαστήριο περιλαμβάνει:**

- Επεξεργασία μετρήσεων πεδίου. Επίλυση εμπροσθοτομίας.

- **Λέξεις κλειδιά:**

- τοπογραφία, γεωδαισία, προδιαγραφές χάρτη, αζιμούθιο, απόσταση, συντεταγμένες, Θεμελιώδη προβλήματα, εμπροσθοτομία.

# Εισαγωγή στην τοπογραφία

- **Τοπογραφία:**

- *Η επιστήμη η τέχνη και η τεχνολογία που ασχολείται με τον προσδιορισμό της θέσης σημείων που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια της γης καθώς και με τον προσδιορισμό γεωμετρικών δομών που προκύπτουν από τα σημεία αυτά μαζί με ένα σύνολο στατικών και δυναμικών ιδιοτήτων που συνοδεύουν τις δομές αυτές.*

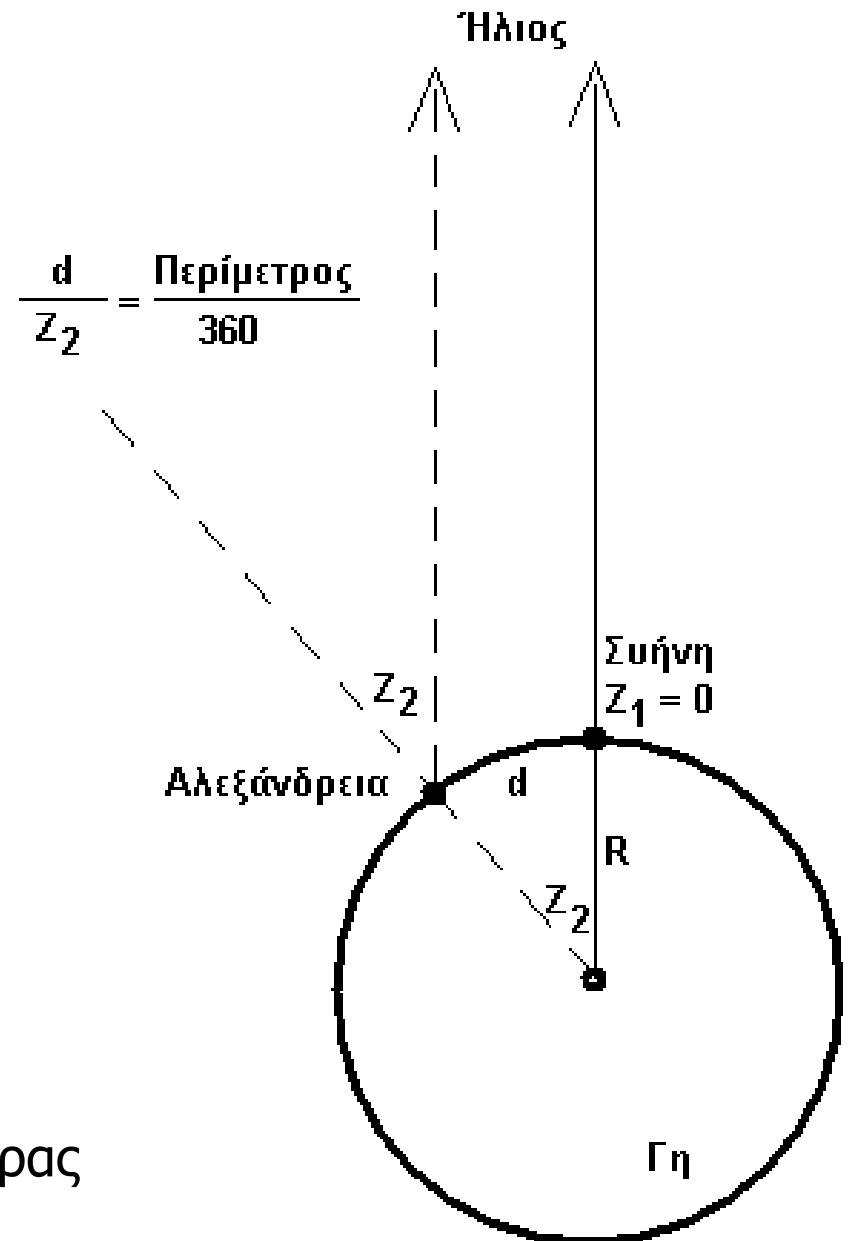
- **Γεωδαισία:**

- *ασχολείται με τον προσδιορισμό του σχήματος και του μεγέθους της επιφάνειας της γης ώστε να μπορέσει να αποτελέσει με τον τρόπο αυτό επιφάνεια αναφοράς για την τοπογραφία.*

# Ερατοσθένης



Ο Ερατοσθένης (274 – 196 π. Χ.) ο οποίος θεωρείται διεθνώς ως ο πατέρας της γεωδαισίας.



# Προδιαγραφές χάρτη - οριζοντιογραφική ακρίβεια

- $\sigma_{xy} = 0.3 \times K$  σε χιλιοστά
- όπου  $K$  είναι ο παρανομαστής κλίμακας.
  - Π. χ. για κλίμακα 1:500,  $K = 500$ .
- **Παράδειγμα:**
- Κλίμακα χάρτη 1:25000,  $\sigma_{xy} = 0.3 \times 25000 = 7500 \text{ mm} = 7.5 \text{ μέτρα}$ .
- Κλίμακα χάρτη 1:15000,  $\sigma_{xy} = 0.3 \times 15000 = 4500 \text{ mm} = 4.5 \text{ μέτρα}$ .
- $\sigma_{xy}$  για κλίμακα 1:25000 είναι 7.5 μέτρα, για κλίμακα 1:15000 είναι 4.5 για κλίμακα 1:200 είναι 0.06 μέτρα κ.ο.κ.
- Ο συντελεστής 0.3 γίνεται 0.4 για το εθνικό κτηματολόγιο και επίσης γίνεται 0.5 για προδιαγραφές ΗΠΑ.



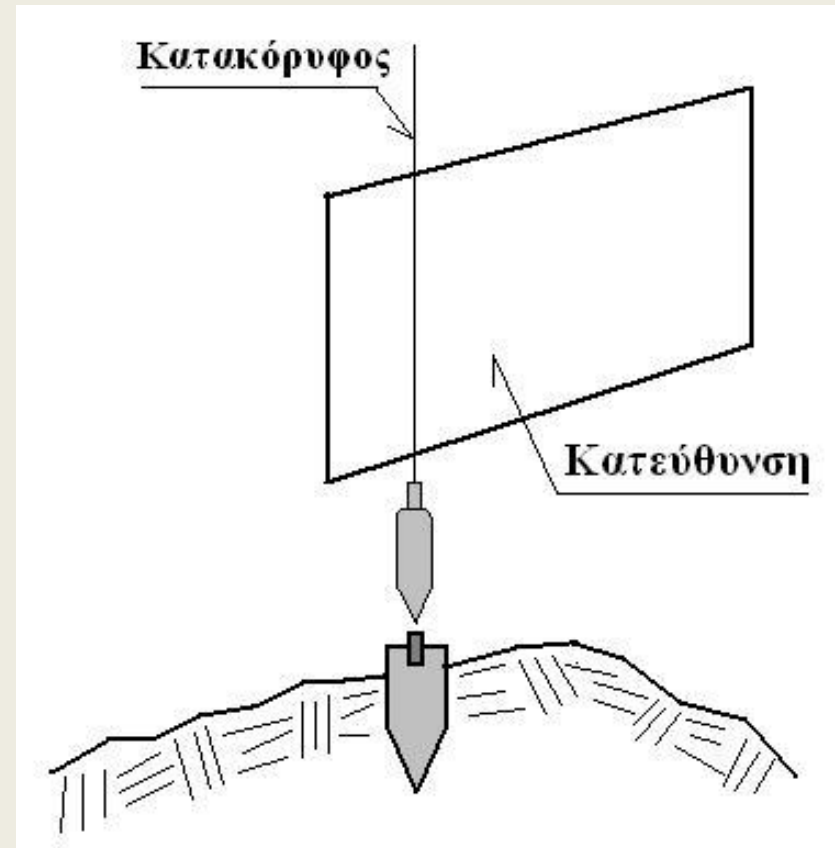
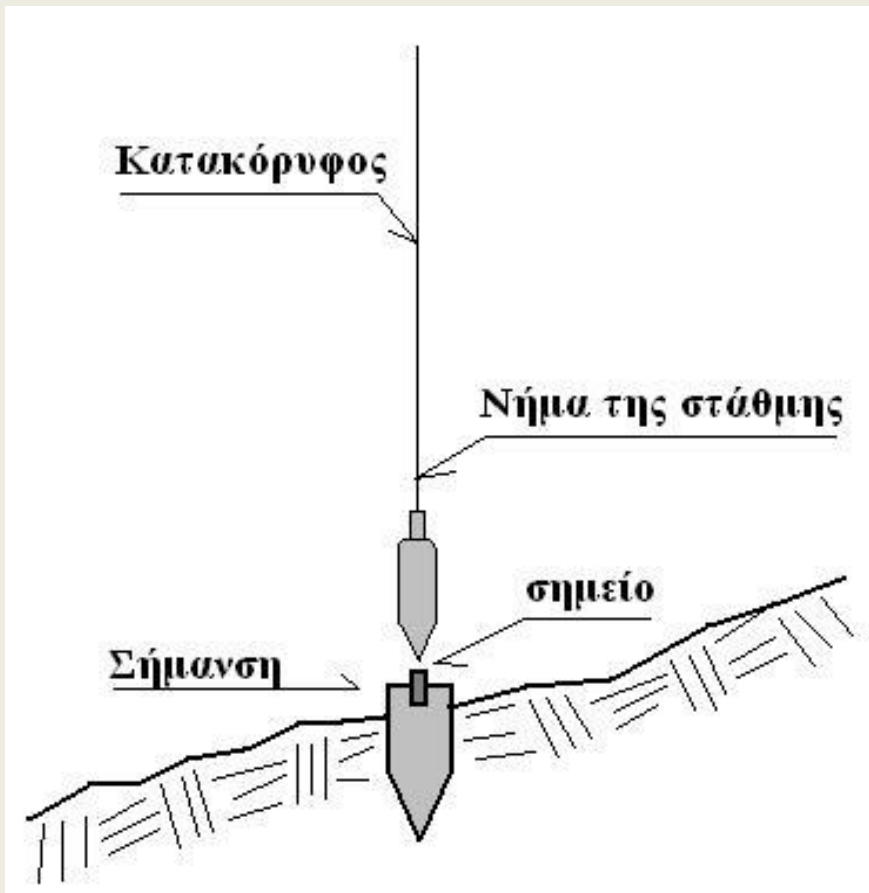
# Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται ο έλεγχος των προδιαγραφών

- Επιλέγεται ένας αριθμός  $n$  μηκών στο χάρτη  $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$  που μετρούνται με υποδεκάμετρο στο χάρτη και τα ίδια αυτά μήκη μετρούνται στο έδαφος σαν  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ . Δημιουργούνται οι διαφορές  $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$  όπου
- $v_i = s_i - d_i$
- Στη συνέχεια υπολογίζεται η ποσότητα:
- $$\sigma_{xy} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (s_i - d_i)^2}{n-1}}$$
- Θα πρέπει σύμφωνα με τις προδιαγραφές το 95% από τα  $n$  σημεία που μετρήθηκαν να δίνουν ένα σφάλμα  $\sigma_{xy}$  που υπολογίζεται από τον τύπο, να είναι μικρότερο ή ίσο με αυτό που υπολογίζεται από το  $\sigma_{xy} = 0.3 \times K$ .
- Αν αυτό δεν ισχύει, τότε ο χάρτης αυτός δεν πληρεί τις προδιαγραφές ακρίβειας.

# Προδιαγραφές χάρτη -υψομετρική ακρίβεια

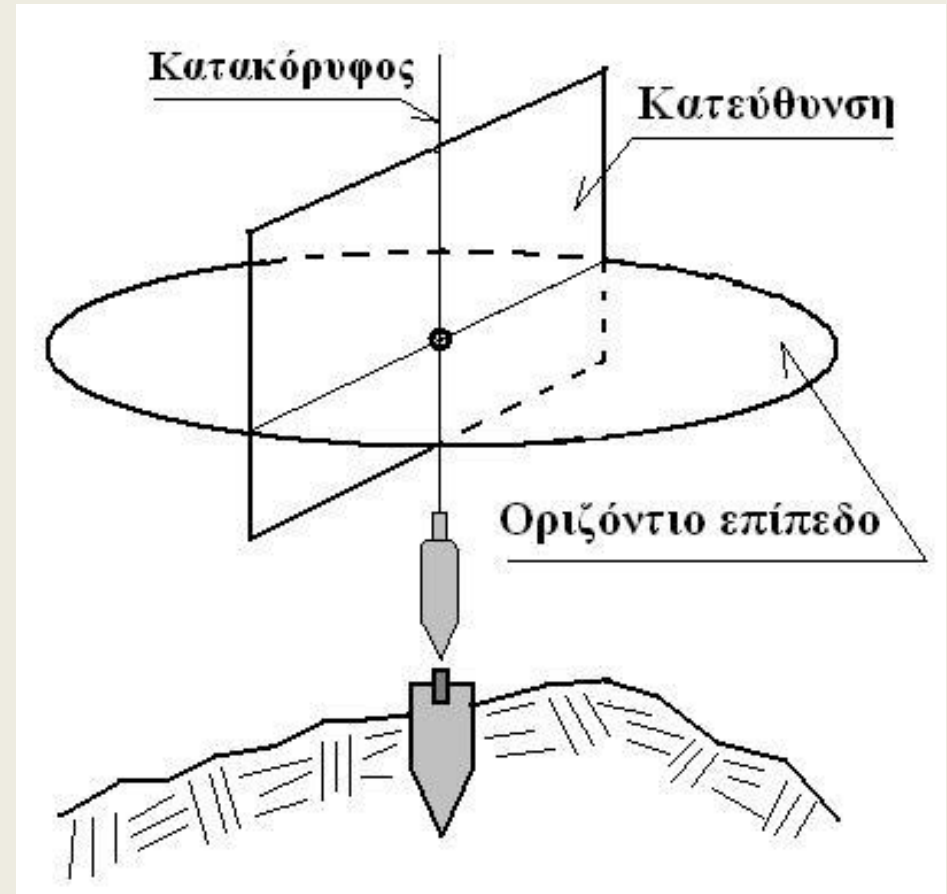
- $\sigma_z = 0.3 \times I_\delta$  (3.4)
- Όπου  $I_\delta$  είναι η ισοδιάσταση (η υψομετρική διαφορά ανάμεσα σε δύο διαδοχικές ισοϋψείς καμπύλες). Οι μονάδες μέτρησης που εκφράζεται το  $\sigma_z$  είναι ίδιες με τις μονάδες που μετρείται το  $I_\delta$ .
- **Παράδειγμα:**
- Τοπογραφικός χάρτης με ισοδιάσταση 2.0μ,  
 $\sigma_z = 0.3 \times 2.0 = 0.6\mu$
- Τοπογραφικός χάρτης με ισοδιάσταση 5.0μ,  
 $\sigma_z = 0.3 \times 5.0 = 1.5\mu$
- Τοπογραφικός χάρτης με ισοδιάσταση 4.0μ,  
 $\sigma_z = 0.3 \times 4.0 = 1.2\mu$

# Κατακόρυφος , σήμανση, κατεύθυνση

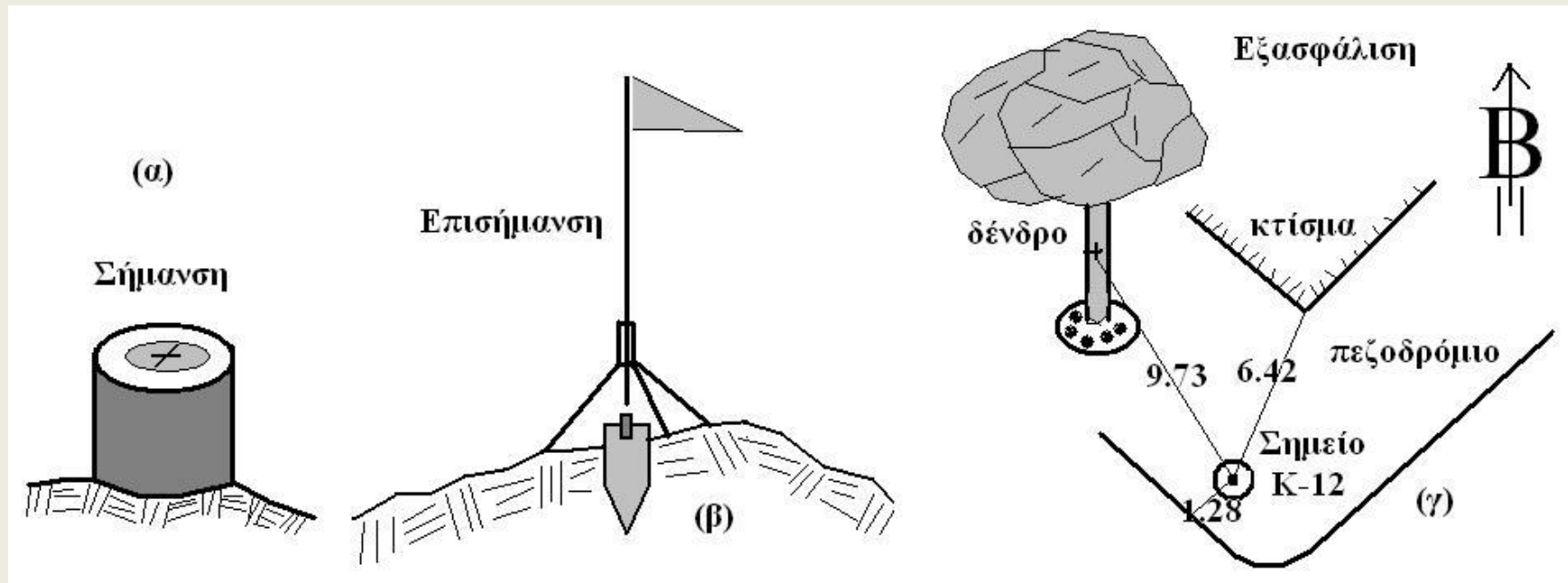


# Ευθυγραμμία σημείων, Οριζόντιο επίπεδο

- *Ευθυγραμμία* σημείων, να βρίσκονται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο.
  - Δύο σημεία που δεν βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφο, ορίζουν μία και μοναδική ευθυγραμμία.
- *Οριζόντιο επίπεδο* σε συγκεκριμένο σημείο είναι ένα επίπεδο κάθετο στην κατακόρυφο στο σημείο αυτό



# Σήμανση, επισήμανση, εξασφάλιση



## Μετατροπή: ακτίνια – μοίρες - βαθμοί

$$\text{Ακτινία} = \frac{\pi}{180} x(\text{γωνία σε μοιρες})$$

$$\text{Ακτινία} = \frac{\pi}{200} x(\text{γωνία σε βαθμους})$$

$$\text{γωνία σε μοιρες} = \frac{180}{\pi} x(\text{Ακτινία})$$

$$\text{γωνία σε βαθμους} = \frac{200}{\pi} x(\text{Ακτινία})$$

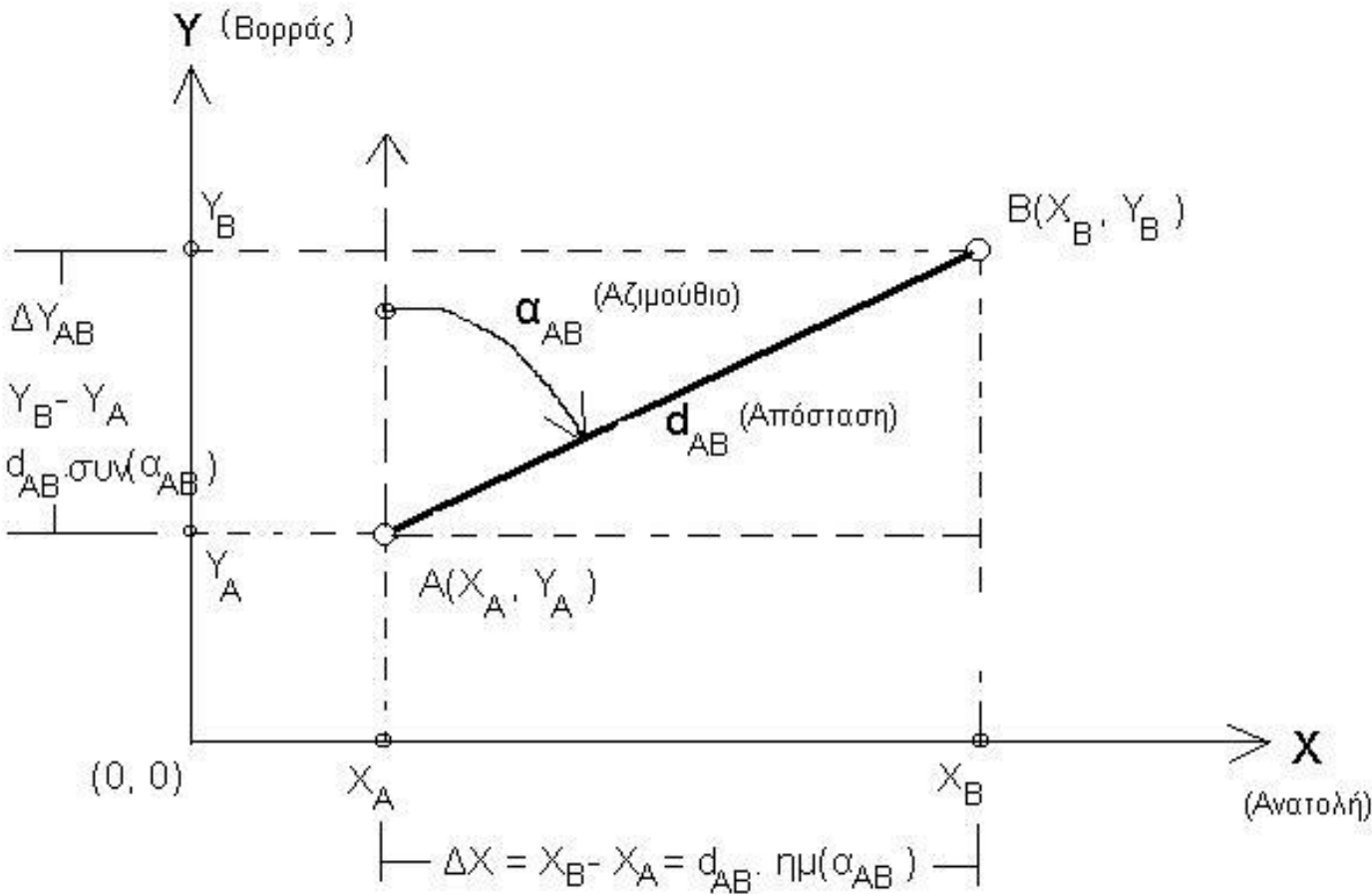
$$\text{γωνία σε βαθμους} = \frac{10}{9} x(\text{γωνία σε μοιρες})$$

$$\text{γωνία σε μοιρες} = 0,9 x(\text{γωνία σε βαθμους})$$

# Αζιμούθιο, απόσταση, συντεταγμένες, 1<sup>ο</sup> Θεμελιώδες πρόβλημα

Οριζόντια απόσταση  
→ η ελάχιστη  
απόσταση ανάμεσα  
σε δύο  
κατακορύφους

Αζιμούθιο → Από το  
Βορρά δεξιόστροφα  
προς την  
κατεύθυνση,  $0^\circ - 360^\circ$ ,  $0^\beta - 400^\beta$



## 2ο Θεμελιώδες πρόβλημα

$$d_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

$$\varepsilon\phi(\alpha_{AB}) = \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A} = \frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}}$$

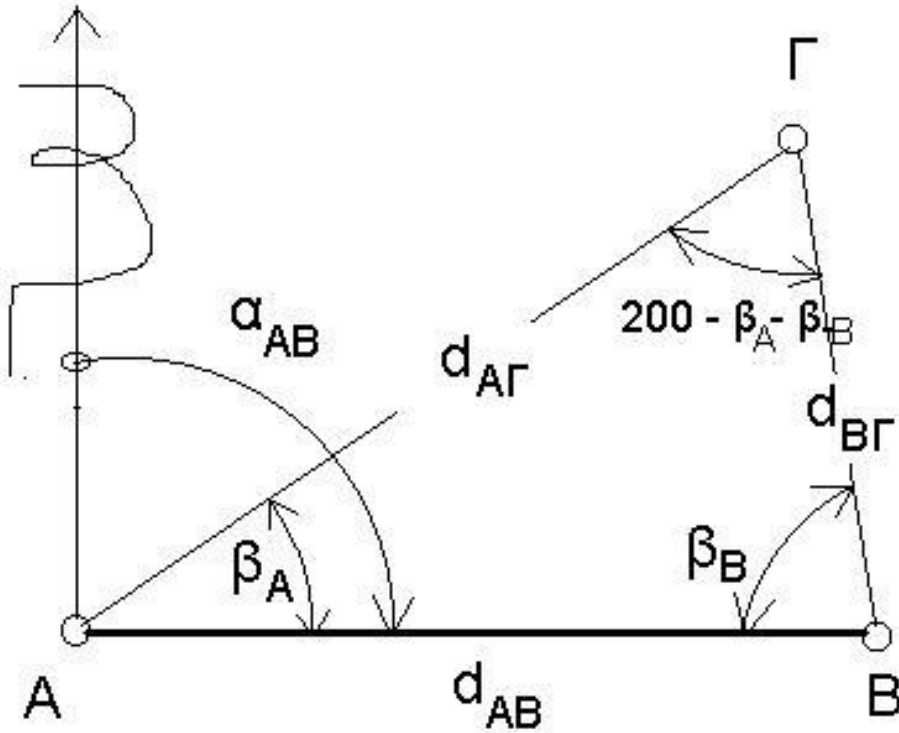
- 1. Υπολόγισε τη γωνία  $\theta$  από τη σχέση:  $\theta = \text{τοξε}\phi(\alpha_{AB})$
- 2. Εάν  $(X_B - X_A) > 0$  και  $(Y_B - Y_A) > 0 \rightarrow \alpha_{AB} = \theta$
- 3. Εάν  $(X_B - X_A) > 0$  και  $(Y_B - Y_A) < 0 \rightarrow \alpha_{AB} = 200 + \theta$
- 4. Εάν  $(X_B - X_A) < 0$  και  $(Y_B - Y_A) < 0 \rightarrow \alpha_{AB} = 200 + \theta$
- 5. Εάν  $(X_B - X_A) < 0$  και  $(Y_B - Y_A) > 0 \rightarrow \alpha_{AB} = 400 + \theta$



# Αντίθετο αζιμούθιο

- *Αντίθετο αζιμούθιο*  $\alpha_{BA}$  του διανύσματος ονομάζουμε το αζιμούθιο από το B στο A και δίνεται από τη σχέση:
- $\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 200 - \varepsilon \cdot 400$  [βαθμοί]

# Εμπροσθοτομία



$$d_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

$$\varepsilon\phi(\alpha_{AB}) = \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A} = \frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}}$$

$$a_{A\Gamma} = a_{AB} - \beta_A$$

$$a_{B\Gamma} = a_{AB} + 200 + \beta_B - \varepsilon.400$$

$$\frac{d_{A\Gamma}}{\eta\mu(\beta_B)} = \frac{d_{B\Gamma}}{\eta\mu(\beta_A)} = \frac{d_{AB}}{\eta\mu(\beta_A + \beta_B)}$$

$$d_{A\Gamma} = \frac{d_{AB}}{\eta\mu(\beta_A + \beta_B)} \cdot \eta\mu(\beta_B)$$

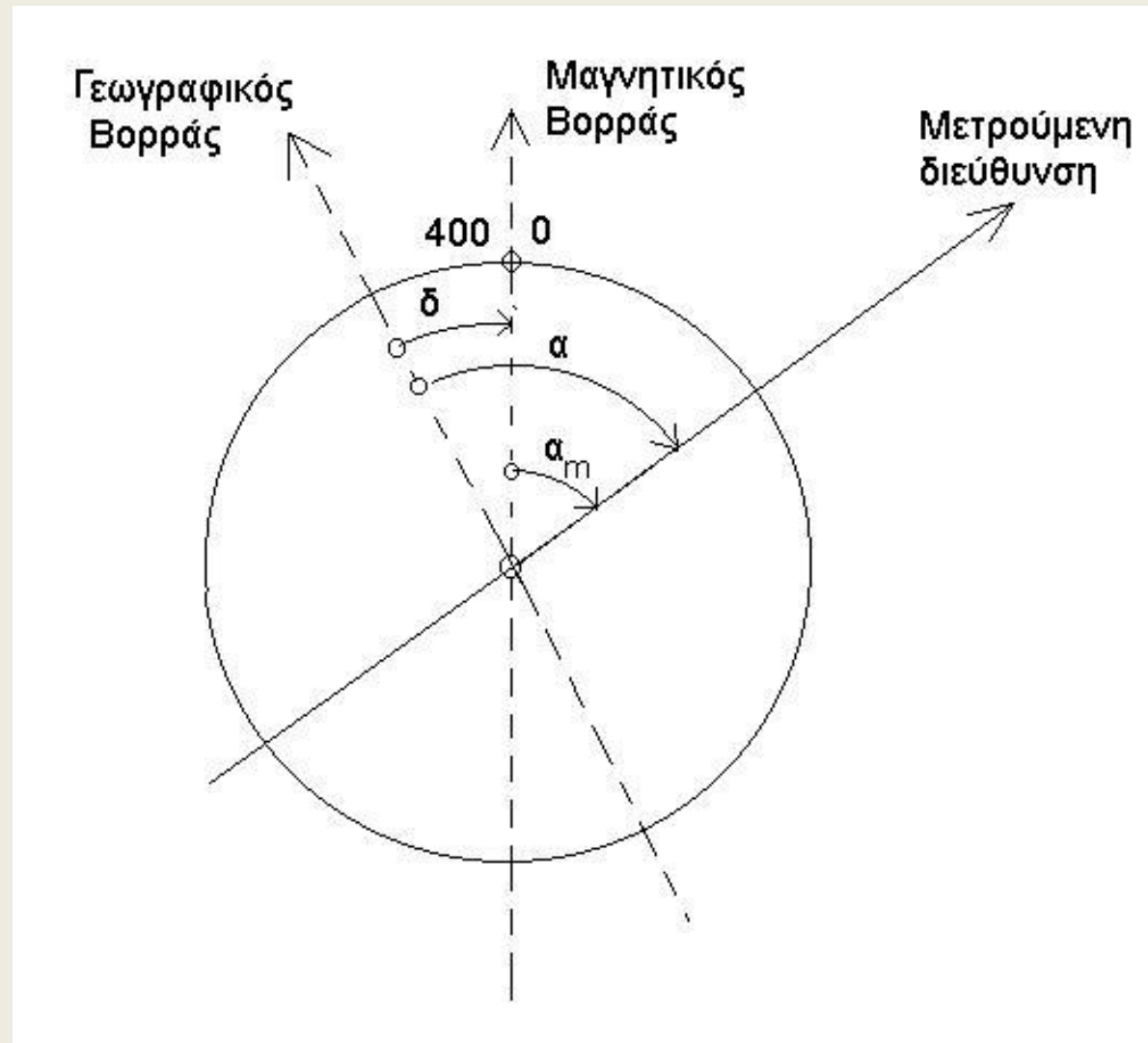
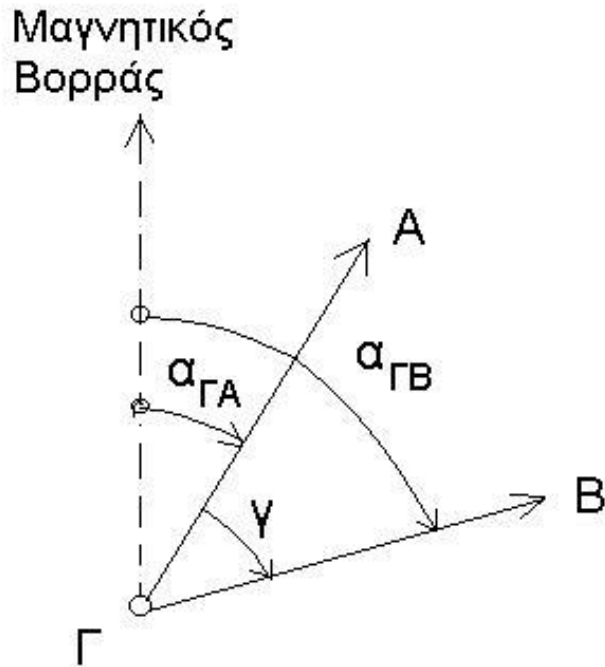
$$d_{B\Gamma} = \frac{d_{AB}}{\eta\mu(\beta_A + \beta_B)} \cdot \eta\mu(\beta_A)$$

$$X_{\Gamma} = X_A + d_{A\Gamma} \cdot \eta\mu(a_{A\Gamma})$$

$$Y_{\Gamma} = Y_A + d_{A\Gamma} \cdot \sigma\upsilon\nu(a_{A\Gamma})$$

# Η Πυξίδα

- $\alpha = \alpha_m + \delta$
- $\gamma = \alpha_{\Gamma B} - \alpha_{\Gamma A}$



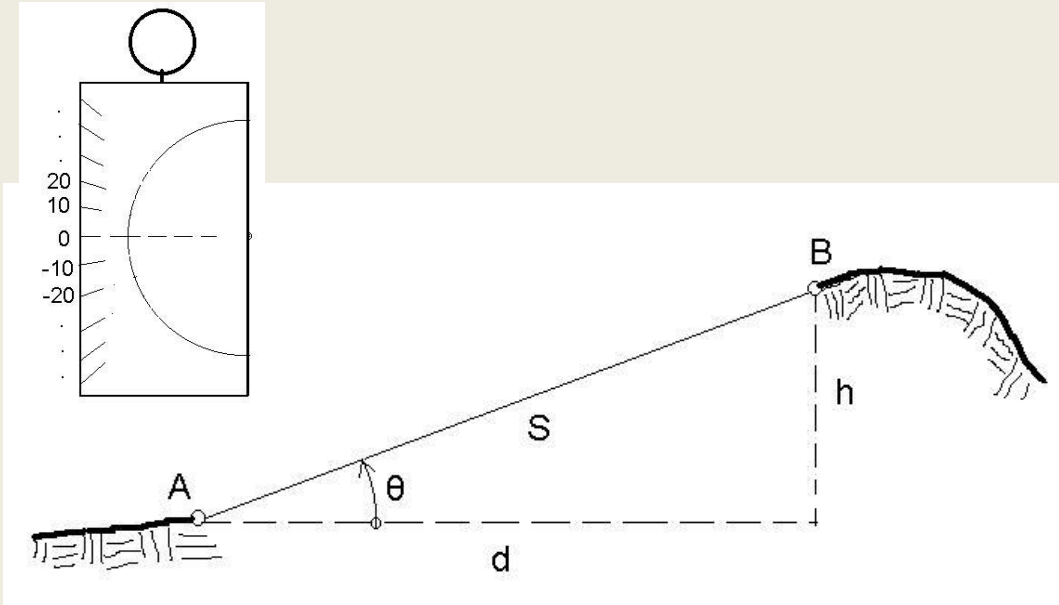
# Μέτρηση αζιμουθίου με πυξίδα BRUNTON



# Μέτρηση κατακόρυφης γωνίας με πυξίδα BRUNTON



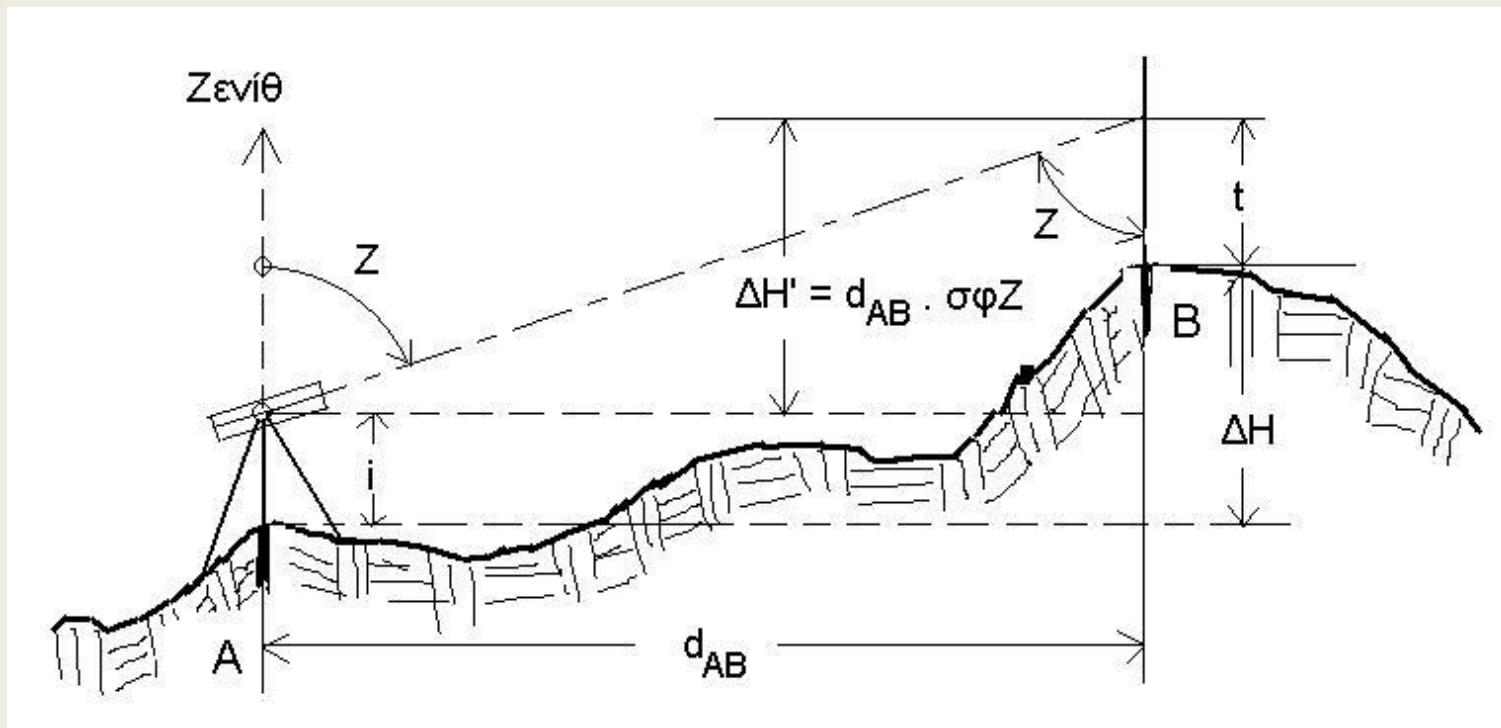
# Το κλισίμετρο



$$s = \frac{h}{d} \cdot 100 = \varepsilon \phi(\theta) \cdot 100$$

$\theta$ [βαθμοί]	$s$ [% κλίση]
1	1.5
2	3
5	7.9
10	15.8
20	32.5
30	51.0
40	72.7
50	100.0
71	204.1
90	631.4

# Υπολογισμός υψομέτρων από κατακόρυφη γωνία



$$\Delta H = d_{AB} \cdot \sigma\phi(Z) + (i - t) \quad H_B = H_A + \Delta H$$

$i$  = ύψος οργάνου,  $H_A$  = υψόμετρο σημείου A

$t$  = ύψος στόχου