



Πανεπιστήμιο  
Αιγαίου

Ανοικτά  
Ακαδημαϊκά  
Μαθήματα



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΓΣΠ**

*Διευθυντής: καθηγητής Ι. Ν. Χατζόπουλος*



# Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση (326Ε)

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-13  
**LIDAR, Φωτογραμμετρία, UAS, Παιδεία**

# 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.



# LIDAR, Φωτογραμμετρία, UAS, Παιδεία για να χρησιμοποιείται η γνώση σωστά

## • Η θεωρία περιλαμβάνει:

- Η τεχνολογία του Λίνταρ (Lidar). Είδη Λίνταρ. βασικές αρχές του Λίνταρ (Lidar).
- Το αδρανειακό σύστημα. Συνεργασία IMU/GPS. Προδιαγραφές τυπικού Λίνταρ. Χρήσεις δεδομένων λίνταρ. Μειονεκτήματα του λίνταρ. Βυθομετρικό λίνταρ. Υπάρχοντα συστήματα.
- Φωτογραμμετρία, διάταξη ζεύγους επικαλυπτόμενων φωτογραφιών. Η Συνθήκη Συγγραμμικότητας. Οπισθοτομία και Εμπροσθοτομία χώρου.
- Προσανατολισμοί: εσωτερικός, εξωτερικός, σχετικός, απόλυτος. Σημεία Von Gruber, διασύνδεση μοντέλων – γεφύρωση, λωρίδα, μπλοκ. Συνόρθωση δέσμης.
- Η διαδικασία δημιουργίας δοκιμίου χάρτη. Φωτομωσαϊκό, Προσανατολισμοί, συνόρθωση δέσμης, Τοπογραφικός Χάρτης, ΨΥΜ, Ορθοφωτοχάρτης.
- Μη συμβατική φωτογραμμετρία. Δορυφορική φωτογραμμετρία. Ορθοαναγωγή. Φωτογραμμετρία με UAS.
- Παιδεία για να χρησιμοποιείται η γνώση σωστά. φιλοσοφία και επιστήμες. Νους – βασικές συνιστώσες, απόλυτα υγιής νους (Πλάτωνος: Πολιτεία).
- Μοντέλο της παραδεκτά υγιούς νόησης του Αριστοτέλη και μοντέλο ανθρώπινου λάθους. Τα όρια του σωστού και του λάθους.
- Η ιδανική λειτουργία της νόησης όπως πιθανόν να σχεδιάσθηκε από τη φύση. Η λειτουργία της νόησης των σημερινών ανθρώπων και η αρνητική της εξέλιξη που οφείλεται στην προκατάληψη. Η απόλυτα σωστή λειτουργία της φύσης.
- Η λειτουργία του ανθρώπινου νου που βασίζεται σε νευρώνες. Επιστημονική θεμελίωση: παιδείας, εκπαίδευσης, αρετής, δημοκρατικών θεσμών, ελευθερίας, προκατάληψης, λάθους, κατάσταση ειρήνης.

## • Το εργαστήριο περιλαμβάνει:

- Φωτογραμμετρία

# Η τεχνολογία του Λίνταρ (Lidar)

- *λίνταρ (Lidar)*

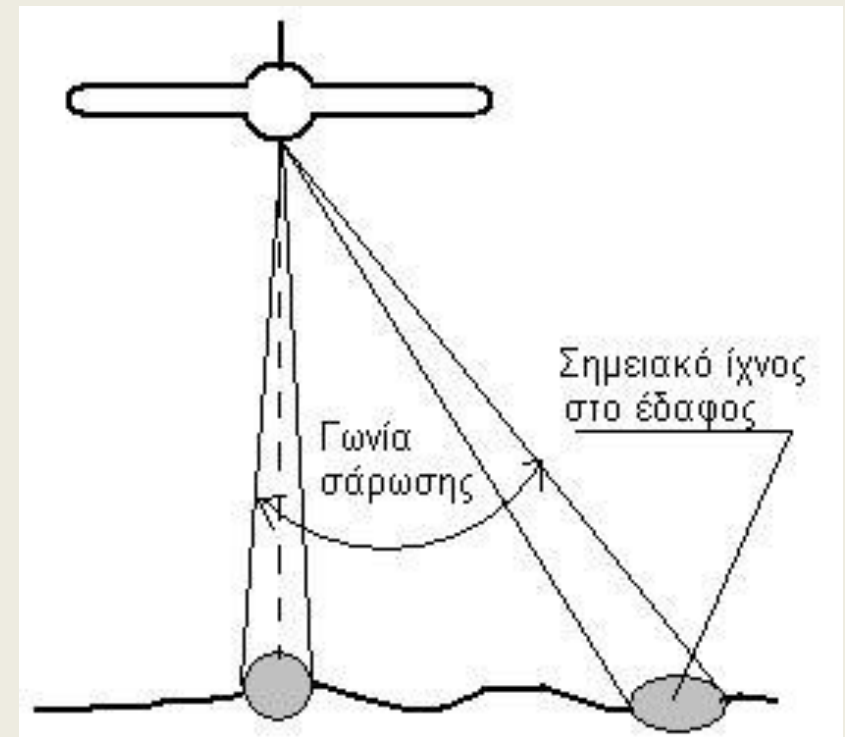
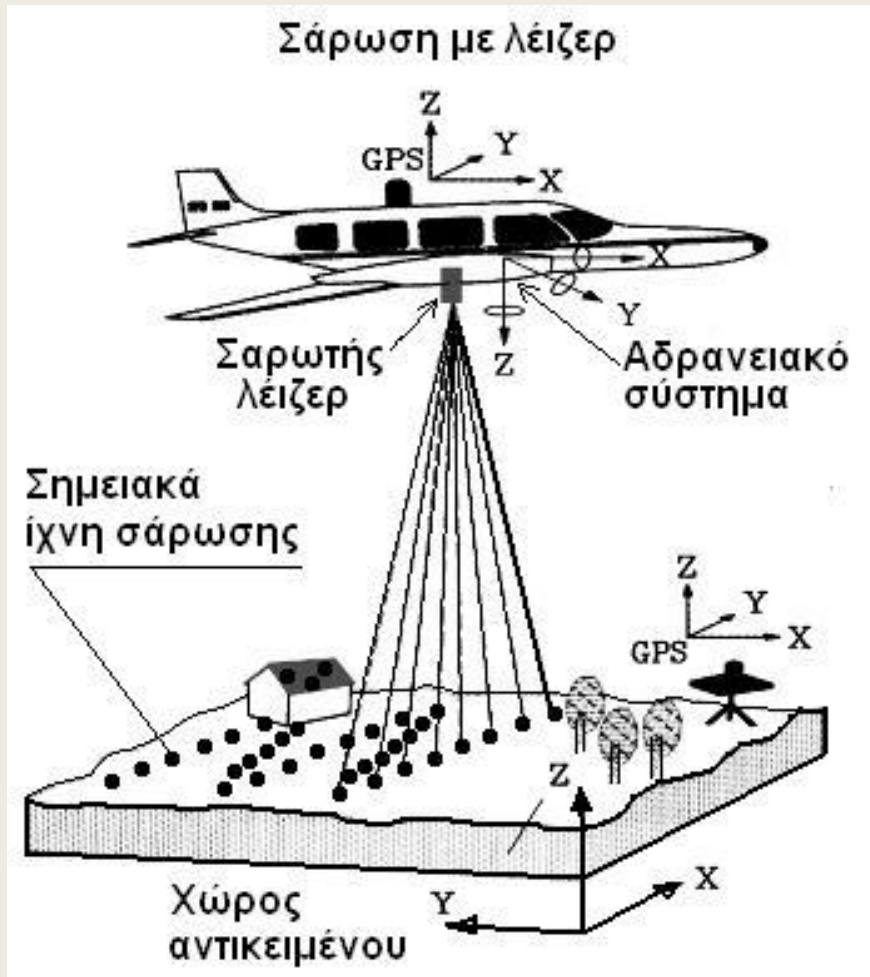
- Light Detection And Ranging (φωτοτοβολιστική ανίχνευση απόστασης).
- Τοπογραφικό λίνταρ → μέσα της δεκαετίας του 1990 και εξελίσσεται συνέχεια από τότε.
- επίγειοι και αερομεταφερόμενοι δέκτες λίνταρ οι οποίοι χρησιμοποιούνται στην τοπογράφιση.
  - Οι επίγειοι δέκτες χρησιμοποιούνται κυρίως για αποτυπώσεις αρχιτεκτονικών όψεων και μνημείων
- μπορούν να κάνουν τοπογράφιση από μόνα τους ιδιαίτερα για την απόκτηση δεδομένων για ψηφιακά μοντέλα εδάφους,
- δεν μπορούν να εκτοπίσουν τις άλλες τοπογραφικές μεθόδους

- Ενεργητικός δέκτης, παράγει ένα φωτεινό παλμό λέιζερ, τον στέλνει προς το στόχο όπου και ανακλάται και καταγράφει το χρόνο αναχώρησης, το χρόνο επιστροφής και την ένταση του παλμού.
- Η διαφορά του χρόνου επιστροφής μείον του χρόνου εκπομπής του παλμού δίνει την απόσταση ενώ η ένταση δίνει πληροφορίες για τις ιδιότητες του στόχου.
- Απαιτεί καλές καιρικές συνθήκες χωρίς νέφη και λειτουργεί το ίδιο καλά μέρα και νύχτα.
- Ο στόχος θα πρέπει να είναι ορατός και για το λόγο αυτό μπορεί να καταγράψει π. χ., την ορατή φυλλωσιά των δένδρων σε ένα δάσος αλλά και το έδαφος όπου τα δένδρα αφήνουν κενά και φαίνεται το έδαφος.
- Καταγράφει πολλαπλές ανακλάσεις του ίδιου παλμού

# Είδη Λίνταρ

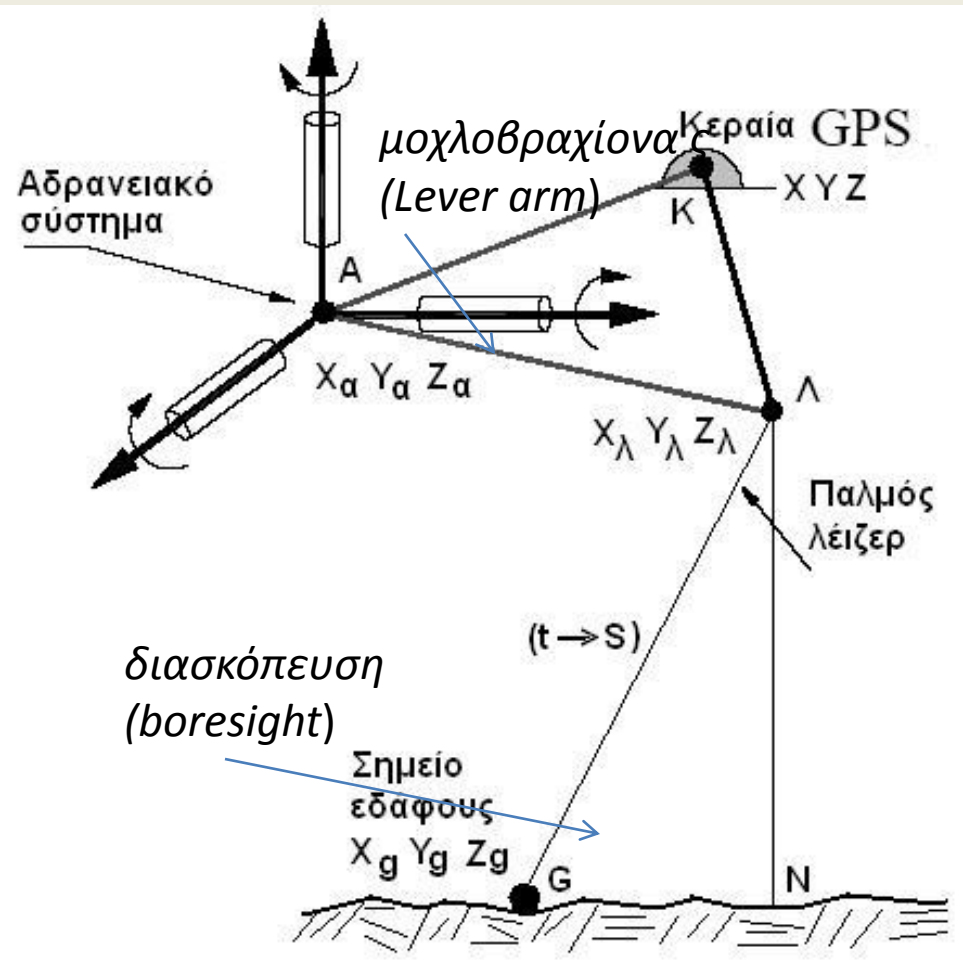
- (α) Τοπογραφικά τα οποία χρησιμοποιούν ακτίνα λέιζερ στην περιοχή του κοντινού υπέρυθρου
- (β) Βαθυμετρικά τα οποία κάνουν ταυτόχρονη τοπογράφιση επιφάνειας και βυθού για σχετικά ρηχά νερά (μέχρι 50 μέτρα) και χρησιμοποιούν
  - μία ακτίνα λέιζερ στην περιοχή του κοντινού υπέρυθρου η οποία παρουσιάζει μερική απορρόφηση από το νερό,
  - Δεύτερη ακτίνα λέιζερ στην περιοχή του μπλε – πράσινου όπου υπάρχει λιγότερη απορρόφηση και ανακλάται από τον βυθό

# Βασικές αρχές του Λίνταρ (Lidar)





# Το αδρανειακό σύστημα

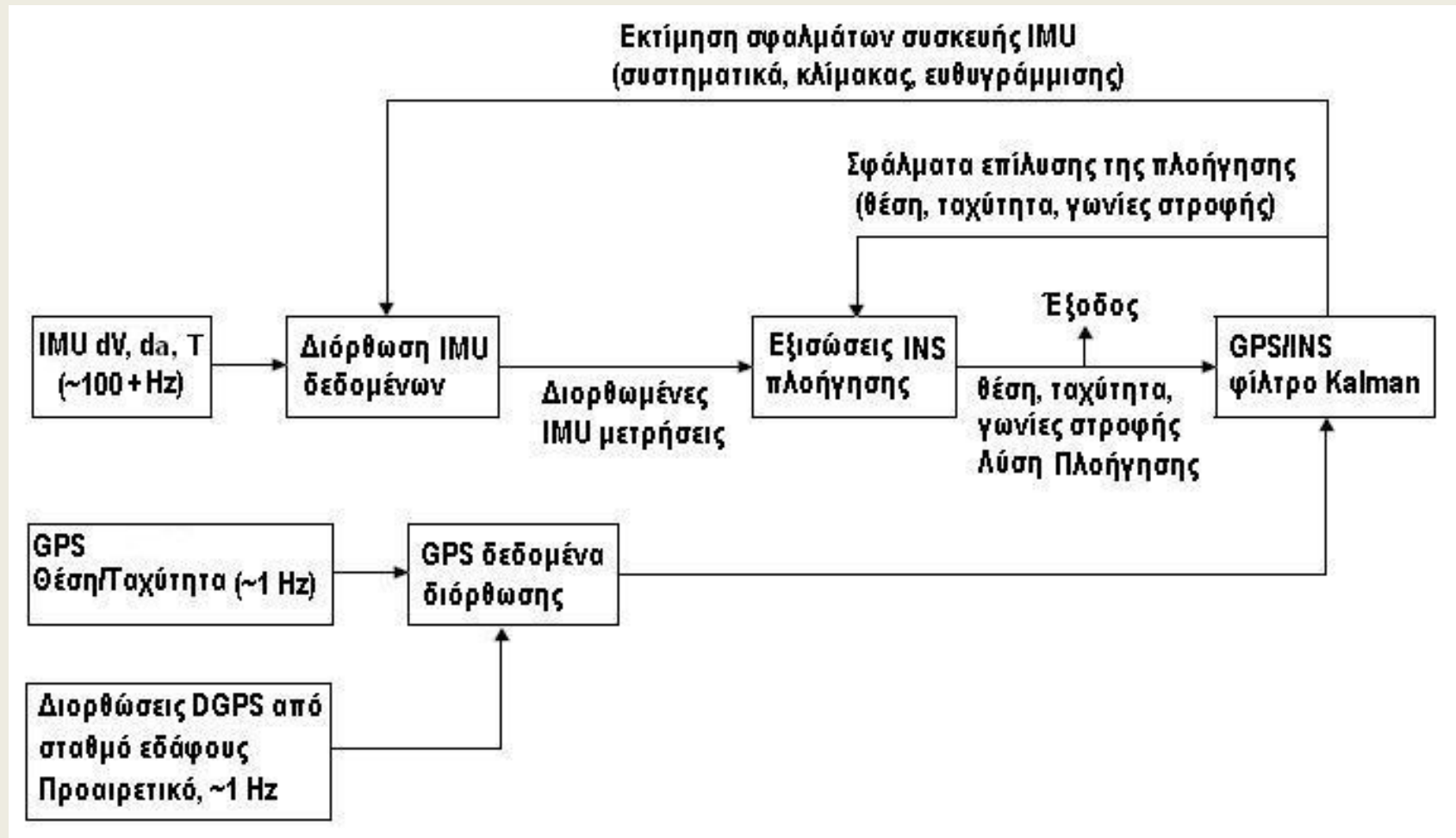


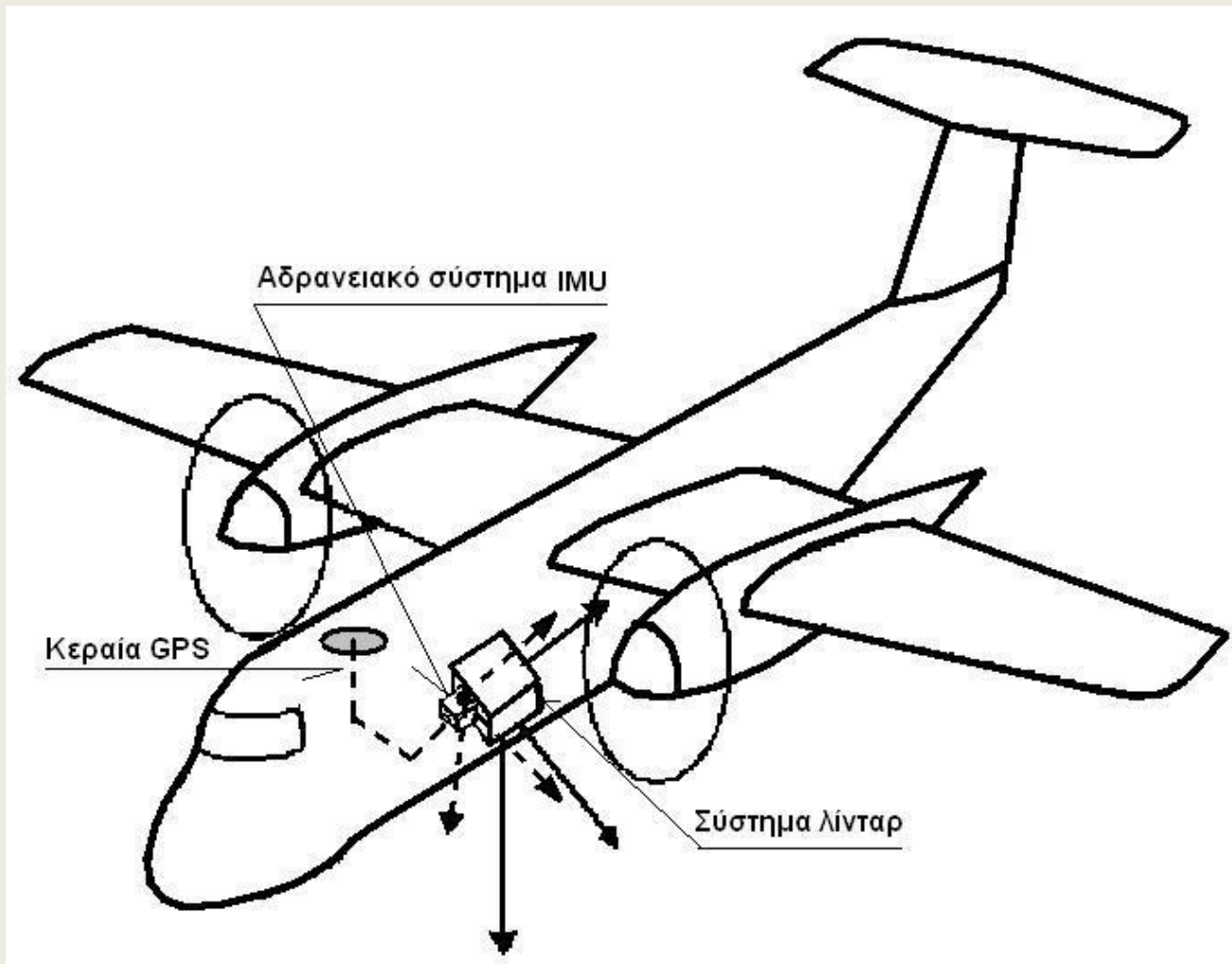
Πάνω σε κάθε ένα από τους τρεις αυτούς άξονες είναι τοποθετημένο ένα γυροσκόπιο δακτυλίου με λέιζερ καθώς και ένα επιταχυνσιόμετρο (accelerometer).

Τα γυροσκόπια μετρούν τρεις αντίστοιχες γωνίες στροφής γύρω από τον κάθε άξονα ενώ τα τρία επιταχυνσιόμετρα καταγράφουν το μέγεθος και τη χρονική διάρκεια της γραμμικής επιτάχυνσης κατά μήκος του κάθε άξονα αντίστοιχα.

Οι διαστάσεις του IMU είναι περίπου 8x8x8 cm

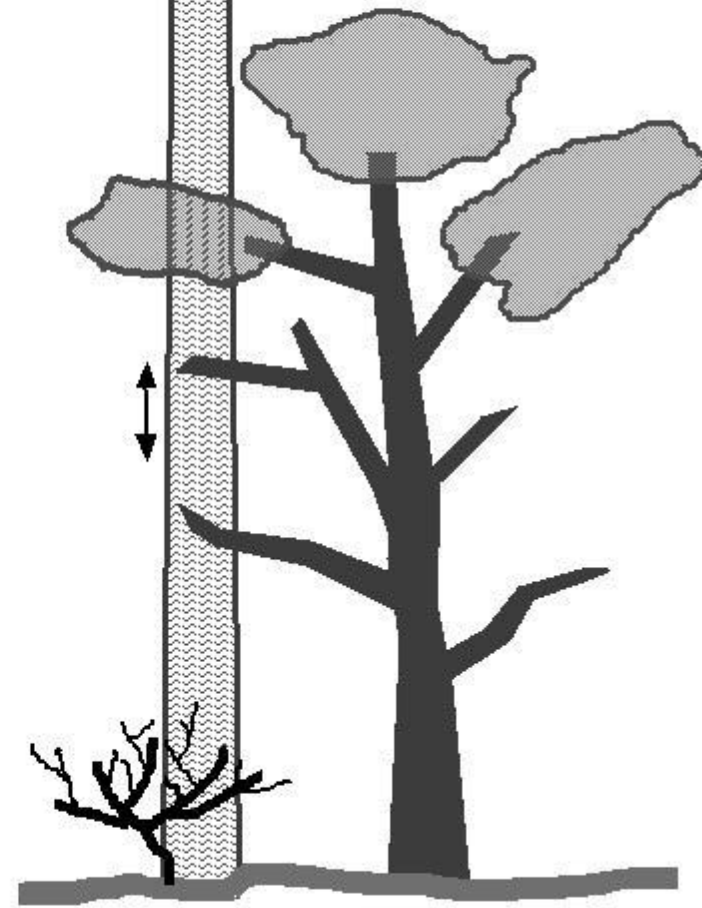
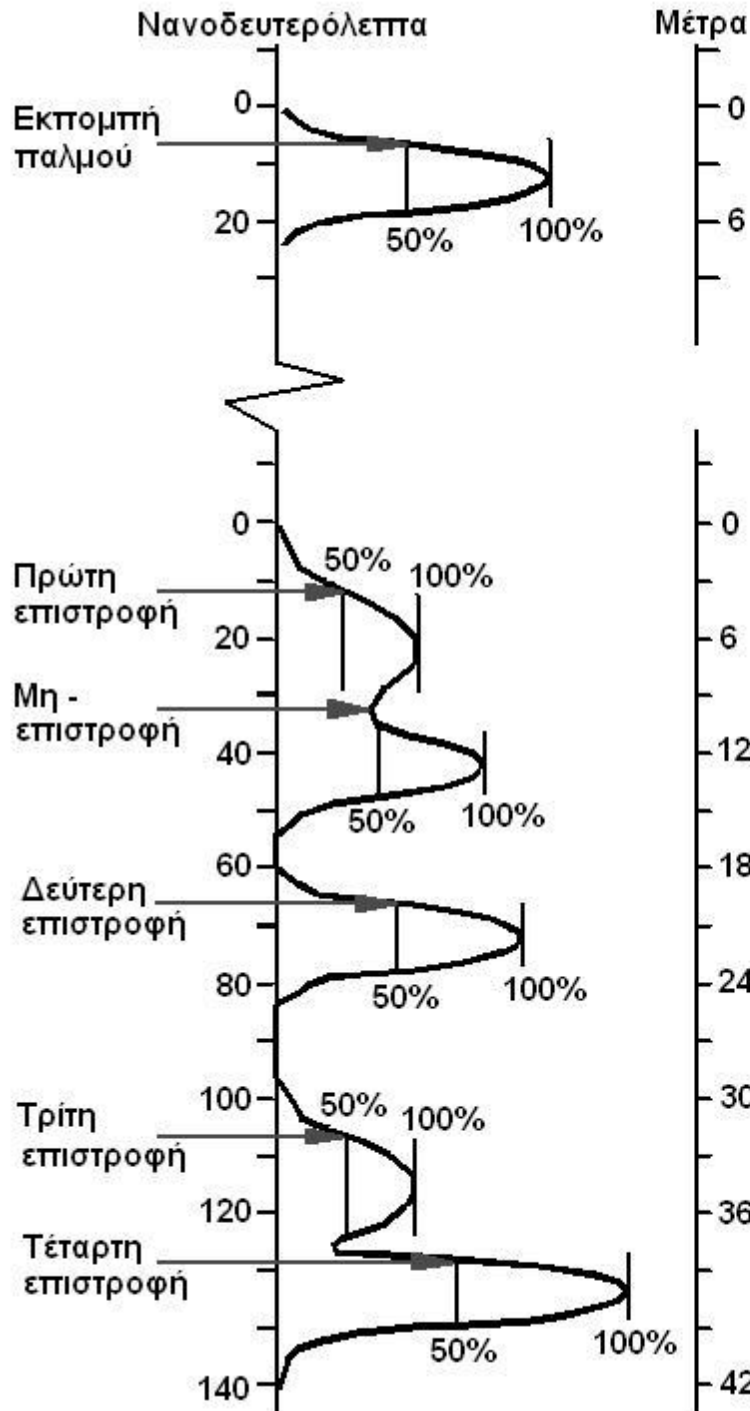
# Συνεργασία IMU/GPS





# Προδιαγραφές τυπικού Λίνταρ

Προδιαγραφές	Τυπική τιμή
Μήκος κύματος	1.064, 1.5 $\mu\text{m}$ Τοπο / 0.532 $\mu\text{m}$ Υδρο
Ρυθμός επανάληψης παλμού	5 – 33 KHz , μέγιστο 50 KHz
Ενέργεια παλμού	100s $\mu\text{J}$
Εύρος παλμού	10 ns
Απόκλιση δέσμης	0.25 – 2 mrad
Γωνία σάρωσης (μέγιστη)	40° – μέγιστη 75°
Ρυθμός σάρωσης	25 – 40 Hz
Πρότυπα σάρωσης	Zίγκ – Ζάγκ, παράλληλο, ελλειψοειδές, ημιτονοειδές
Συχνότητα GPS	1 – 2 φορές το δευτερόλεπτο
Συχνότητα αδρανειακού συστ.	50 – μέγιστη 200
Ύψος πτήσης	100 – 1000 m – μέγιστο 6000 m
Διαστάσεις ίχνους στο έδαφος	0.25 – 2.00 m (1000 m ύψος πτήσης)
Καταγραφή πολλαπλών υσομέτρων απλού παλμού	1 – 5
Διαστάσεις πλέγματος εδάφους	0.5 – 2.00 m
RMSE υσομέτρων	15 + cm
Οριζοντιογραφικό RMSE	10 – 100 cm



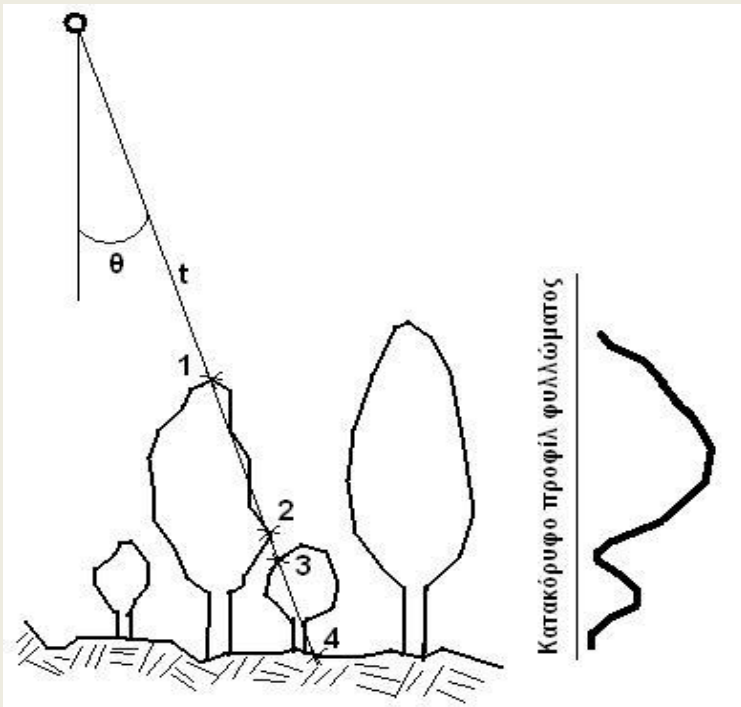
Πολλαπλές επιστροφές απλού παλμού από ανάκλαση στα φυλλώματα της βλάστησης που βρίσκονται σε διαφορετικό ύψος από το έδαφος

# Χρήσεις δεδομένων λίνταρ

## Τοπογραφικά δεδομένα

Έδαφος – βλάστηση, κτήρια, μέρα-νύχτα, κάτω από τα νέφη

## Δασοπονία



Παράκτια μηχανική

Διάδρομοι δικτύων κοινής ωφέλειας

Τοπογράφηση επιπέδου πλημμύρας

Οικιστικά μοντέλα

Τοπογράφηση υγροβιότοπων

Άλλες εφαρμογές

# Μειονεκτήματα του λίνταρ

Η επιστροφή της ακτίνας από το νερό είναι αναξιόπιστη πρόβλημα στον ακριβή προσδιορισμό της ακτογραμμής λίμνης ή θάλασσας δεδομένα από άλλες πηγές

αδυναμία στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών γραμμών του εδάφους όπου αλλάζουν απότομα οι κλίσεις όπως είναι το χείλος ενός πρανού, η οι οριογραμμές ορεινών σχηματισμών, κτλ.

Δεδομένα με βηματισμό στο έδαφος 5 μέτρα είναι δύσκολο να καθορισθούν οι οριογραμμές ανάμεσα στον πυθμένα και την όχθη ενός ρέματος

τοπογραφικό ανάγλυφο (ισοϋψείς) καμπυλών δημιουργεί πρόβλημα εξομάλυνσης ιδιαίτερα σε περιοχές που υπάρχουν χαρακτηριστικές οριογραμμές όπως κοντά στα ρέματα. Τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται από το χειριστή με χειρονακτικό τρόπο και απαιτούνται πολλές ανθρωποώρες.

συζητείται η ανάπτυξη συστημάτων με μεταβλητή συχνότητα σάρωσης ώστε πλησίον χαρακτηριστικών οριογραμμών να υπάρχει μεγαλύτερη συχνότητα

**Table 11-1**  
**Comparison between Lidar and Photogrammetry**

	<b>LIDAR</b>	<b>Photogrammetry</b>
Energy source	Active	Passive
Geometry	Polar	Perspective
Sensor type	Point	Frame or linear scanning
Point measurement	Direct	Indirect
Sampling	Individual points	Full area
Associated image	None or monochrome	High quality spatial and radiometric
Horizontal accuracy	2-5 times less than vertical accuracy	1/3 better than vertical
Vertical accuracy	10-15 cm ( ~10 cm per 1,000 m over heights of 2,500 m)	Function of flying height and focal length of camera
Flight planning	More complex due to small strips and potential data voids	Overlap and side lap need to be considered
Flight restrictions	Less impact from weather, day/night, season, cloud condition	Must fly during day and need clear sky
Production rate	Can be more automated and faster	
Budget	25%-33% of photogrammetric compilation budget	
Production	Proprietary software: processing performed by vendors, operators	Desktop software available to end-user
Limited contrast area acquisition	Can acquire data: used extensively for coastal mapping	Difficult and expensive



### Scheme for LIDAR Airport Control Points

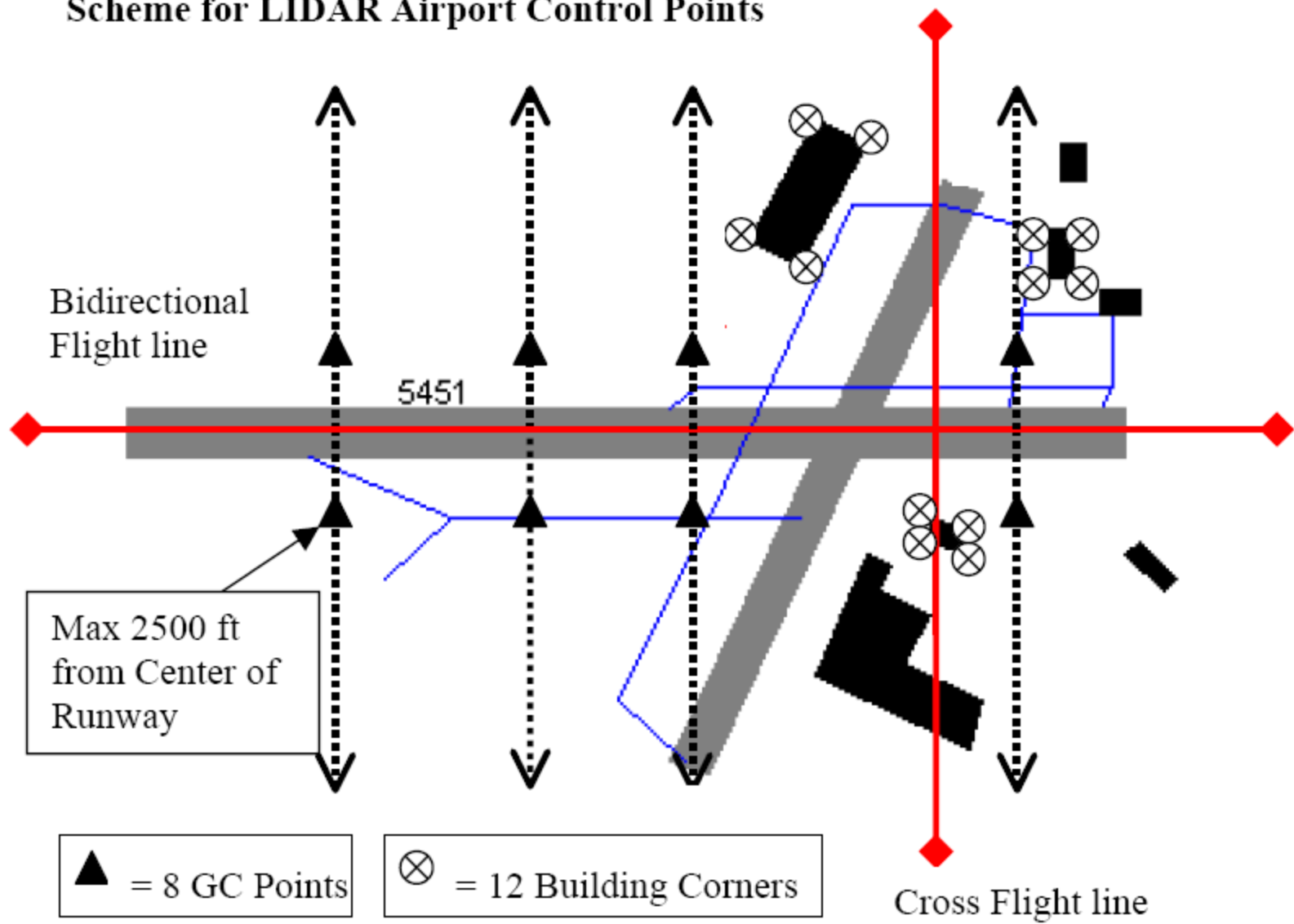


Figure 11-4. Airport calibration control scheme (courtesy of Earthdata International)

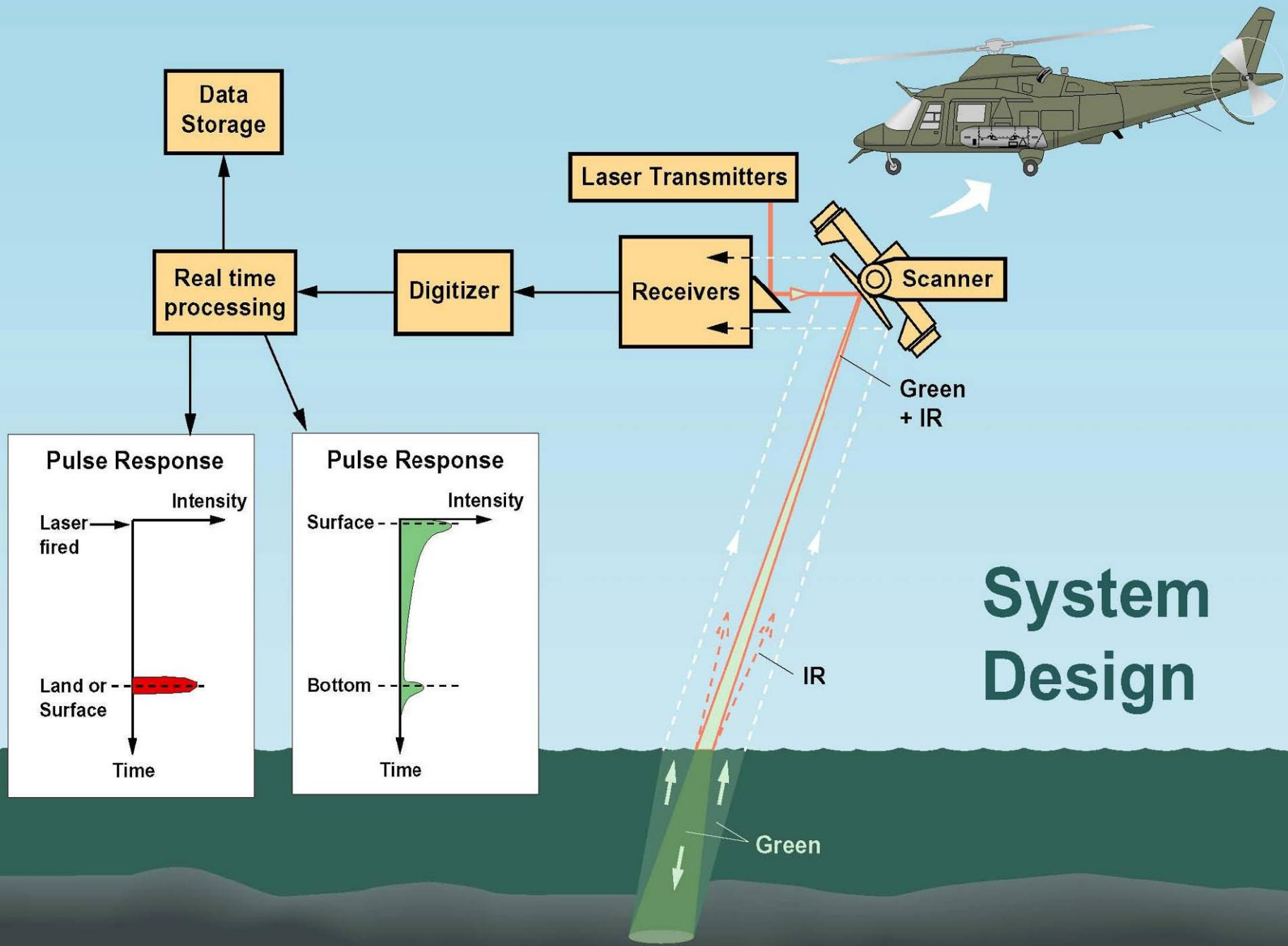
# Επεξεργασία

- Η αυτόματη επεξεργασία γίνεται με κατάλληλο λογισμικό και συνήθως εντοπίζει το 90% των λανθασμένων σημείων. Αν παραδείγματος χάριν, το ενδιαφέρον της τοπογράφησης είναι η εδαφική επιφάνεια, τότε απορρίπτονται τα σημεία που προέρχονται από δένδρα, πυλώνες, υδατόπυργους και κτίρια. Ένας αλγόριθμος λογισμικού που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να εντοπίζει σε μια περιοχή τα σημεία με το μικρότερο υψόμετρο και με βάση τα σημεία αυτά να κάνει ακριβή πρόβλεψη της επιφάνειας του εδάφους οπότε τα σημεία που θα εξέχουν πάνω από ένα κατώφλι από την προβλεπόμενη εδαφική επιφάνεια απορρίπτονται. Η όλη διαδικασία είναι στατιστική και η απόρριψη σημείων γίνεται με στατιστικά τεστ.
- 
- Η χειρονακτική επεξεργασία χρησιμοποιείται για την απόρριψη του υπόλοιπου περίπου 10% των λανθασμένων σημείων, και είναι μια διαδικασία που απαιτεί πολλές ανθρωπόωρες οι οποίες αντιστοιχούν περίπου στο 40% του κόστους της συνολικής τοπογράφησης.

# Βυθομετρικό λίνταρ

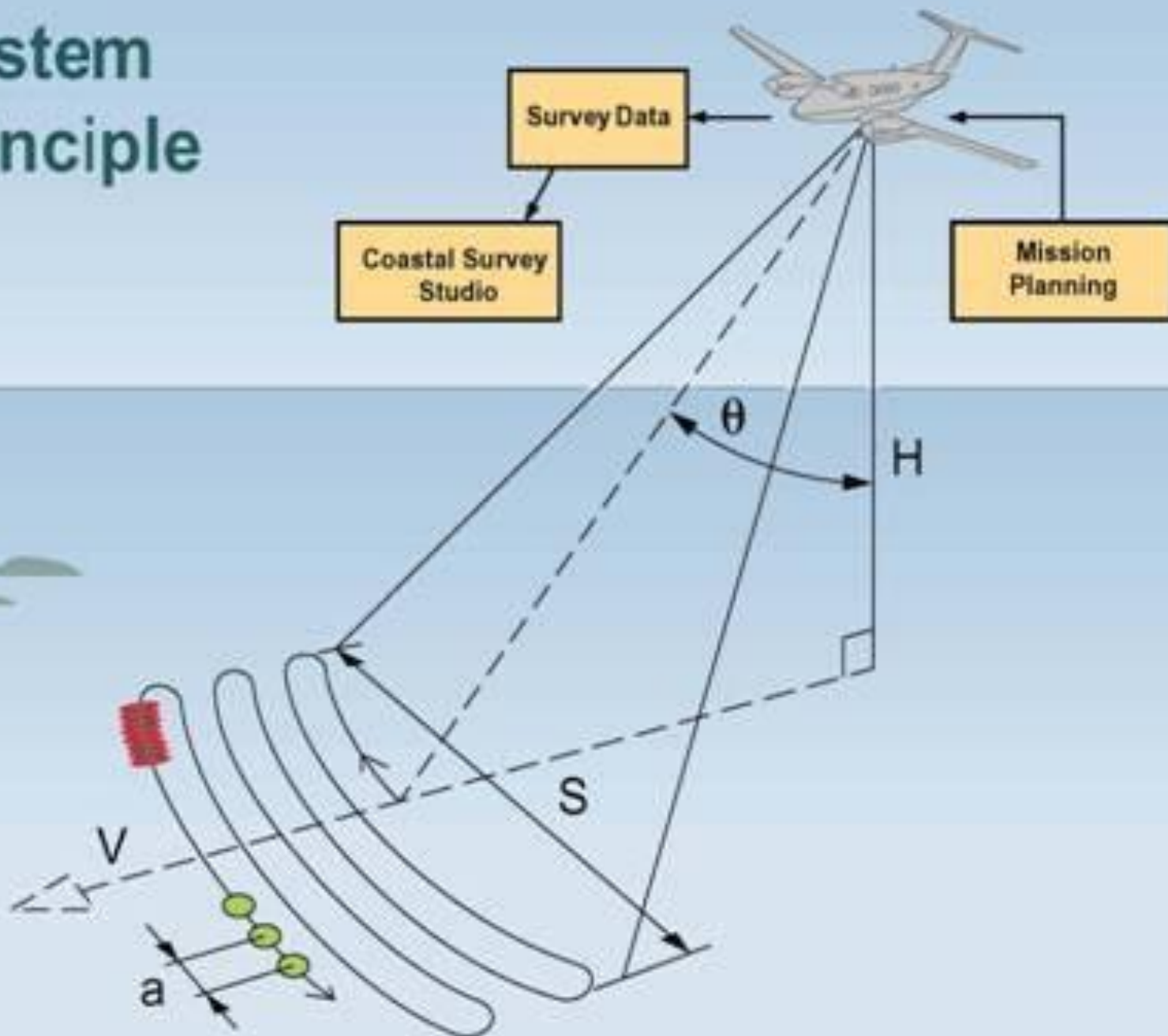
- Το βυθομετρικό λίνταρ (*Airborne Lidar Bathymetry – ALB*) χρησιμοποιείται για την τοπογράφιση του βυθού κοντά στην ακτή με αερομεταφερόμενο σύστημα από μικρό σχετικά ύψος πτήσης. Παρά το γεγονός ότι η οικονομία των περισσότερων Μεσογειακών χωρών βασίζεται σε δραστηριότητες που λαβαίνουν χώρα κοντά 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.

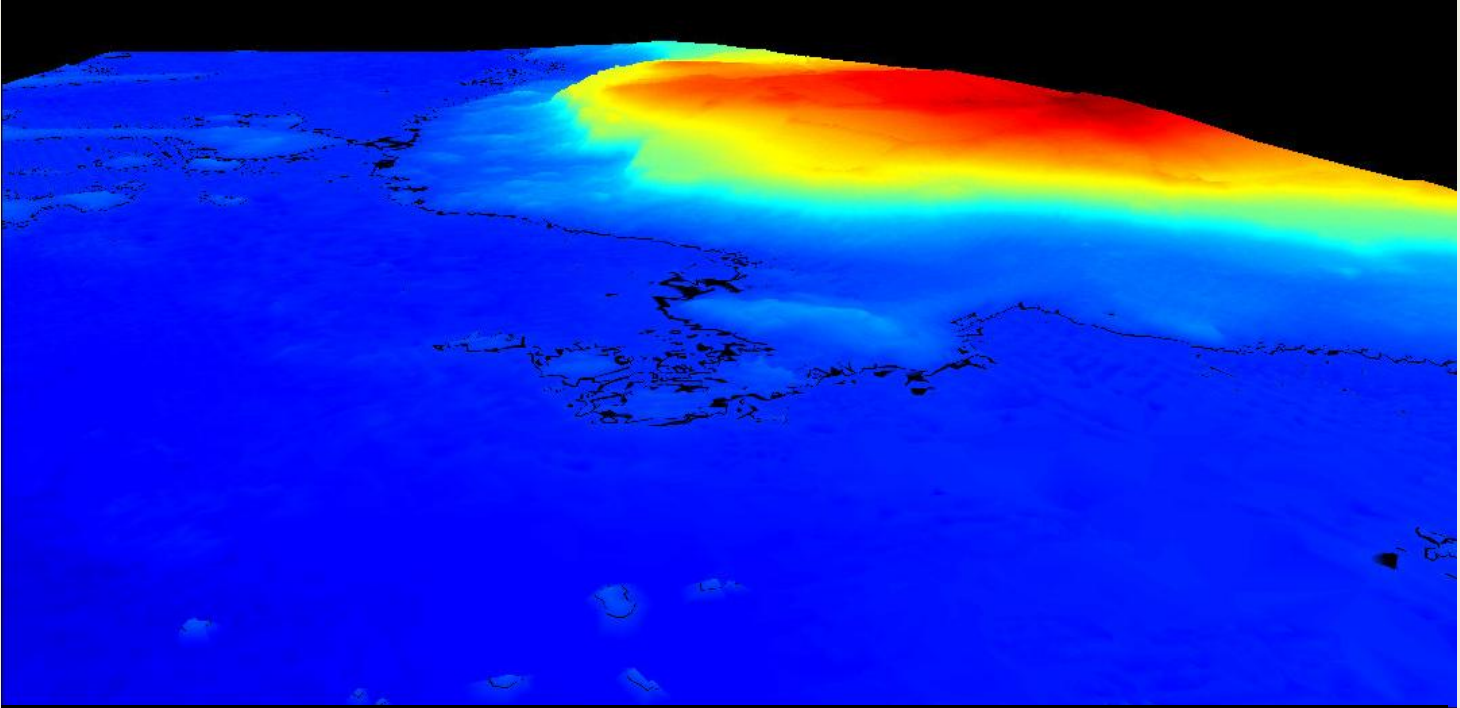
- Το Βυθομετρικό λίνταρ, έχει μέχρι τώρα αποδείξει ότι είναι ένα σύστημα υψηλής ακρίβειας, χαμηλού σχετικά κόστους, μεγάλης ταχύτητας, ασφαλές, και ευέλικτο για την τοπογράφηση του πυθμένα σε αβαθή σχετικά νερά και κοντά στην ακτογραμμή όπου τα ηχοβολιστικά συστήματα είναι λιγότερο αποτελεσματικά αλλά 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 τοπογράφηση 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.

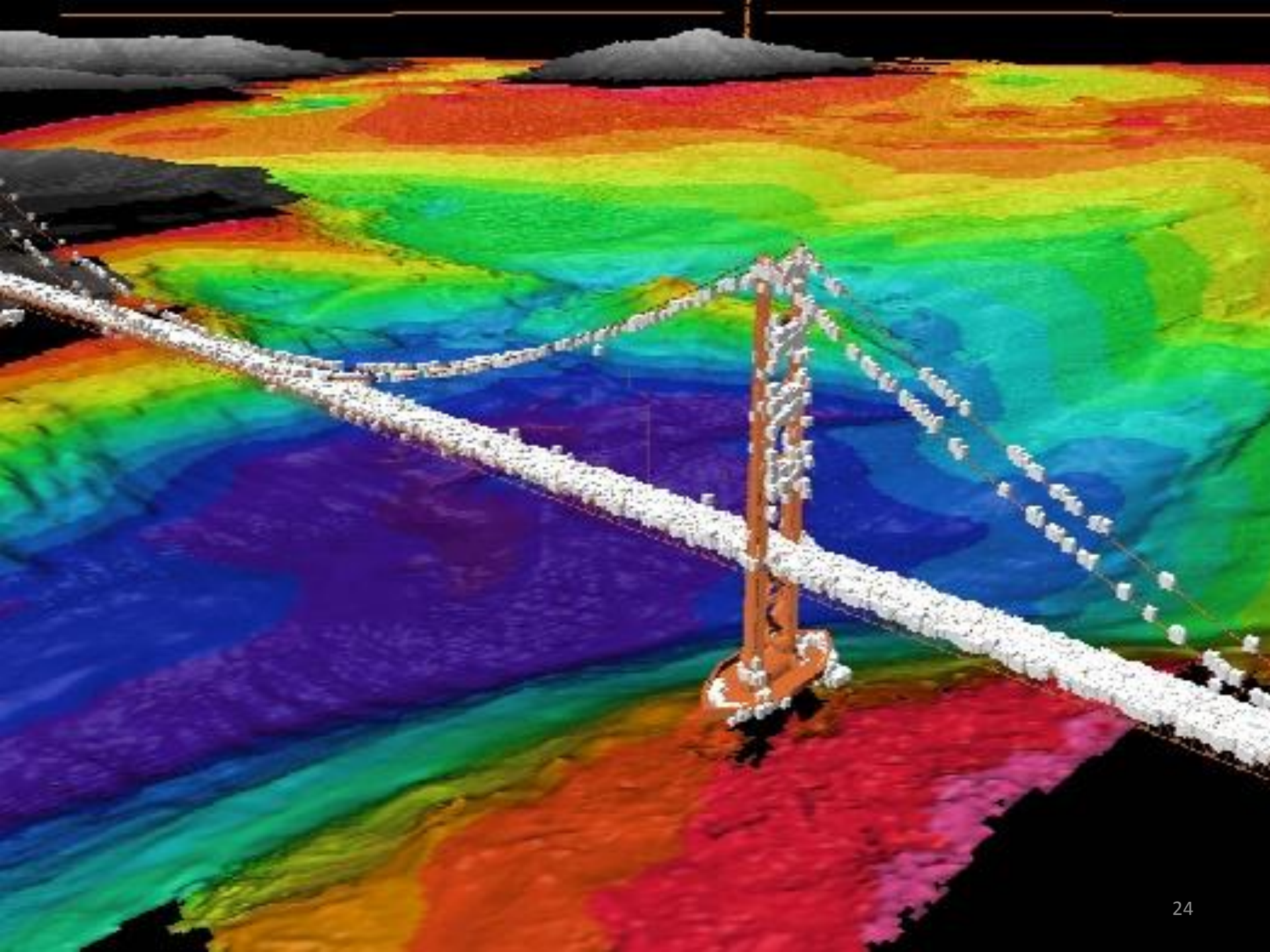


# System Design

# System Principle

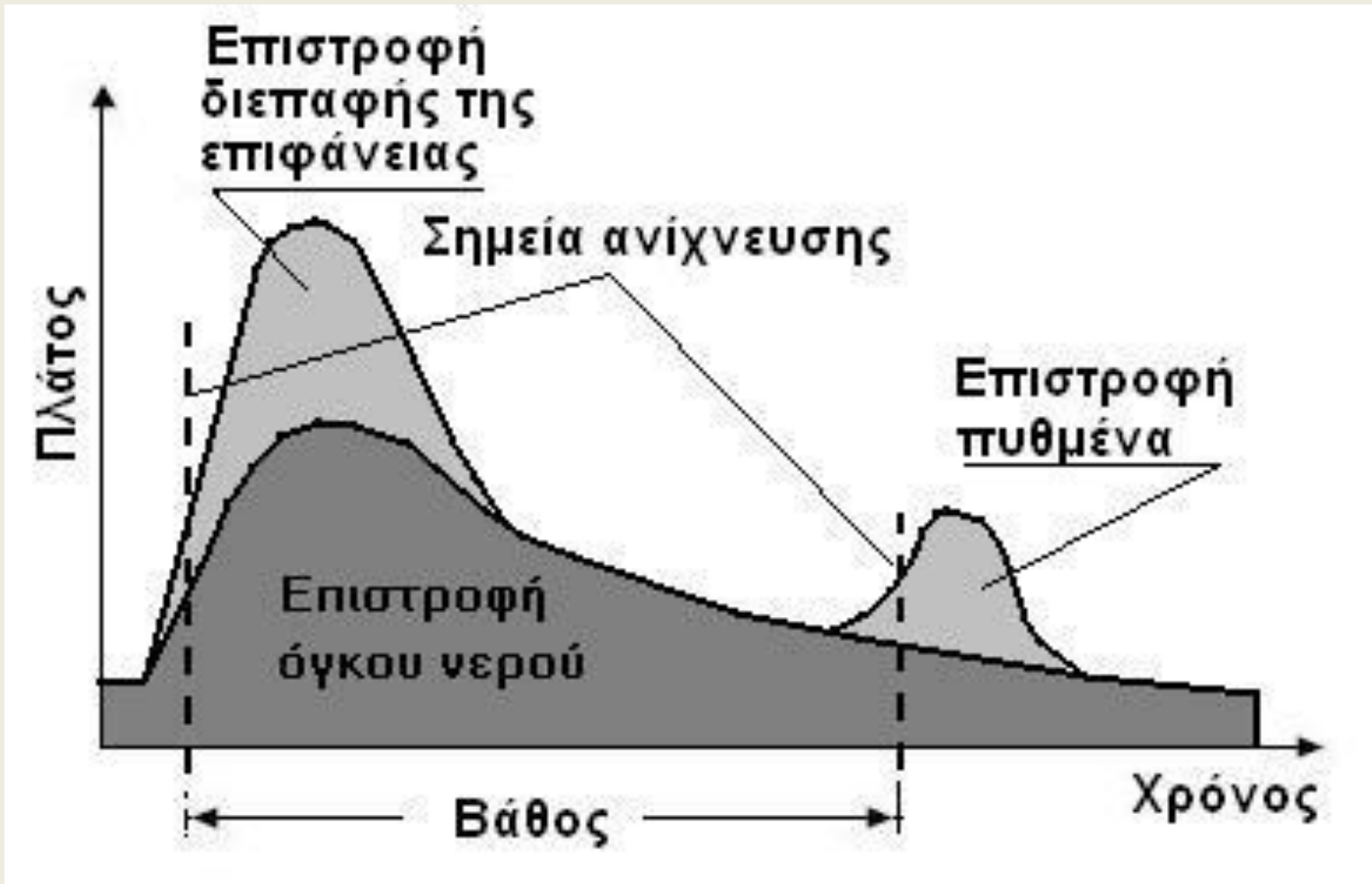


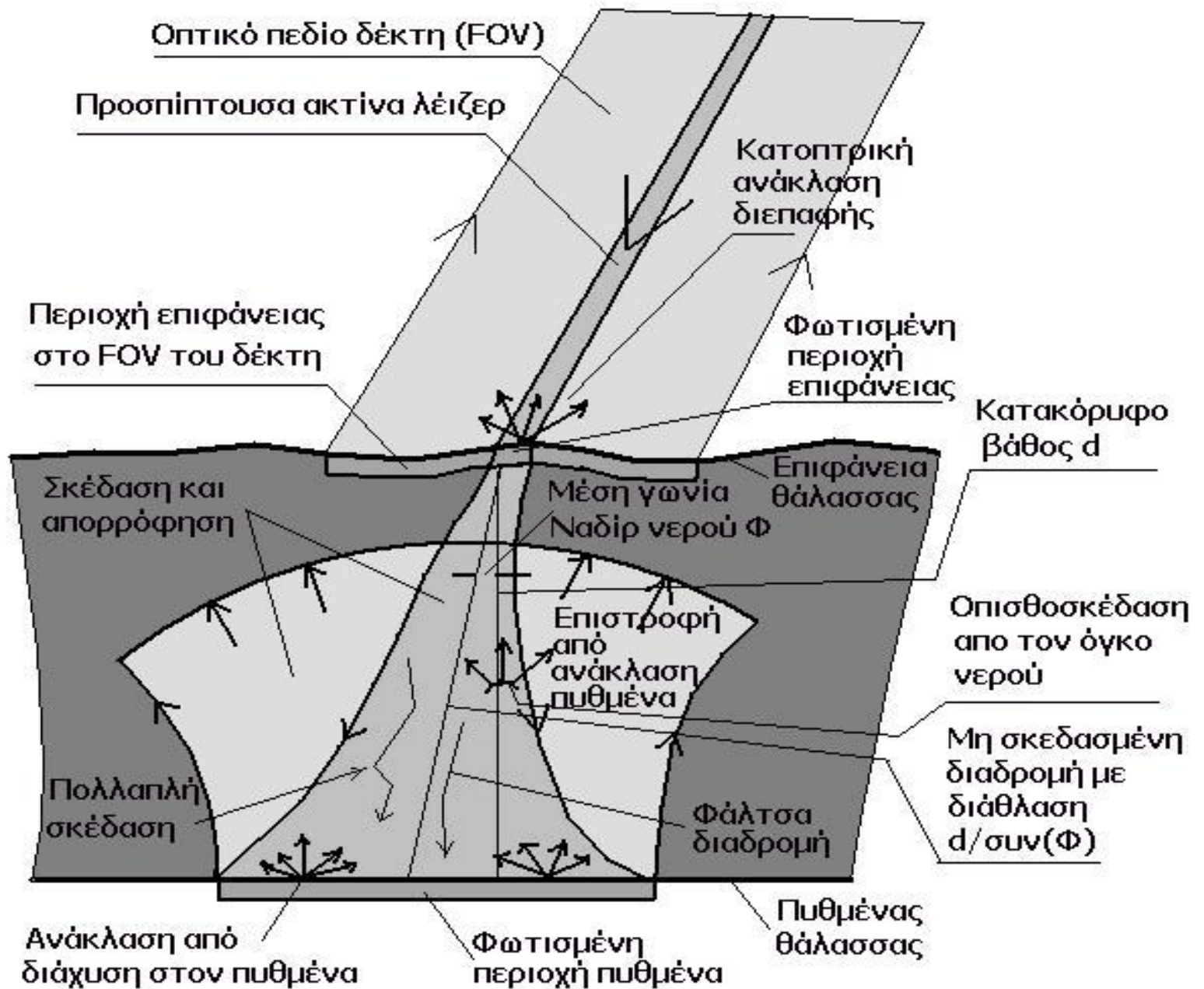






# Αρχή λειτουργίας







# Τρόπος λειτουργίας

- Η ακτίνα λέιζερ μπορεί να διατηρεί μια σχετικά μικρή διάμετρο σαν δέσμη στον αέρα, όμως στο νερό αποκλίνει περισσότερο όπως φαίνεται στο Σχ. 11.9 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.

# Φωτογραμμετρία

## ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑ

### ΜΕΤΡΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

*Η επιστήμη, η τέχνη και η τεχνολογία που χρησιμοποιεί εικόνες για να πάρει από αυτές αξιόπιστη μετρική πληροφορία.*

**A. Εναέρια φωτογραμμετρία για τοπογράφηση**

**B. Διαστημική φωτογραμμετρία για τοπογράφηση (SPOT, IKONOS, Quick Bird, κτλ.)**

**Γ. Επίγεια μη συμβατική φωτογραμμετρία  
Τοπογράφηση**

**Βιομηχανία**

**Όραση ρομπότ**

**Αρχιτεκτονική**

**Αρχαιολογία**

**Ιατρική**

**Άλλες εφαρμογές**



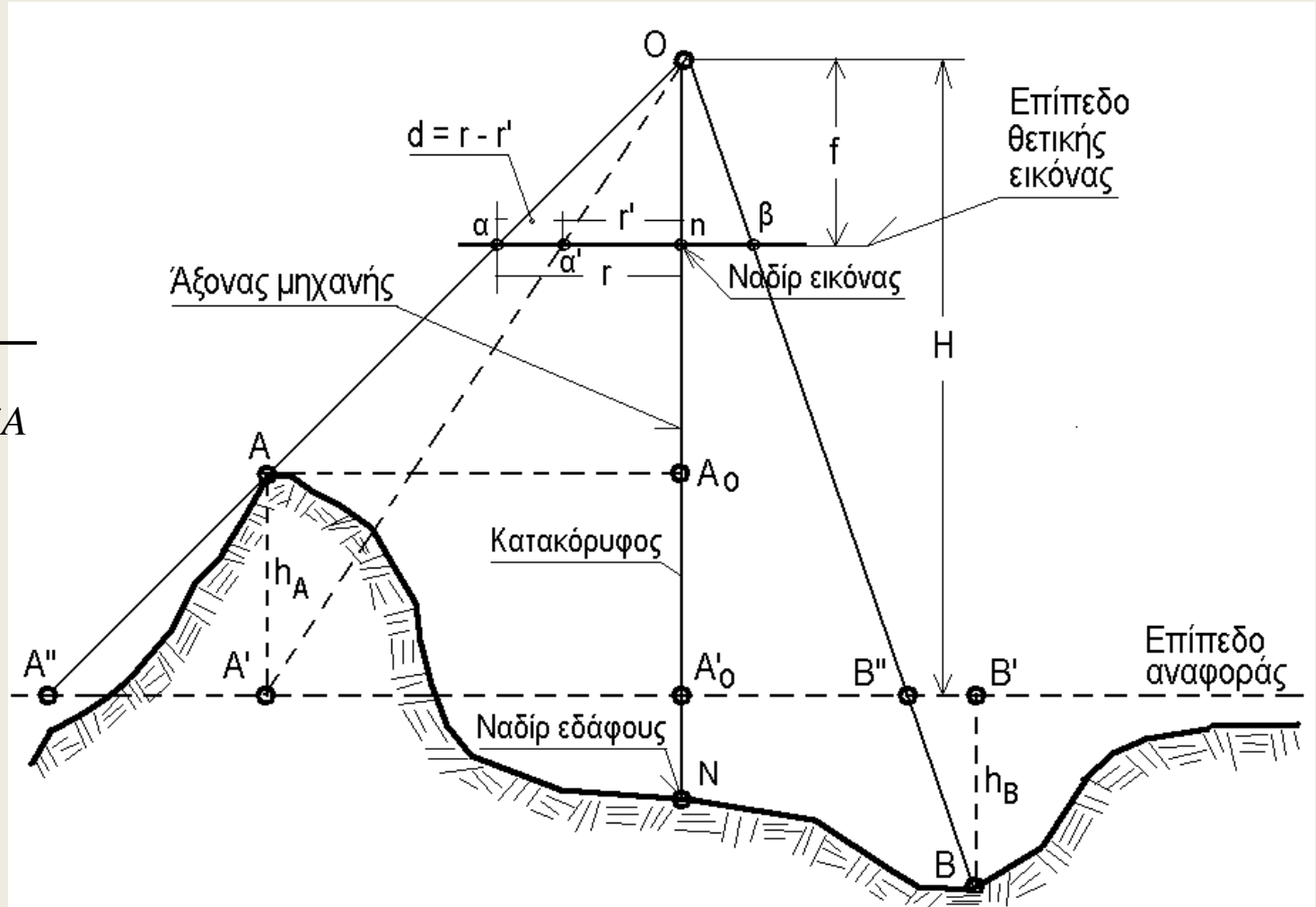
# Γεωμετρία απλής Α/Φ

Κλίμακα

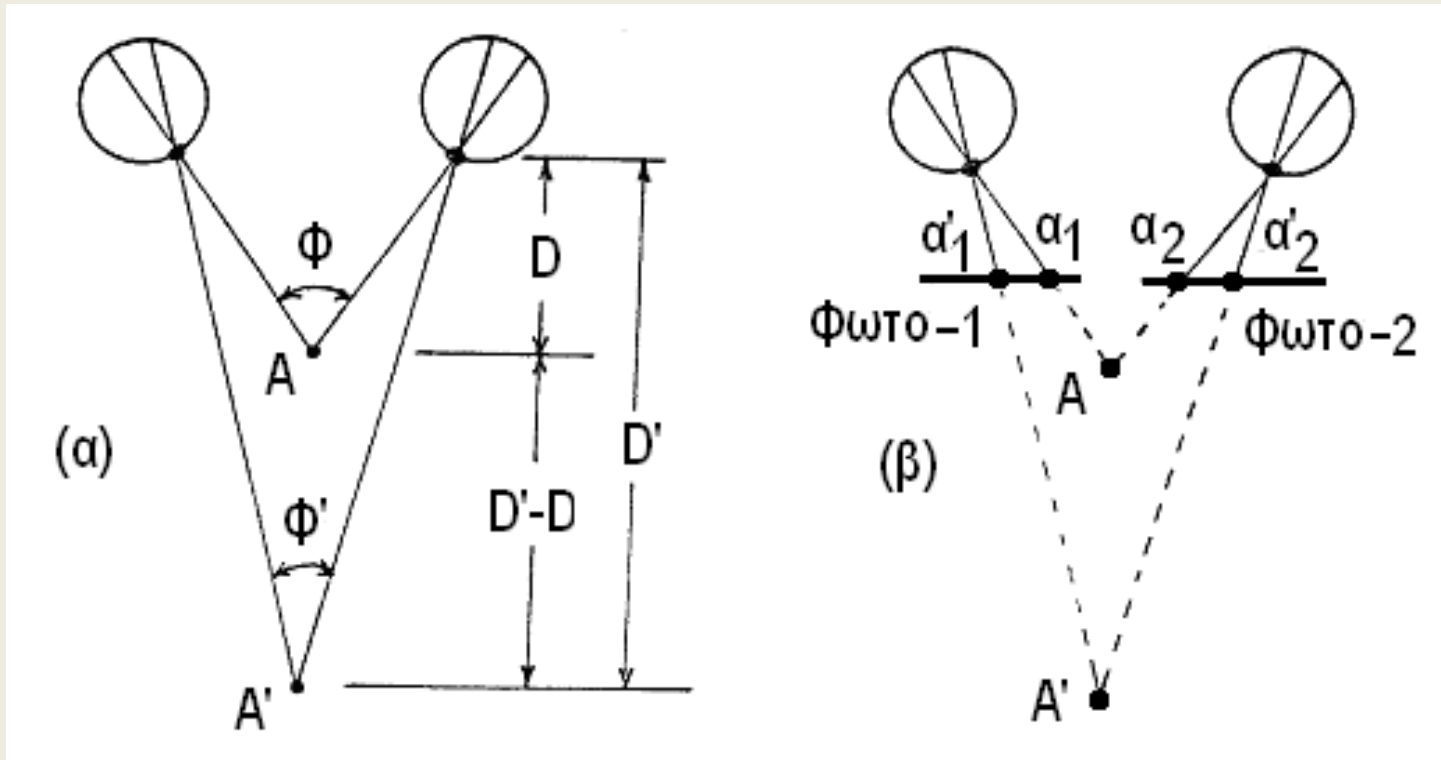
$$S_A = \frac{f}{H - h_A}$$

Μετατόπιση λόγω αναγλύφου

$$d = \frac{r h_A}{H}$$



# Στερεόραση – στέρεο εικόνες



(α) είναι παρμένες από δύο διαφορετικούς σταθμούς λήψης

(β) έχουν επικάλυψη

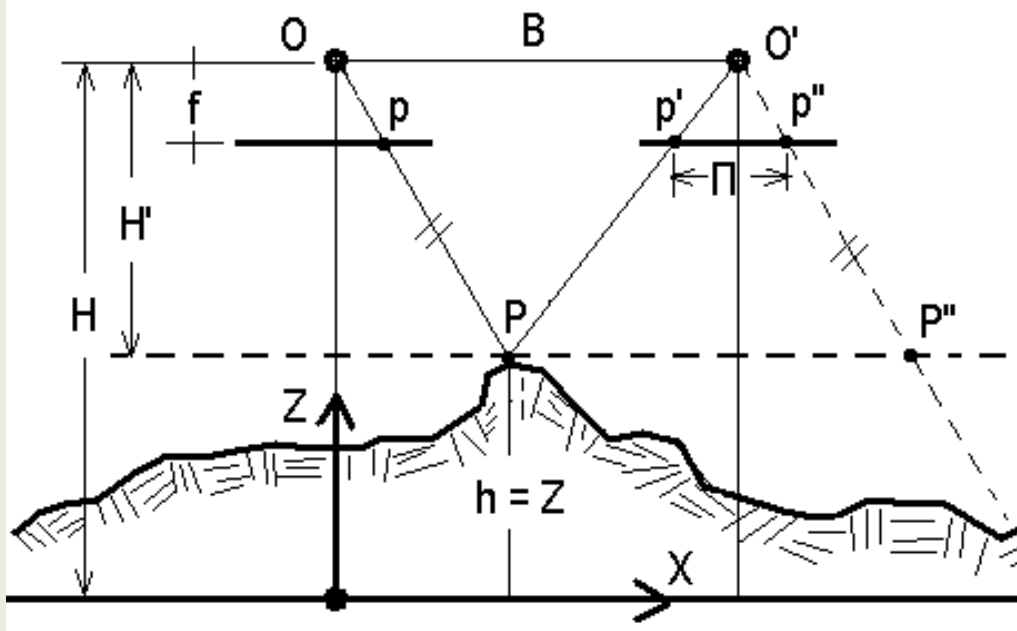
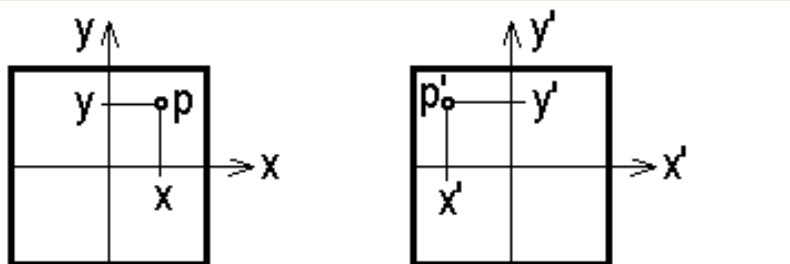
(γ) άξονες παράλληλοι και κάθετοι στη βάση

(δ) σταθερό αντικείμενο όταν κινείται η μηχανή

(ε) δύο συγχρονισμένες μηχανές με ταυτόχρονες εκθέσεις για κινούμενο αντικείμενο

# Γεωμετρία στερεοζεύγους Α/Φ

$$\frac{x - x'}{B} = \frac{f}{H - h} \Rightarrow h = H - \frac{Bf}{x - x'} \Rightarrow h = H - \frac{Bf}{\Pi}$$



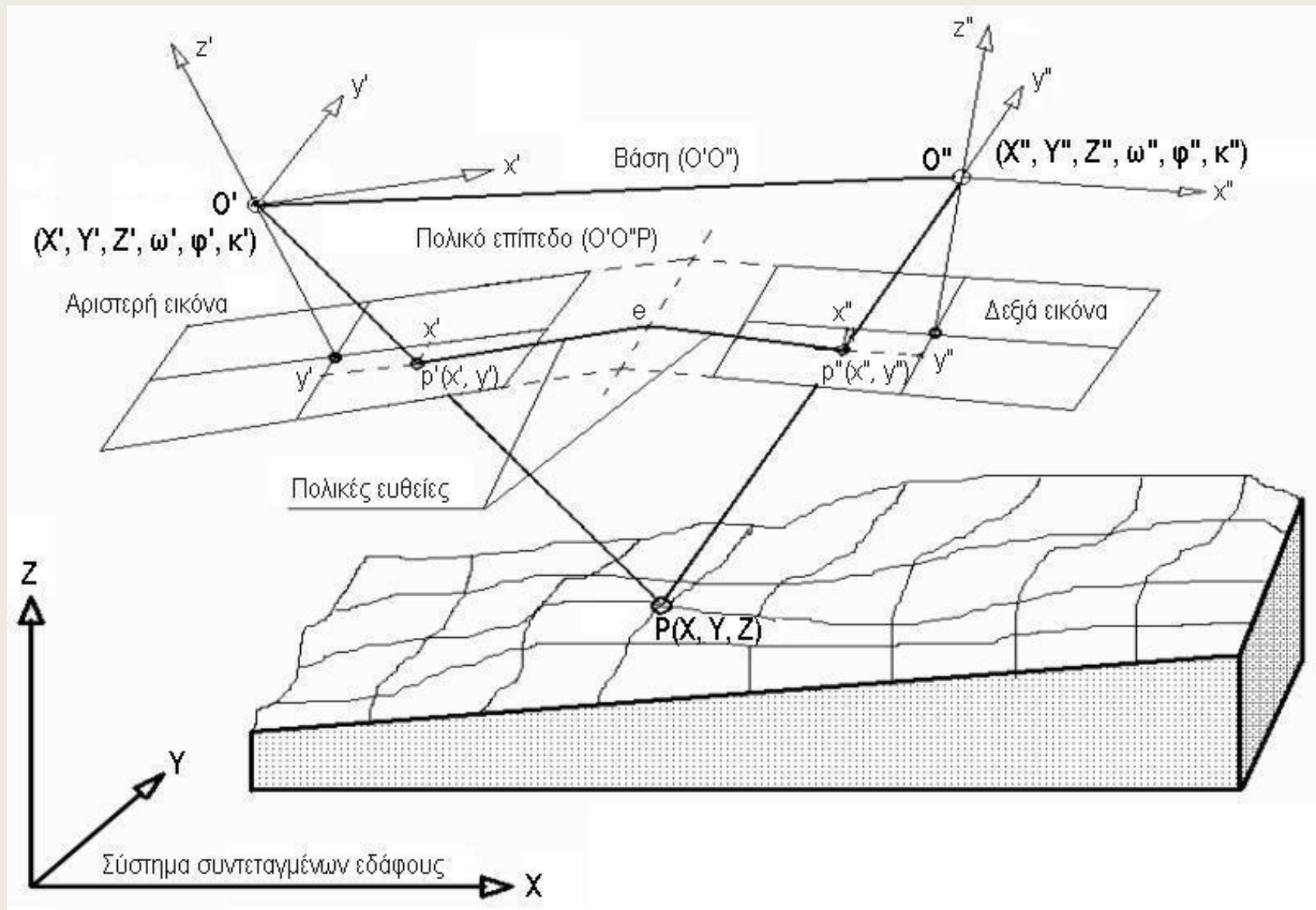
$$\frac{x}{X} = \frac{f}{H - h} \quad \eta$$

$$X = x \left( \frac{H - h}{f} \right) = \frac{x}{S}$$

$$\frac{y}{Y} = \frac{f}{H - h} \quad \eta$$

$$Y = y \left( \frac{H - h}{f} \right) = \frac{y}{S}$$

# Διάταξη ζεύγους επικαλυπτόμενων φωτογραφιών



# Η Συνθήκη Συγγραμμικότητας

$$\overline{O'p'} = k.M.\overline{O'P}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix} = kM \begin{bmatrix} X - X_L \\ Y - Y_L \\ Z - Z_L \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix} = k \begin{bmatrix} m_{11} m_{12} m_{13} \\ m_{21} m_{22} m_{23} \\ m_{31} m_{32} m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X - X_L \\ Y - Y_L \\ Z - Z_L \end{bmatrix}$$

$$x = -f \frac{m_{11}(X - X_L) + m_{12}(Y - Y_L) + m_{13}(Z - Z_L)}{m_{31}(X - X_L) + m_{32}(Y - Y_L) + m_{33}(Z - Z_L)}$$

$$y = -f \frac{m_{21}(X - X_L) + m_{22}(Y - Y_L) + m_{23}(Z - Z_L)}{m_{31}(X - X_L) + m_{32}(Y - Y_L) + m_{33}(Z - Z_L)}$$

$m_{11}$  = συνφ.συνκ

$m_{12}$  = συνω.ημκ + ημω.ημφ.συνκ

$m_{13}$  = ημω.ημκ - συνω.ημφ.συνκ

$m_{21}$  = -συνφ.ημκ

$m_{22}$  = συνω.συνκ - ημω.ημφ.ημκ

$m_{23}$  = ημω.συνκ + συνω.ημφ.ημκ

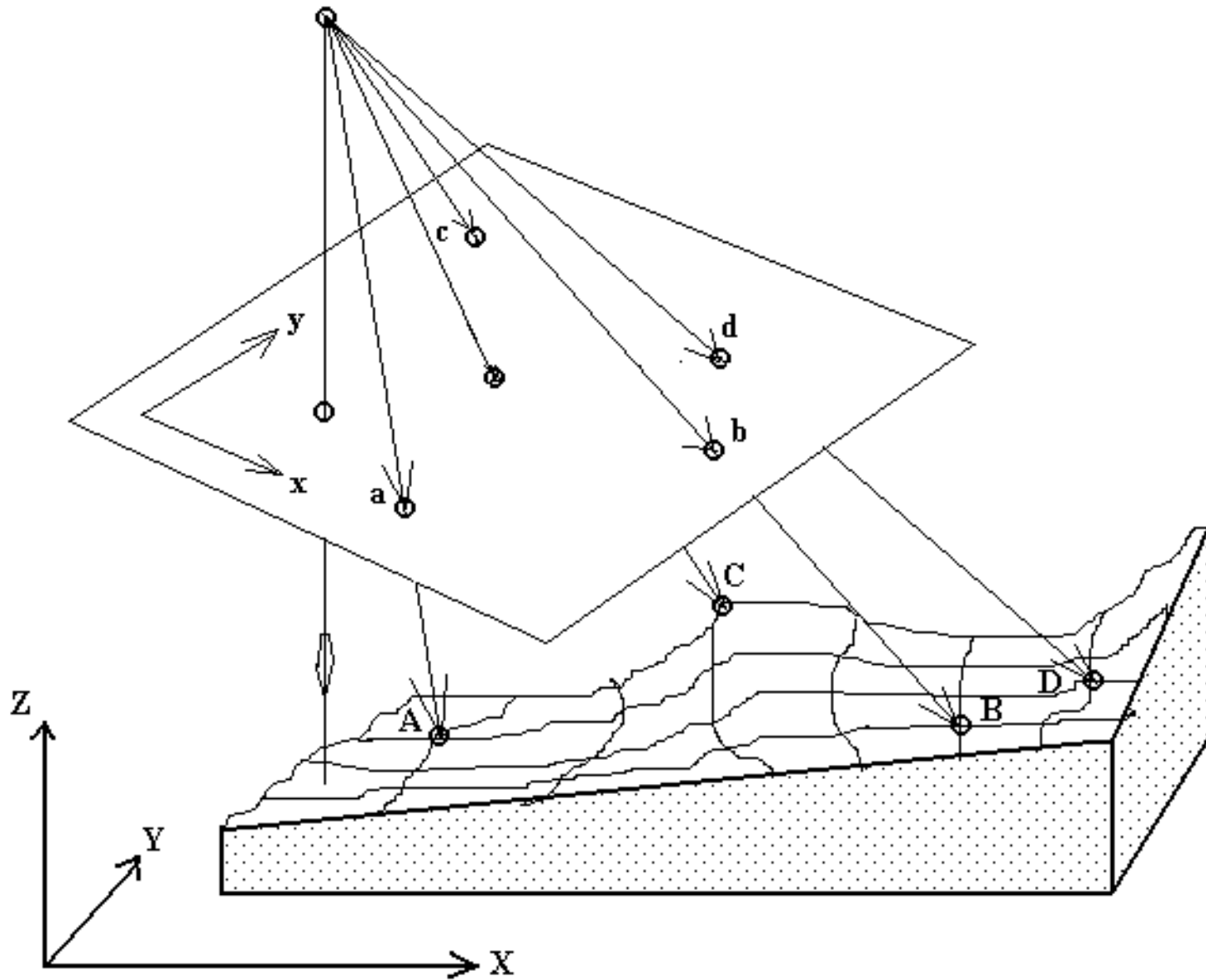
$m_{31}$  = ημφ

$m_{32}$  = - ημω.συνφ

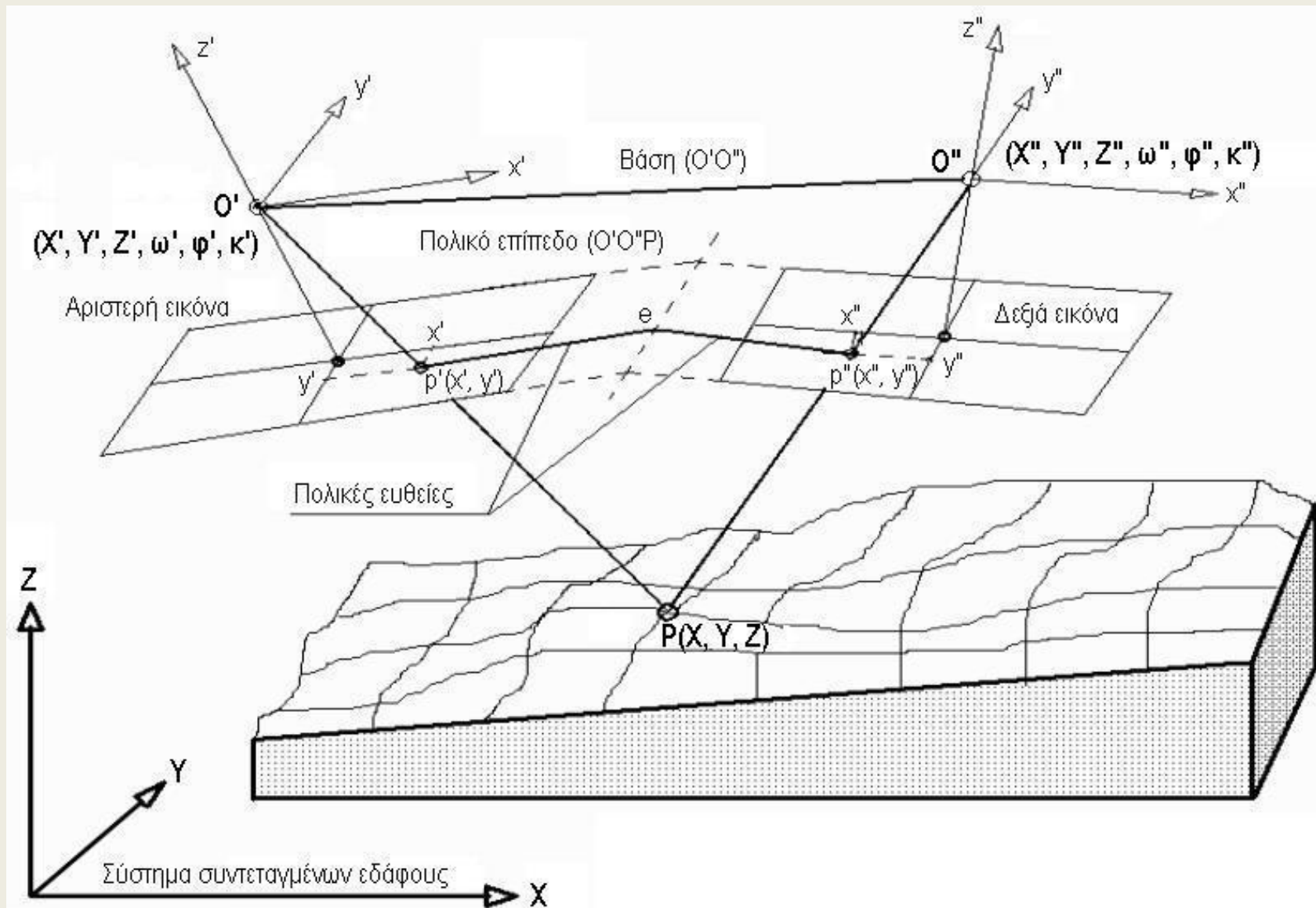
$m_{33}$  = συνω.συνφ

# Διάταξη οπισθοτομίας χώρου

$O(X, Y, Z), (\omega, \phi, \kappa)$

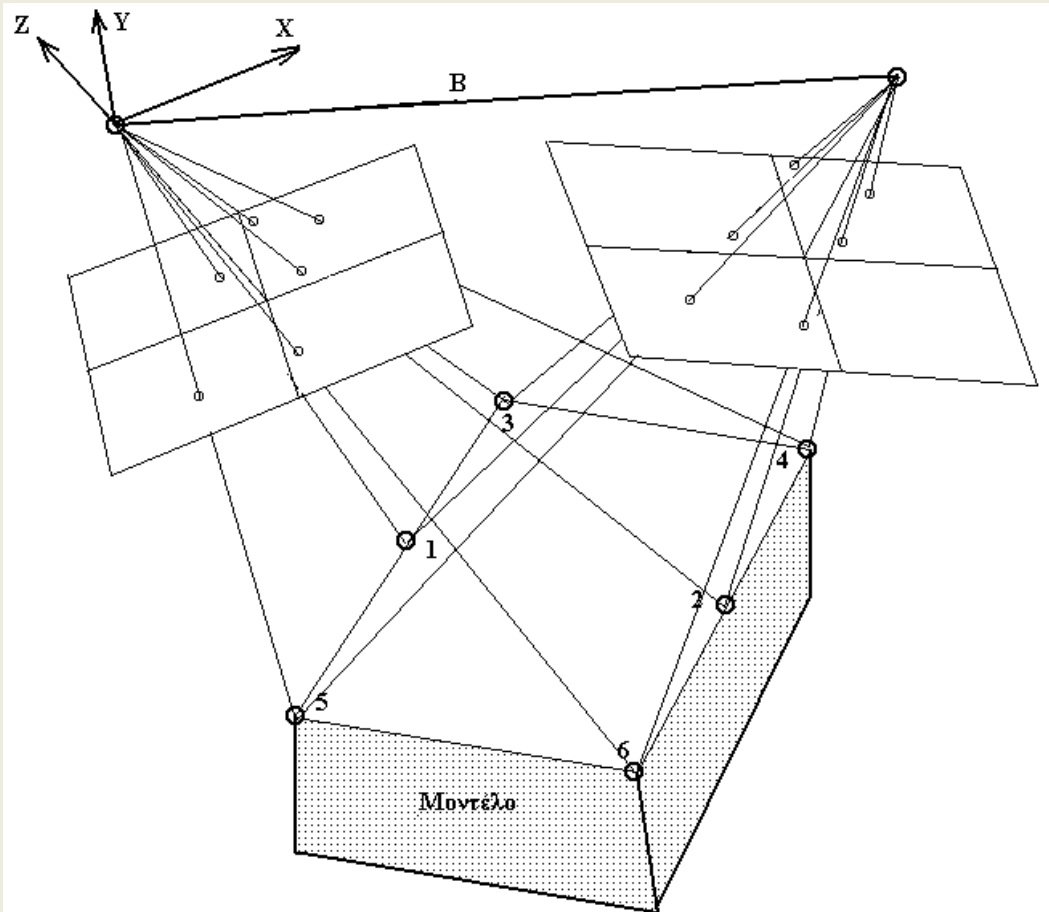


# Εμπροσθοτομία χώρου



# Σχετικός προσανατολισμός

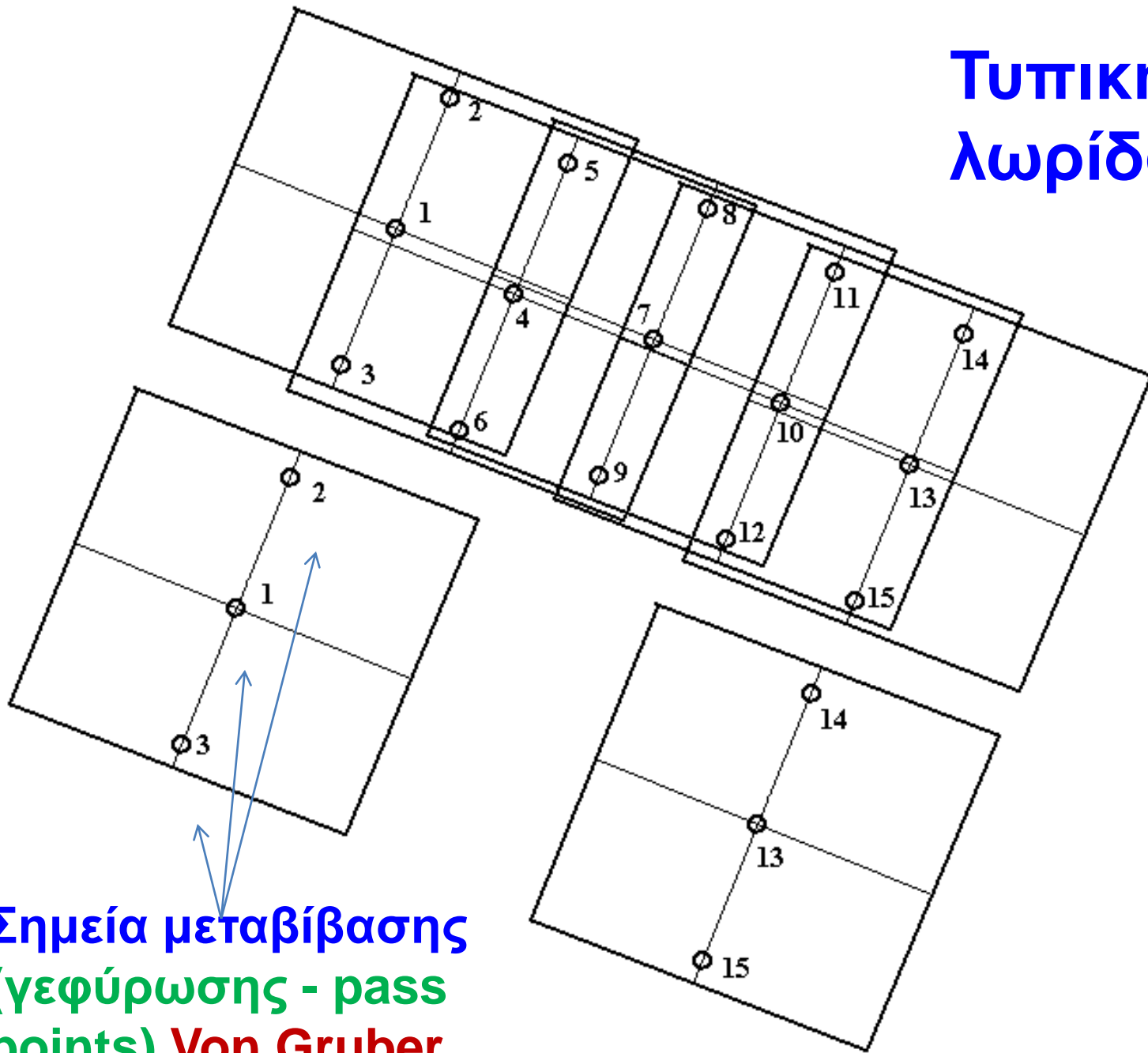
Ο σχετικός προσανατολισμός έχει σαν στόχο την τομή όλων των ομόλογων ακτίνων δύο ή περισσότερων επικαλυπτόμενων εικόνων. Όταν αυτό επιτευχθεί, τότε οι δέσμες των ακτίνων αυτών βρίσκονται σε προβολική θέση, βλέπε σχήμα.



**Δέσμες ομόλογων ακτίνων σε προβολική θέση και ο σχηματισμός μοντέλου**

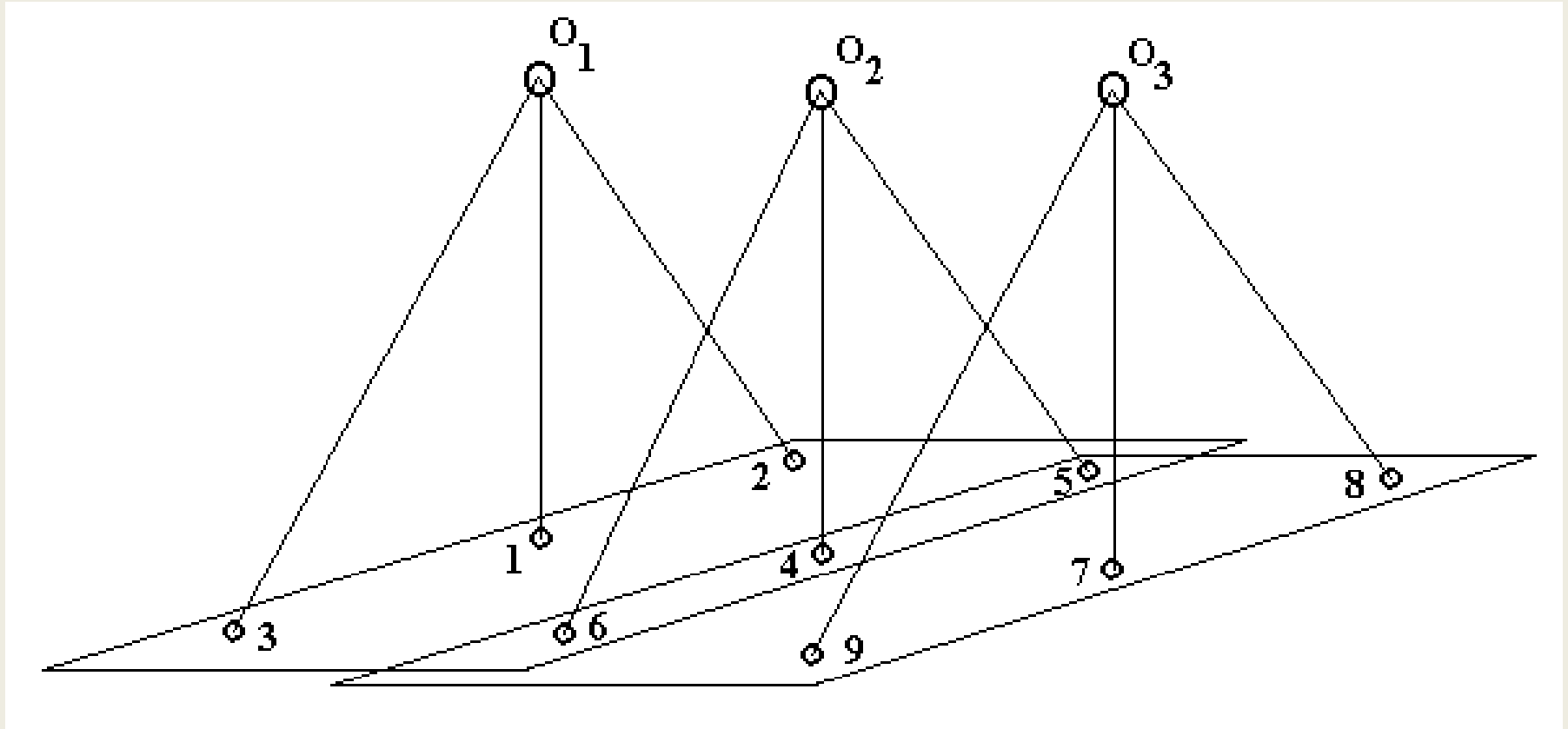


# Τυπική διάταξη λωρίδας

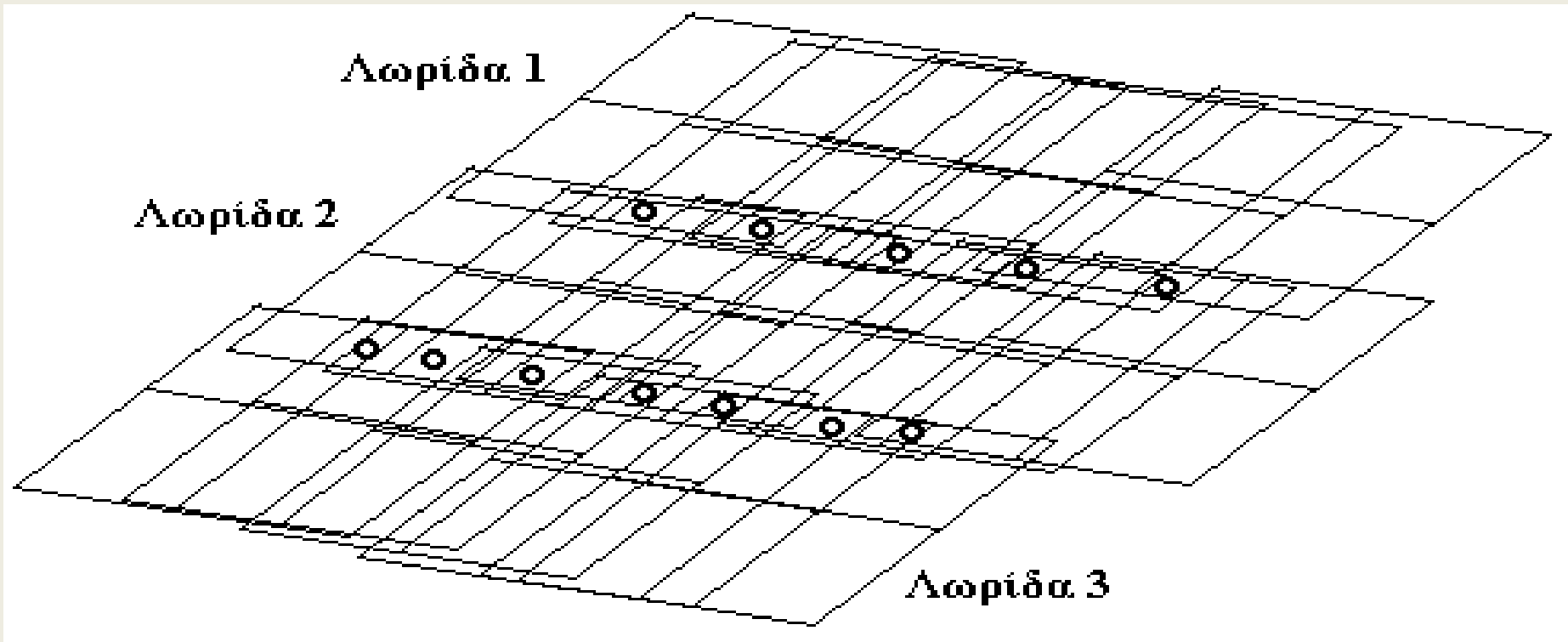


Σημεία μεταβίβασης  
(γεφύρωσης - pass  
points) Von Gruber

# Διασύνδεση μοντέλων μεταξύ τους

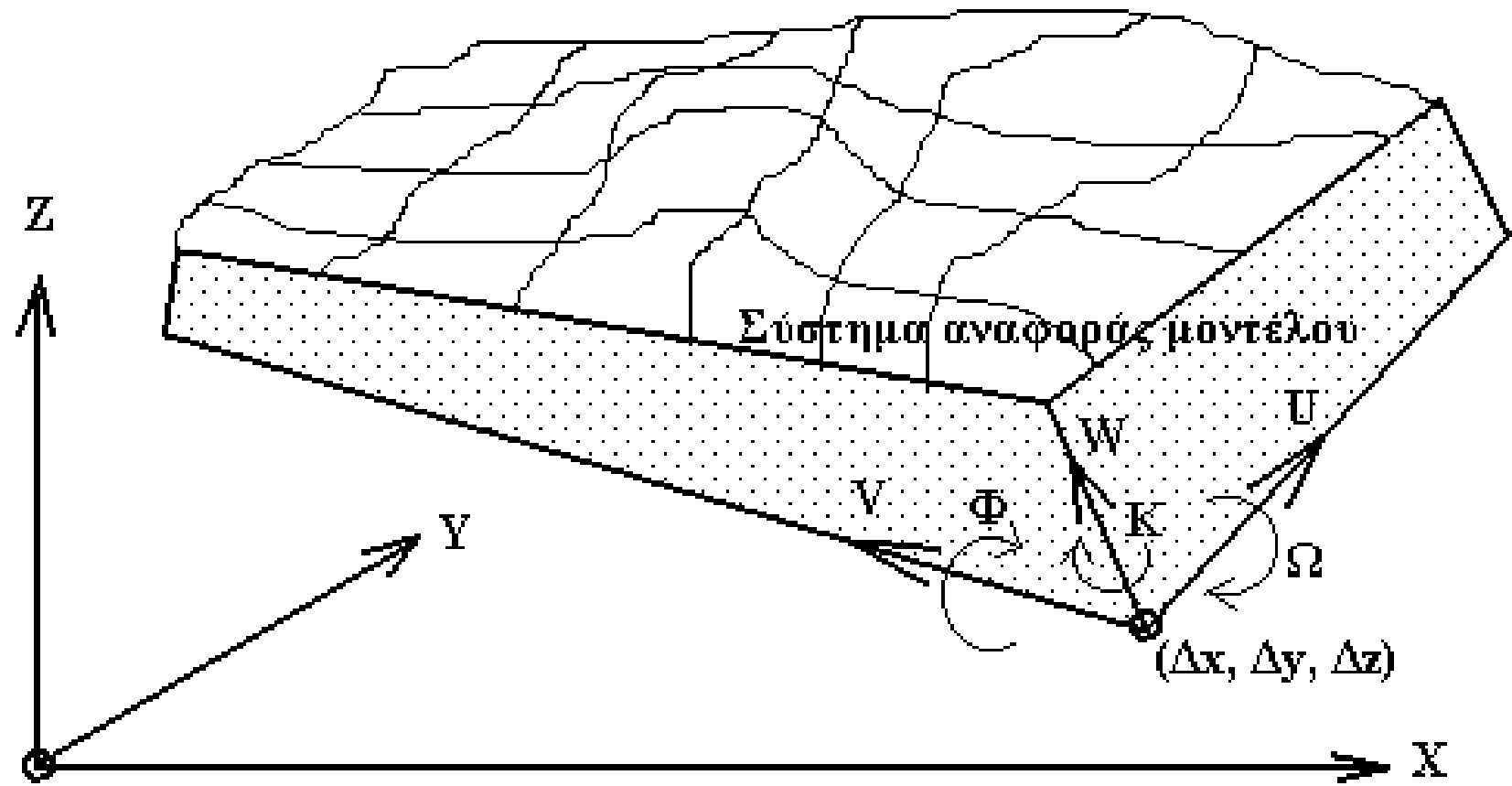


Μπλοκ αποτελούμενο από τρεις λωρίδες.  
Τα σημεία διασύνδεσης (**tie points**)  
φαίνονται σε κυκλάκια.



**Απόλυτος Προσανατολισμός.** Συσχετισμός συστήματος αναφοράς μοντέλου με το σύστημα αναφοράς εδάφους.

Μοντέλο περιοχής που προκύπτει από το σχετικό προσανατολισμό δύο ή περισσότερων εικόνων



Σύστημα αναφοράς εδάφους

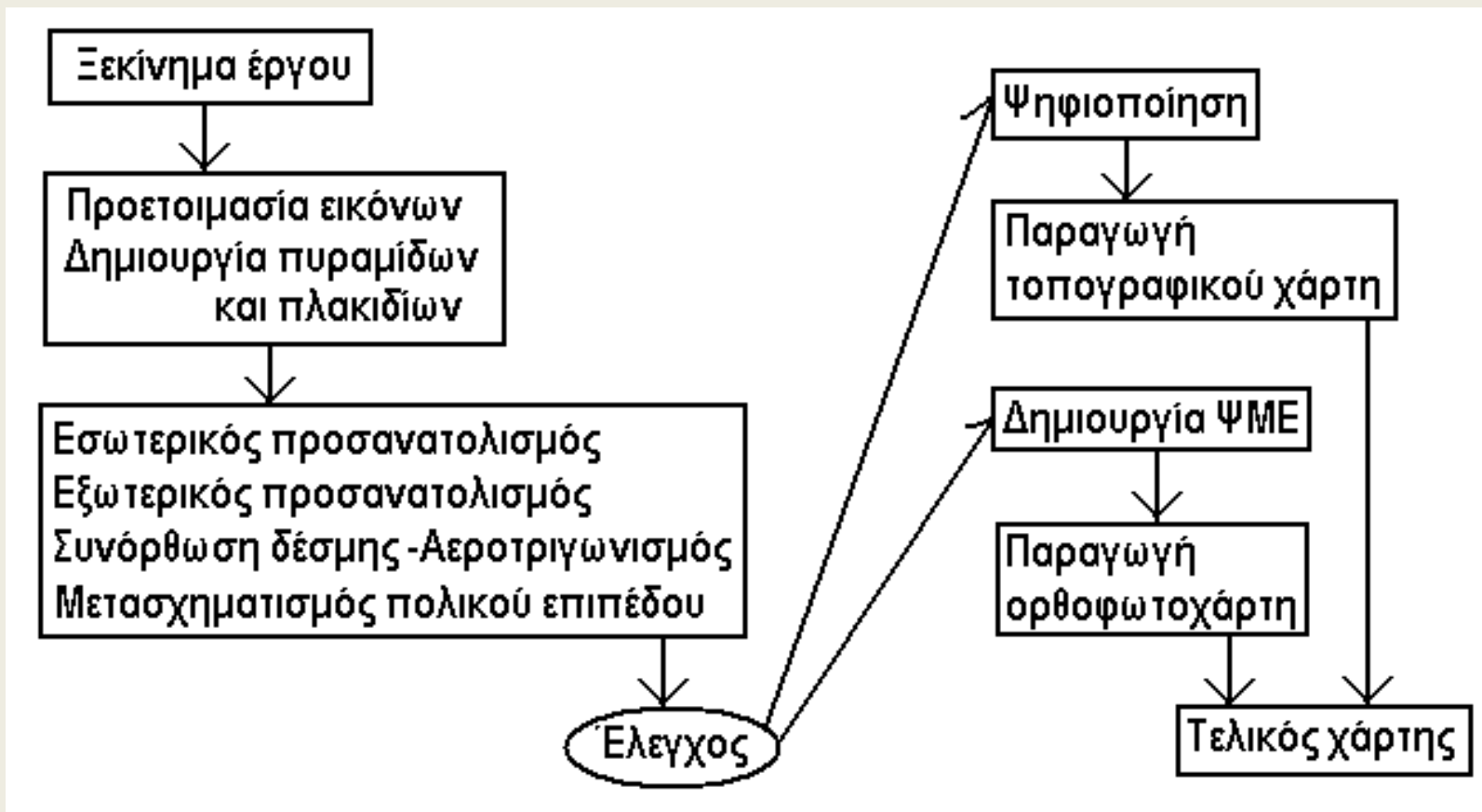
# Απόλυτος Προσανατολισμός

## Τρισδιάστατος μετασχηματισμός συντεταγμένων

Οι 7 παράμετροι του απόλυτου προσανατολισμού αποτελούν τις απαραίτητες παραμέτρους για να γίνει ο τρισδιάστατος μετασχηματισμός συντεταγμένων από ένα σύστημα αναφοράς σε άλλο, π.χ. από το σύστημα αναφοράς του μοντέλου στο σύστημα αναφοράς του εδάφους. Με βάση το Σχ. 1.8 έχουμε:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix} + kM \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix}$$

# Η διαδικασία δημιουργίας δοκιμίου χάρτη



# Τοπογραφικός χάρτης

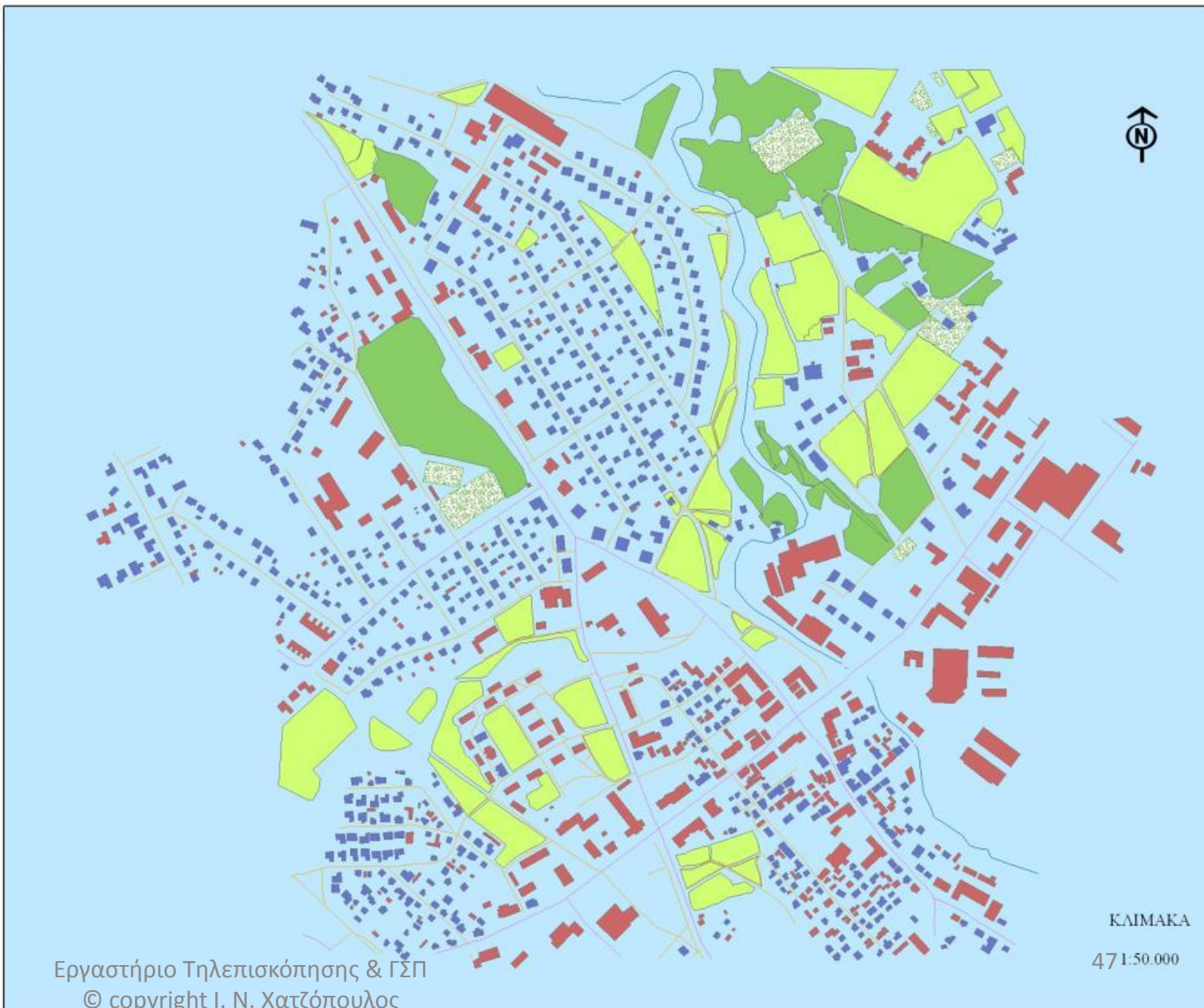
ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗ  
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ  
ΛΟΚΙΜΙΟΥ ΧΑΡΤΗ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ  
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΦΙΝΛΑΝΔΙΑΣ

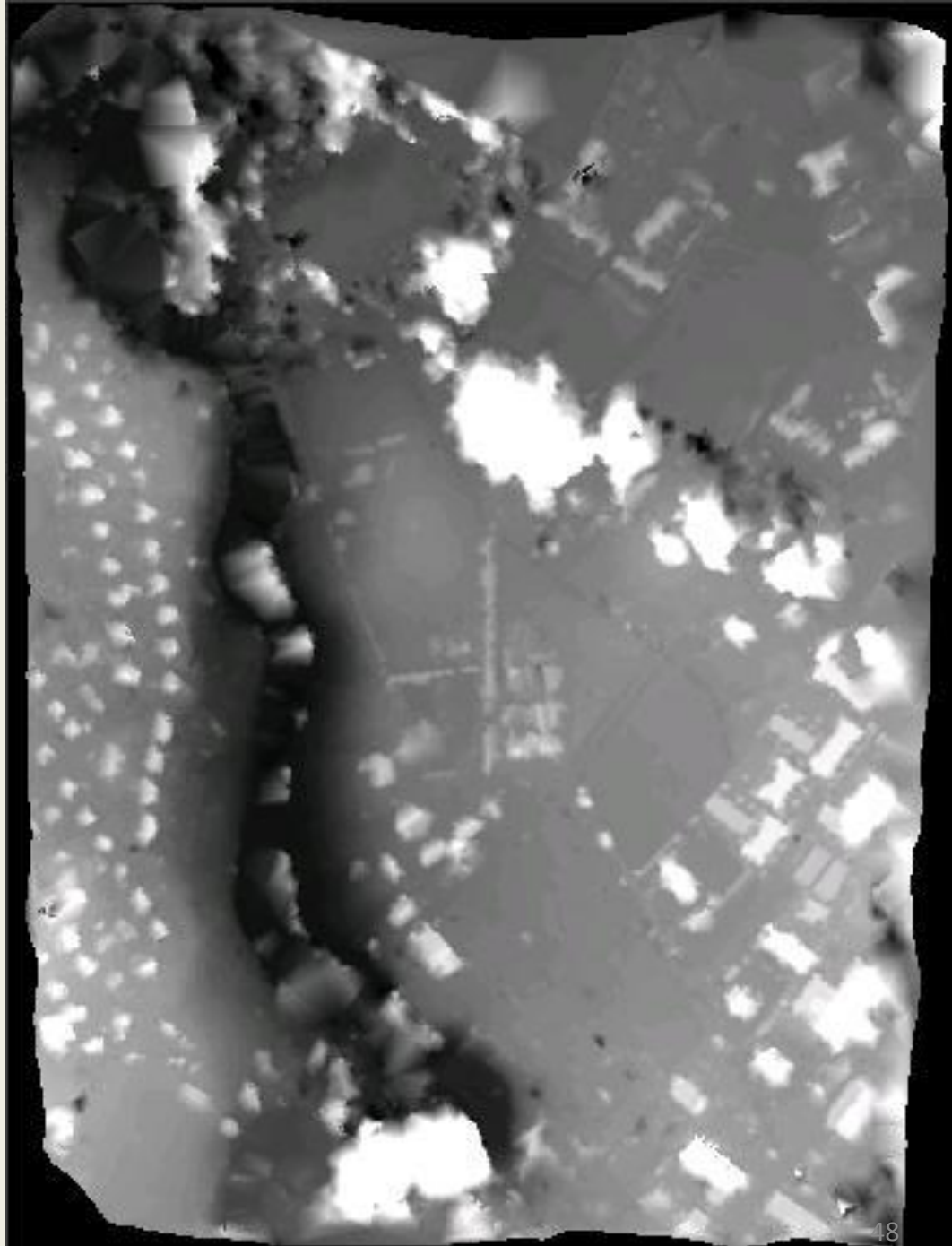
ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:  
ΧΟΥΣΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ  
ΚΟΚΚΙΝΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ  
ΚΥΠΡΑΙΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ  
ΜΠΑΤΖΙΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ  
ΣΤΑΜΙΡΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ  
ΑΜΑΝΑΤΙΑΗΣ ΛΑΖΑΡΟΣ

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Κύρια Οδική Αρτηρία
- Δευτερεύουσα Οδική Αρτηρία
- Ποταμός
- Γέφυρες
- Δασικές Εκτάσεις
- Καλλιεργήσιμες Εκτάσεις
- Άγονες Εκτάσεις
- Κατοικίες
- Άλλα Κτήρια



# ΨΜΕ





# Τοπογραφικό + ορθοφωτογραφία



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
Π.Σ.Ε. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ  
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗ  
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ  
ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΧΑΡΤΗ

ΤΕΛΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ  
ΠΑΡΑΘΕΣΗΣ  
ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΩΝ  
ΚΑΙ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ  
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:  
ΧΟΥΣΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ  
ΚΟΚΚΙΝΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ  
ΚΥΠΡΑΙΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ  
ΜΠΑΤΖΙΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ  
ΣΤΑΜΠΡΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ  
ΑΜΑΝΑΤΙΑΗΣ ΛΑΖΑΡΟΣ

ΜΥΤΙΑΗΝΗ  
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2005



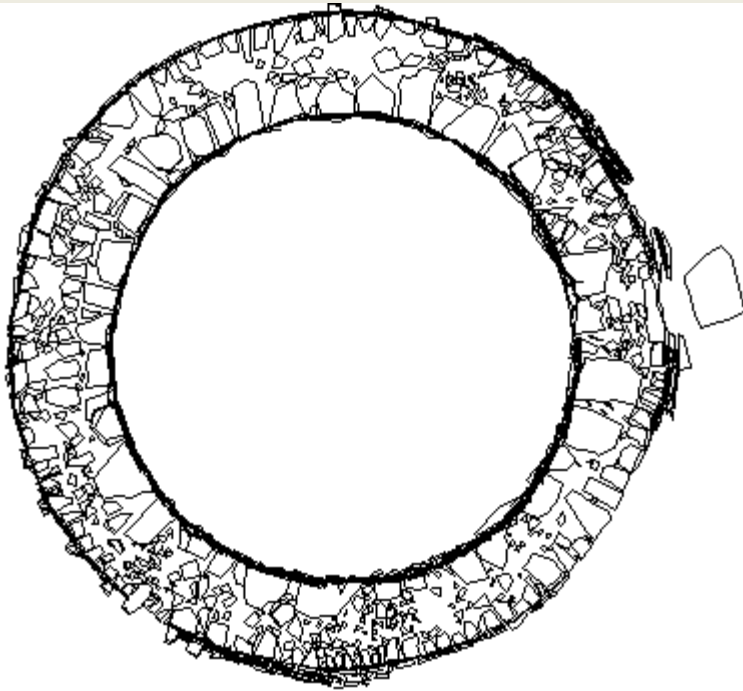
Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης & ΓΣΠ  
© copyright I. N. Χατζόπουλος

ΚΛΙΜΑΚ

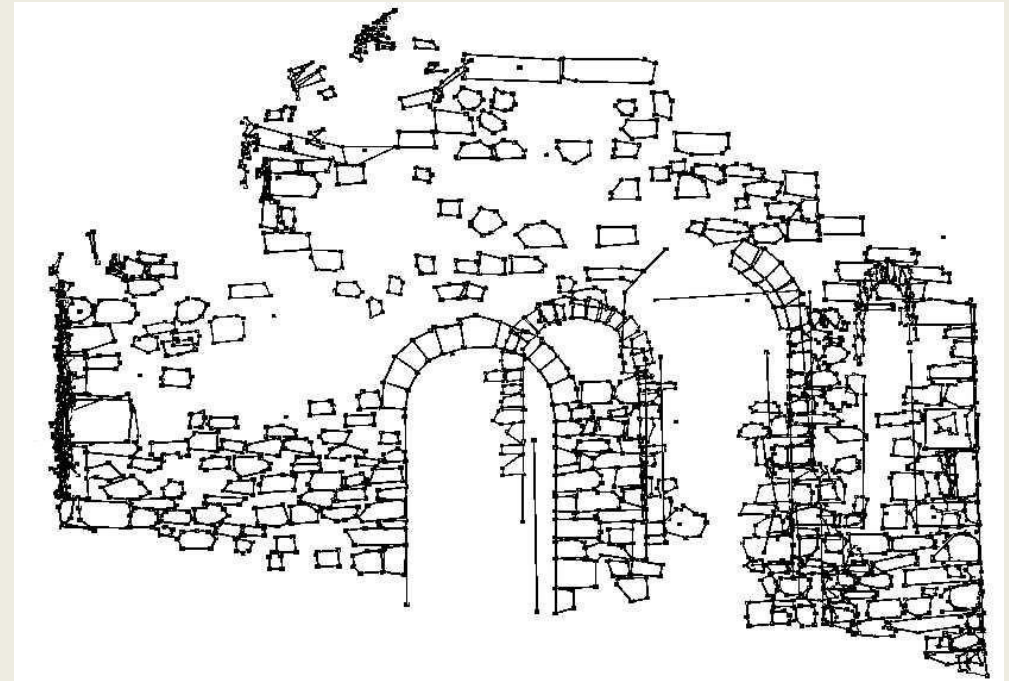
49

1:50.000

# Μη συμβατική Φωτογραμμετρία - Αρχαιολογία

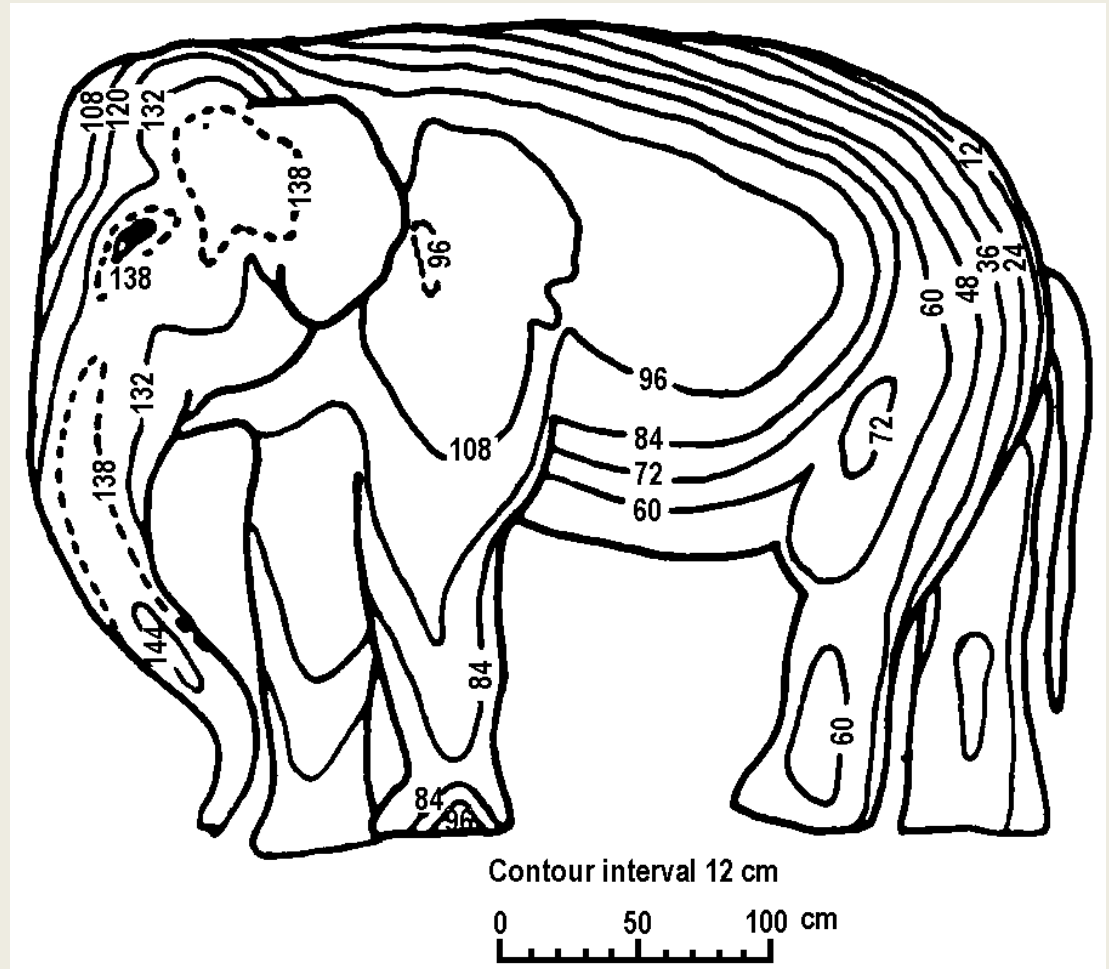


Θολωτός τάφος -  
Κρήτη



Ο «Τεκές» στο μεσαιωνικό  
κάστρο της Μυτιλήνης

# Μη συμβατική Φωτογραμμετρία - Εθνικά πάρκα



Τοπογράφιση μικρού  
ελέφαντα σε ζωολογικό  
κήπο χωρίς καμία  
επαφή με το  
αντικείμενο

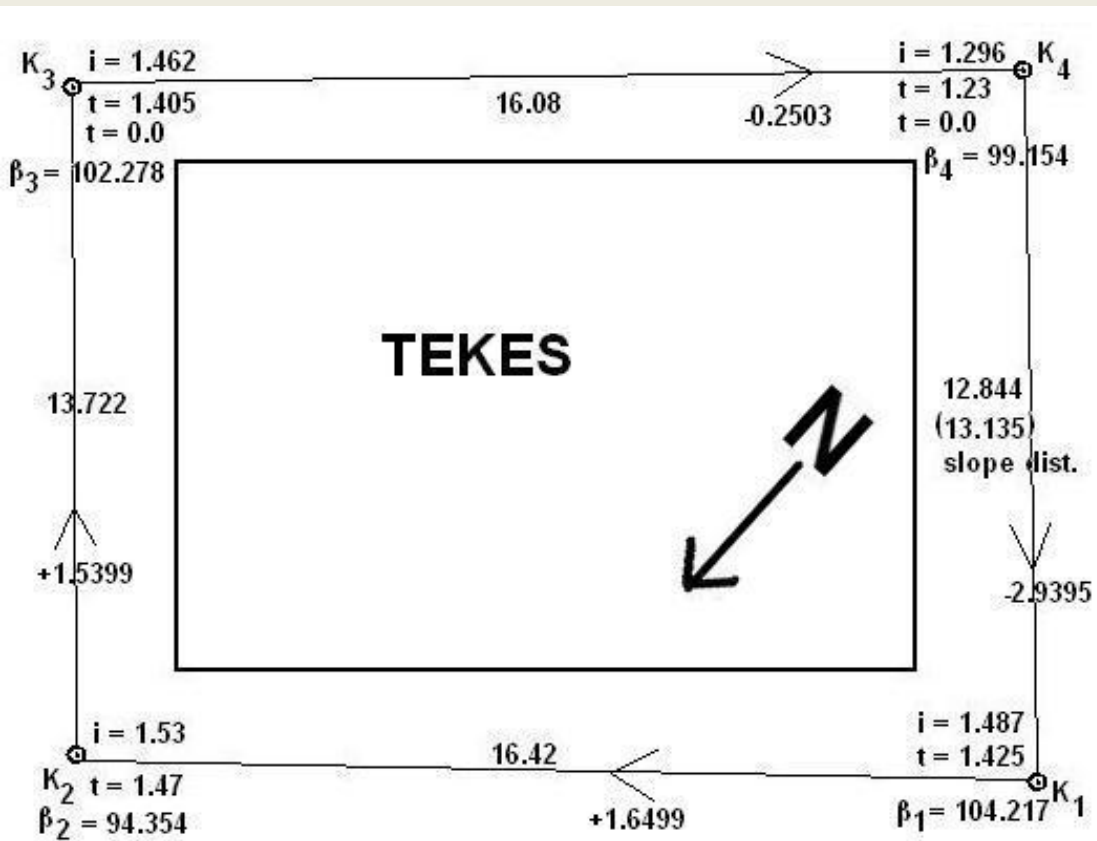
# Όλες οι φάτσες του κτηρίου καλύπτονται με στερεοζεύγη φωτογραφιών



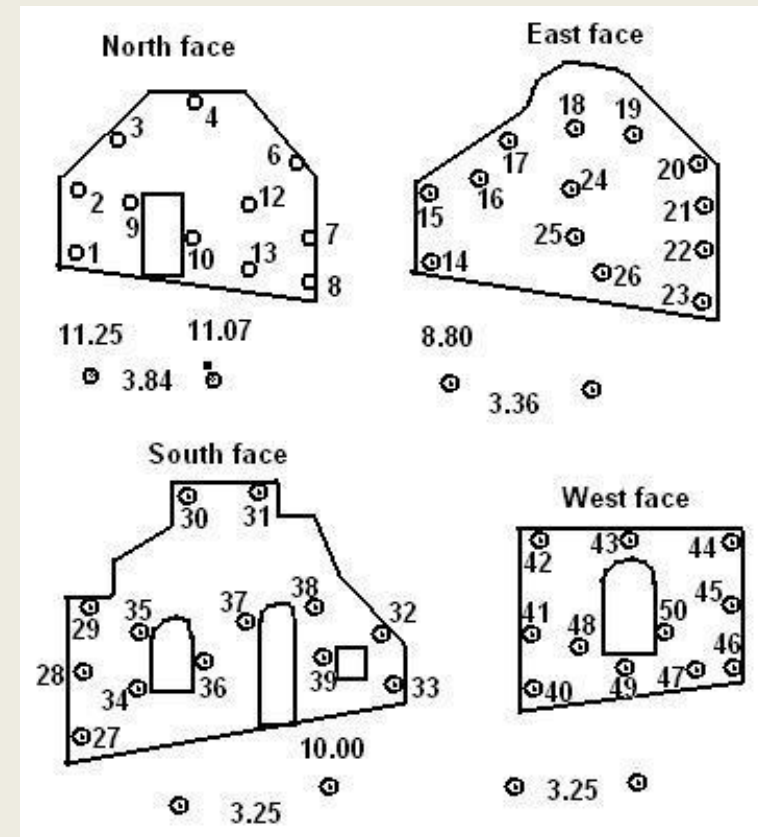
## Σχεδόν στέρεο εικόνες του Τεκέ στο Κάστρο της Μυτιλήνης



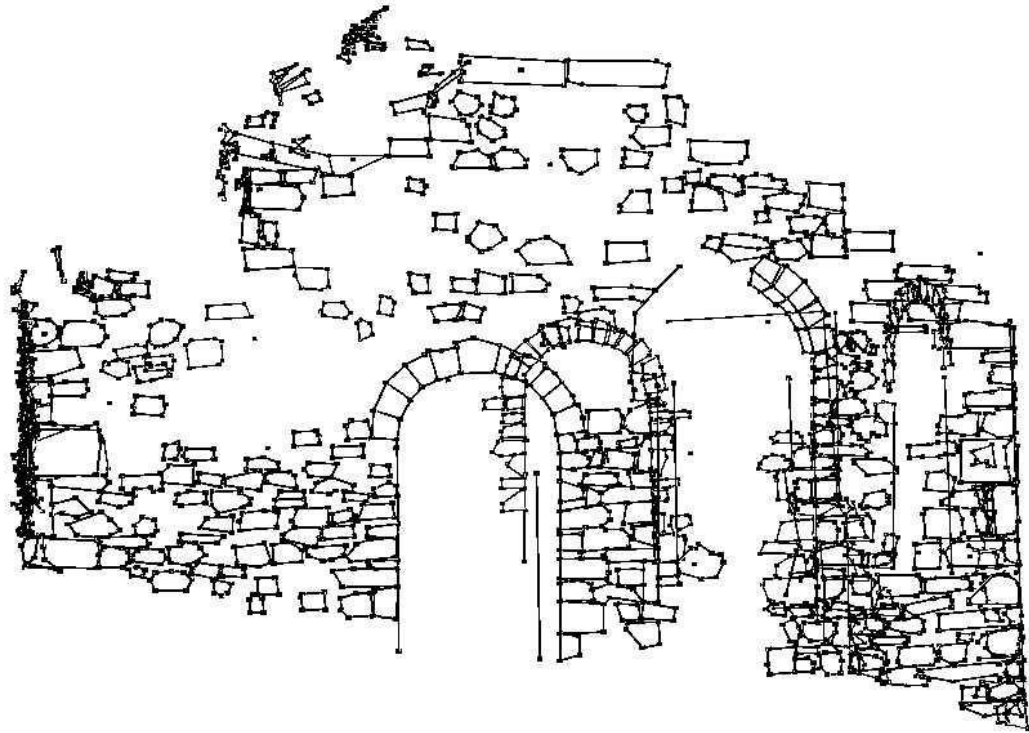
# Μετρήσεις στόχων στο κοινό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ87



Όδευση με ολικό σταθμό και GPS



Στόχοι με εμπροσθοτομία, βάση λήψης φωτογραφιών



## Τρισδιάστατη όψη ολόκληρου του κτηρίου

Εκπονήθηκαν στο Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης &  
ΓΣΠ του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Λογισμικό:  
Photomodeler

## Ορθοφωτογραφία της Βόρειας όψης.

Να σημειωθεί ότι μόνο τα  
χαρακτηριστικά που βρίσκονται στο  
ενιαίο επίπεδο της φάτσας είναι σε  
θέση όρθο.



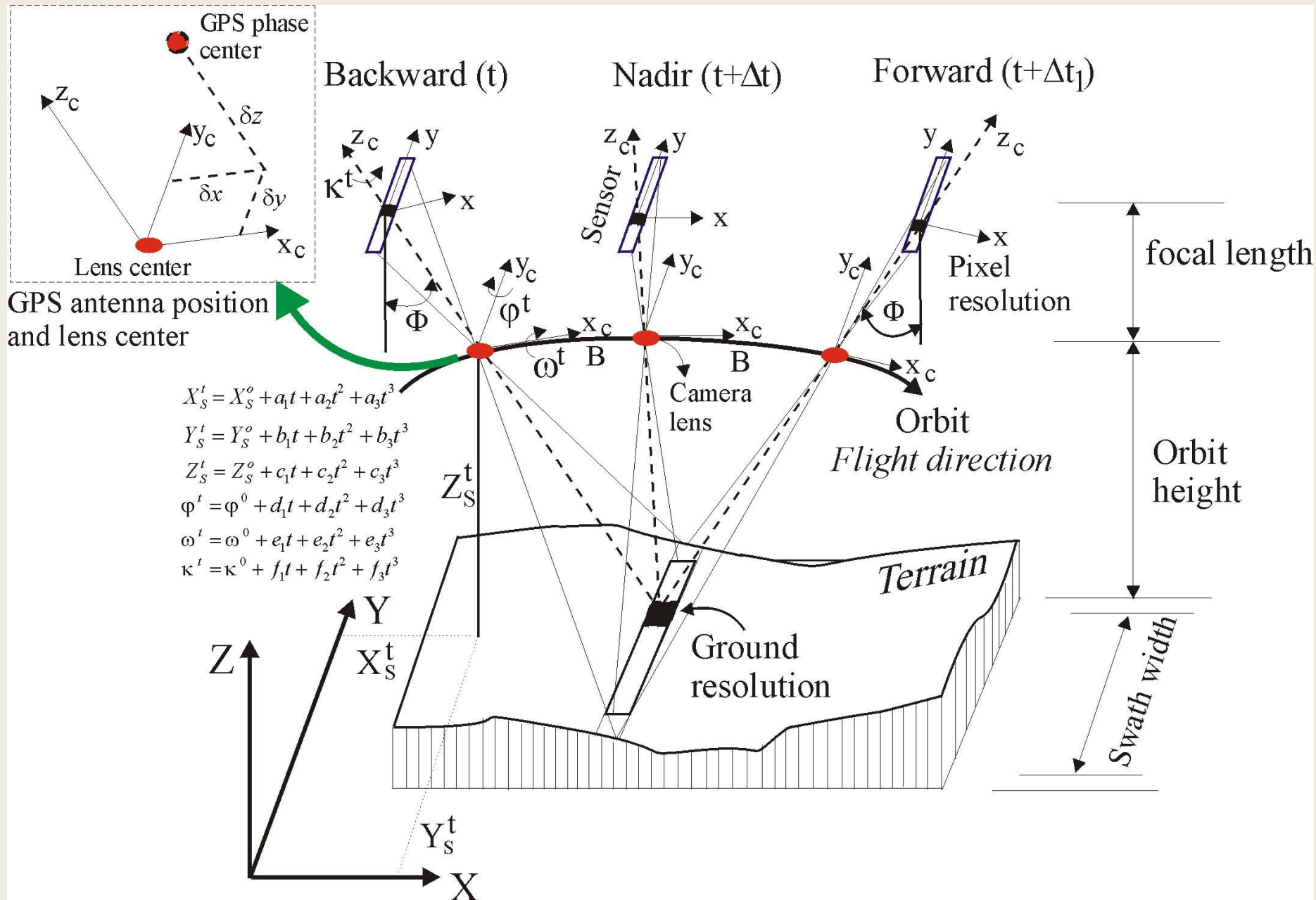
# Δορυφορική φωτογραμμετρία

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 αναπτύχθηκαν δορυφορικά συστήματα λήψης εικόνων υψηλής ανάλυσης του ενός μέτρου αρχικά, σε λιγότερο από 50 εκατοστά αργότερα και προγραμματίζονται 25 εκατοστά το 2013.

Τα συστήματα αυτά παρέχουν μια σειρά από προϊόντα που συνήθως είναι 4 κανάλια εικόνων στο ορατό και κοντινό υπέρυθρο και ένα κανάλι στο παγχρωματικό.

Το παγχρωματικό συνήθως έχει μια χωρική ανάλυση 2-4 φορές μεγαλύτερη από τα άλλα κανάλια και χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τα άλλα κανάλια για να δημιουργηθούν έγχρωμες και ψευδόχρωμες εικόνες με την ανάλυση του παγχρωματικού (*παγχρόξυνση pansharpening*).

# Ποικιλία λήψεων του συστήματος Ικονος





# Μοντέλο αισθητήρα με ρητά πολυώνυμα (RPF)

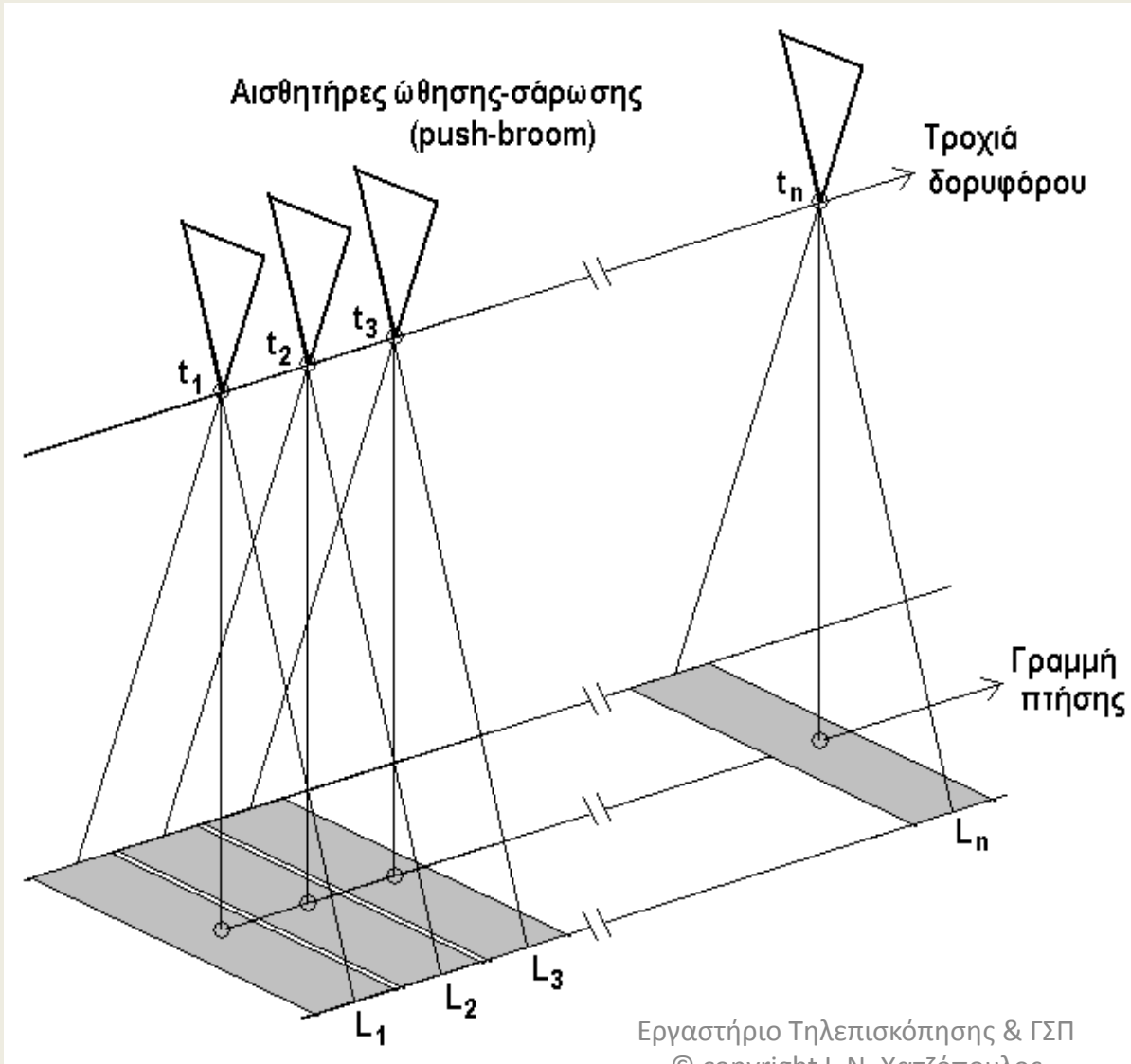
$$l = \frac{\text{Αριθμητής}_L(X, Y, Z)}{\text{Παρανομαστής}_L(X, Y, Z)}, \quad c = \frac{\text{Αριθμητής}_c(X, Y, Z)}{\text{Παρανομαστής}_c(X, Y, Z)}$$

- Όπου  $l$ ,  $c$  είναι οι συντεταγμένες ενός εικονοστοιχείου εικόνας  $l$  = γραμμή,  $c$  = στήλη,
- Αριθμητής<sub>L</sub>( $X, Y, Z$ ) =
- $a_1 + a_2X + a_3Y + a_4Z + a_5XY + a_6XZ + a_7YZ + a_8X^2 + a_9Y^2 + a_{10}Z^2 + a_{11}XY^2 + a_{12}XZ^2 + a_{13}X^2Y + a_{14}YZ^2 + a_{15}X^2Z + a_{16}Y^2Z + a_{17}XYZ + a_{18}X^3 + a_{19}Y^3 + a_{20}Z^3$
- Παρανομαστής<sub>L</sub>( $X, Y, Z$ ) =
- $b_1 + b_2X + b_3Y + b_4Z + b_5XY + b_6XZ + b_7YZ + b_8X^2 + b_9Y^2 + b_{10}Z^2 + b_{11}XY^2 + b_{12}XZ^2 + b_{13}X^2Y + b_{14}YZ^2 + b_{15}X^2Z + b_{16}Y^2Z + b_{17}XYZ + b_{18}X^3 + b_{19}Y^3 + b_{20}Z^3$
- Αριθμητής<sub>c</sub>( $X, Y, Z$ ) =
- $c_1 + c_2X + c_3Y + c_4Z + c_5XY + c_6XZ + c_7YZ + c_8X^2 + c_9Y^2 + c_{10}Z^2 + c_{11}XY^2 + c_{12}XZ^2 + c_{13}X^2Y + c_{14}YZ^2 + c_{15}X^2Z + c_{16}Y^2Z + c_{17}XYZ + c_{18}X^3 + c_{19}Y^3 + c_{20}Z^3$
- Παρανομαστής<sub>c</sub>( $X, Y, Z$ ) =
- $d_1 + d_2X + d_3Y + d_4Z + d_5XY + d_6XZ + d_7YZ + d_8X^2 + d_9Y^2 + d_{10}Z^2 + d_{11}XY^2 + d_{12}XZ^2 + d_{13}X^2Y + d_{14}YZ^2 + d_{15}X^2Z + d_{16}Y^2Z + d_{17}XYZ + d_{18}X^3 + d_{19}Y^3 + d_{20}Z^3$

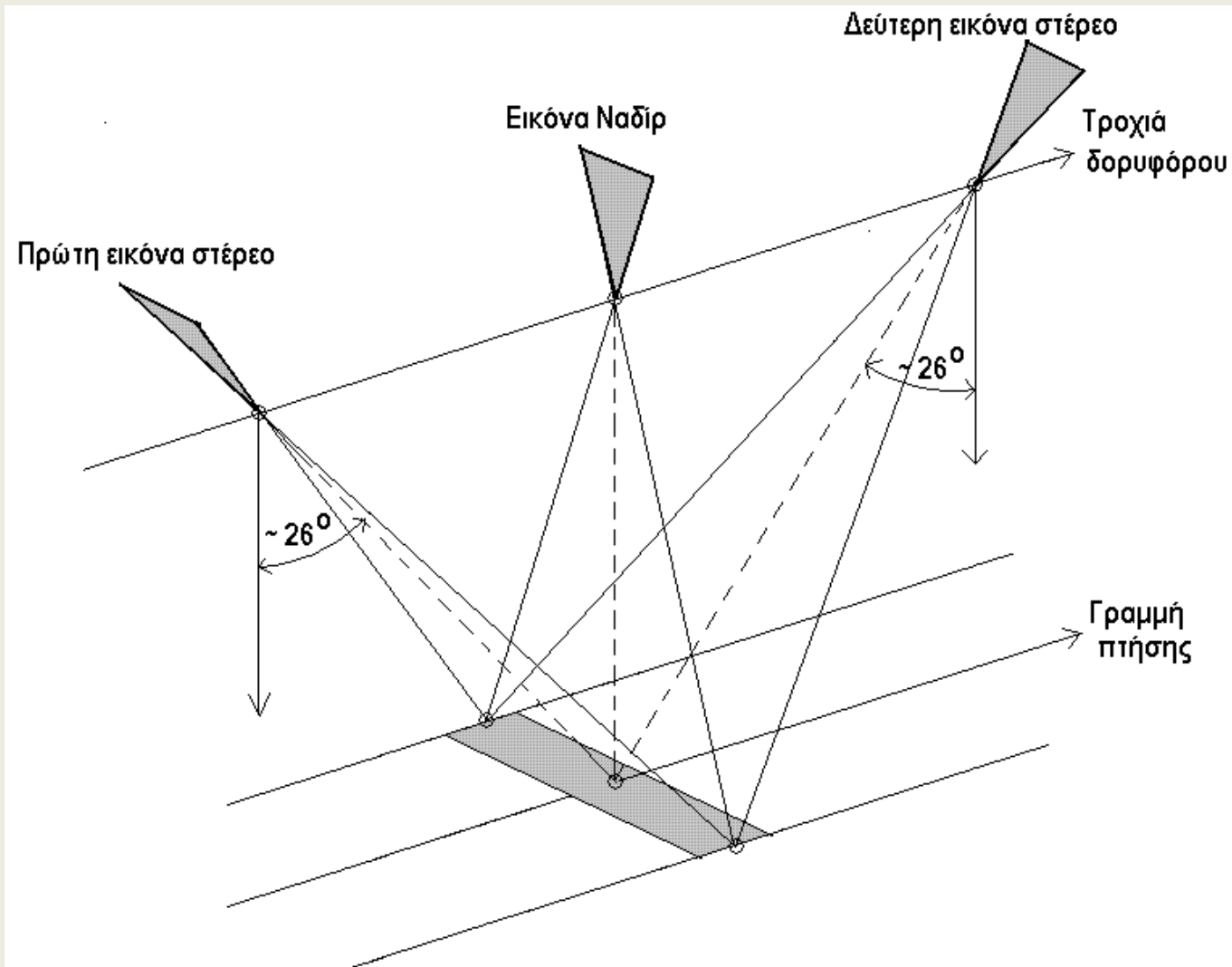
# Συντελεστές ρητών συναρτήσεων (RPC)

LINE\_OFF: +010305.00 pixels  
SAMP\_OFF: +008019.00 pixels  
LAT\_OFF: +37.16410000 degrees  
LONG\_OFF: +025.56540000 degrees  
HEIGHT\_OFF: +0254.000 meters  
LINE\_SCALE: +010306.00 pixels  
SAMP\_SCALE: +008019.00 pixels  
LAT\_SCALE: +00.04700000 degrees  
LONG\_SCALE: +000.04610000 degrees  
HEIGHT\_SCALE: +0667.000 meters  
LINE\_NUM\_COEFF\_1: -7.674789618318715E-04  
LINE\_NUM\_COEFF\_2: +1.202009475665107E-02  
LINE\_NUM\_COEFF\_3: -1.012292622794225E+00  
LINE\_NUM\_COEFF\_4: -7.687239598595012E-03  
LINE\_NUM\_COEFF\_5: +3.874939639151622E-03  
LINE\_NUM\_COEFF\_6: -3.143672971657616E-05  
LINE\_NUM\_COEFF\_7: +1.862342360062565E-03  
LINE\_NUM\_COEFF\_8: -2.382944924202562E-04  
LINE\_NUM\_COEFF\_9: -6.647726662033278E-03  
LINE\_NUM\_COEFF\_10: +1.716113859840664E-05  
LINE\_NUM\_COEFF\_11: -5.508044225897910E-06  
LINE\_NUM\_COEFF\_12: +7.326261612636906E-07  
LINE\_NUM\_COEFF\_13: -1.041397513211032E-05  
LINE\_NUM\_COEFF\_14: -2.487117708890272E-08  
LINE\_NUM\_COEFF\_15: -1.747711835448351E-06  
LINE\_NUM\_COEFF\_16: -1.274810291584634E-06  
LINE\_NUM\_COEFF\_17: +2.059089875274132E-06  
LINE\_NUM\_COEFF\_18: +4.004641202160551E-07  
LINE\_NUM\_COEFF\_19: +4.026578327460163E-06  
LINE\_NUM\_COEFF\_20: +1.144509478938647E-08

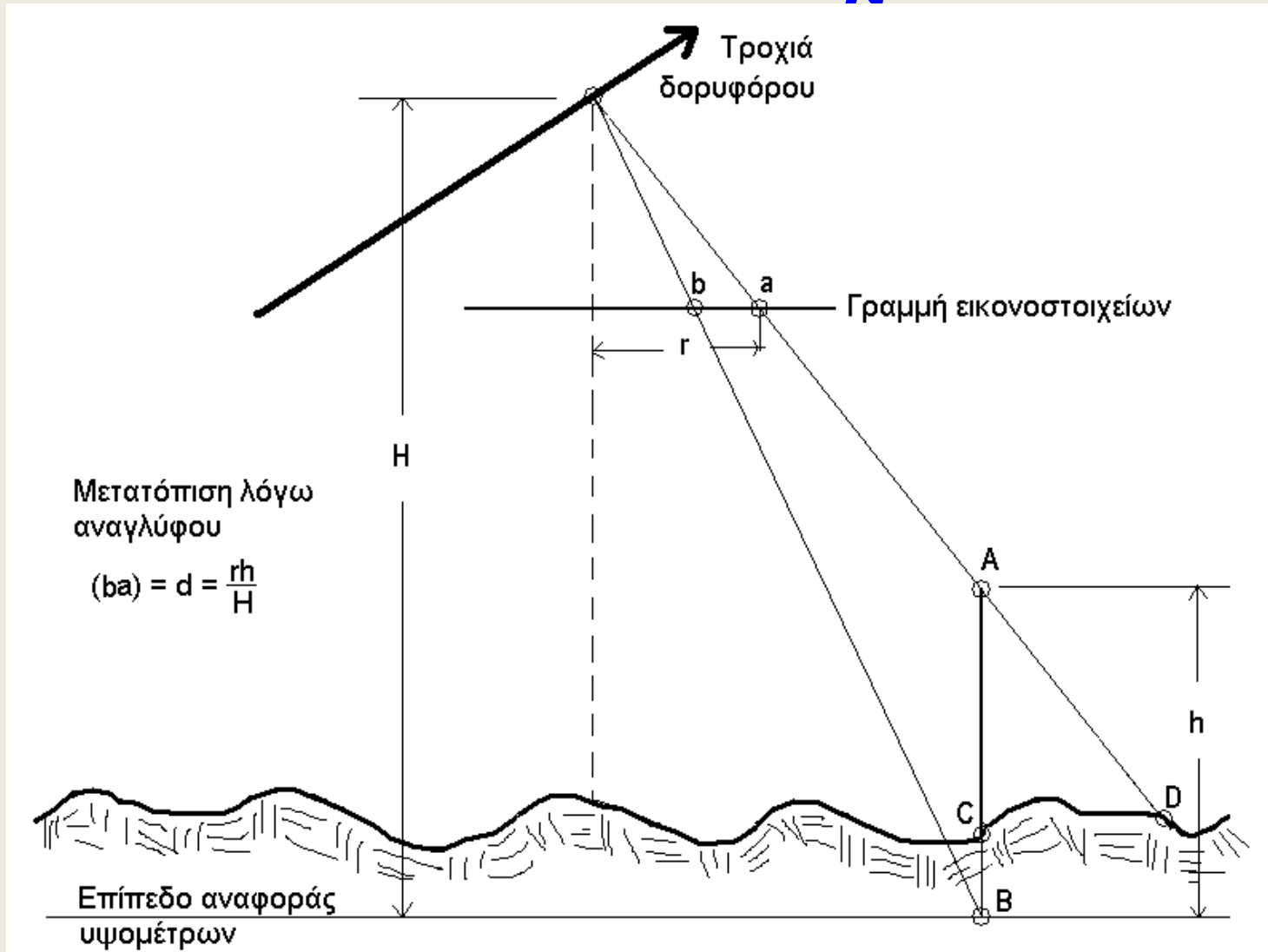
# Γεωμετρία δορυφορικών εικόνων υψηλής ανάλυσης



# Λήψη στέρεο εικόνων κατά μήκος της τροχιάς του δορυφόρου

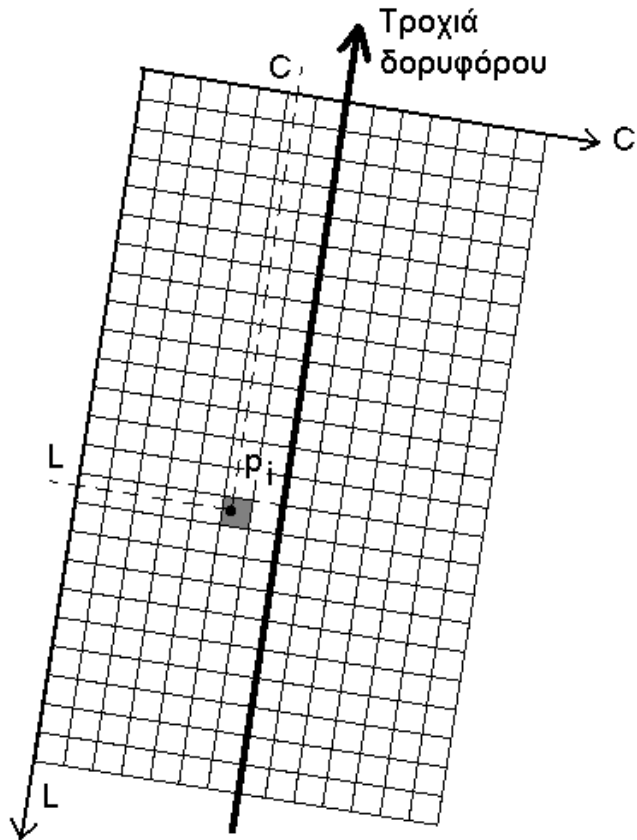


# Μετατόπιση λόγω αναγλύφου σε γραμμή εικονοστοιχείων

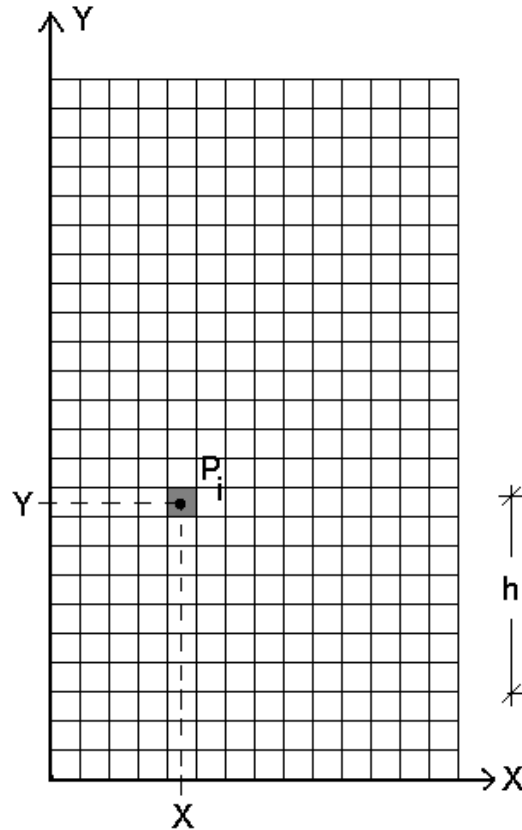


# Ορθοαναγωγή

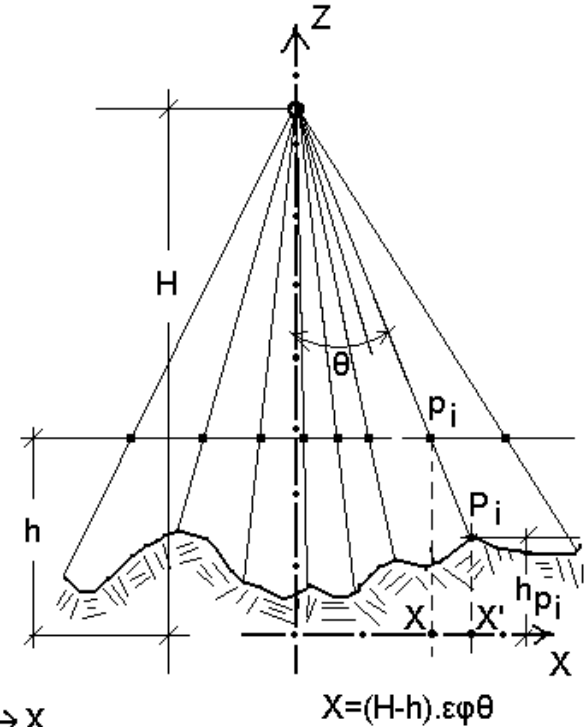
$$X'_i = X_i \left( 1 + \frac{h - h_{pi}}{H - h} \right)$$



(α) Αρχική εικόνα



(β) Εικόνα με ορθοαναγωγή (όρθο)



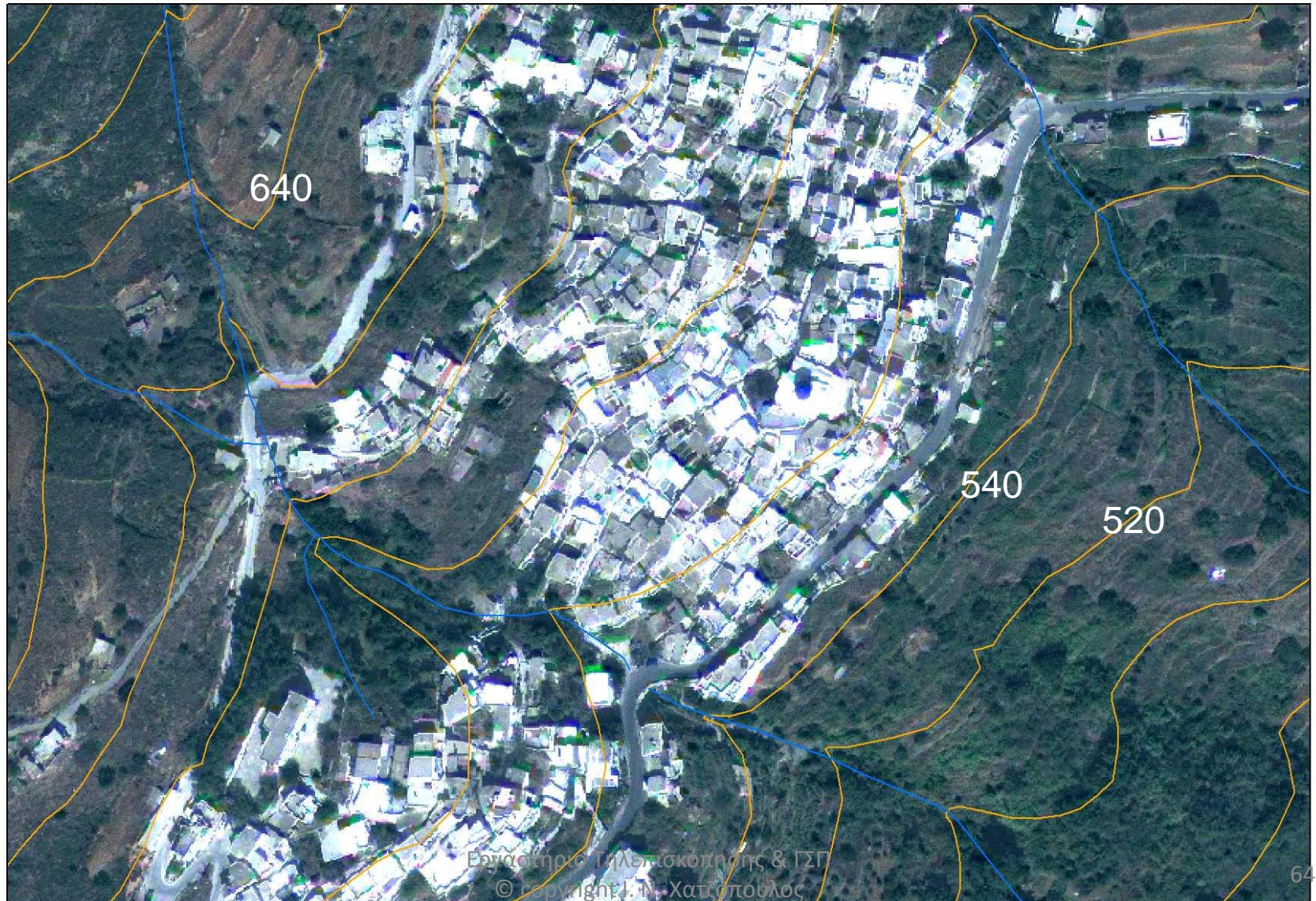
(γ) Αρχικές συντεταγμένες εικονοστοιχείων

$$X'_i - X_i = X_i \cdot \frac{h - h_{pi}}{H - h} = \frac{15.2}{2} \cdot \frac{250 - h_{pi}}{684 - 0.25} = \frac{250 - h_{pi}}{90}, \quad \sigma_{XY} = \frac{\sigma_{h_{pi}}}{90}$$



Δορυφορική εικόνα GeoEye-1 23-10-2009 με ανάλυση 50cm από το χωριό Κυνίδαρος Νάξου. Η ορθοαναγωγή έγινε στο Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης & ΣΓΠ του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Τα διανυσματικά στοιχεία όπως είναι η εθνική οδός, τα ρέματα και οι ισοϋψείς, ψηφιοποιήθηκαν από χάρτες της ΓΥΣ 1:5000 οι οποίοι έγιναν από αεροφωτογραφίες του 1983. Διακρίνει κανείς πόσο καλά ταιριάζουν τα διανυσματικά δεδομένα με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά της δορυφορικής εικόνας επειδή όπως αναλύθηκε πιο πάνω, στην ορθοαναγωγή χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο που βασίσθηκε στις ισοϋψείς του 1:5000 της ΓΥΣ.

**Επεξεργασμένη δορυφορική Ορθο-εικόνα GeoEye-1 (2009)  
Κωμιακής Νάξου με ανάλυση 0,5 μέτρα, διακρίνονται τα ρέματα  
και οι ισοϋψείς**







**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΓΣΠ**

*Διευθυντής: καθηγητής Ι. Ν. Χατζόπουλος*



# Παιδεία

## Βασικές αρχές

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-13β  
Παιδεία

# Πυθαγόρας – Γεωμετρική δομή του σύμπαντος

Τρεις αριθμοί:

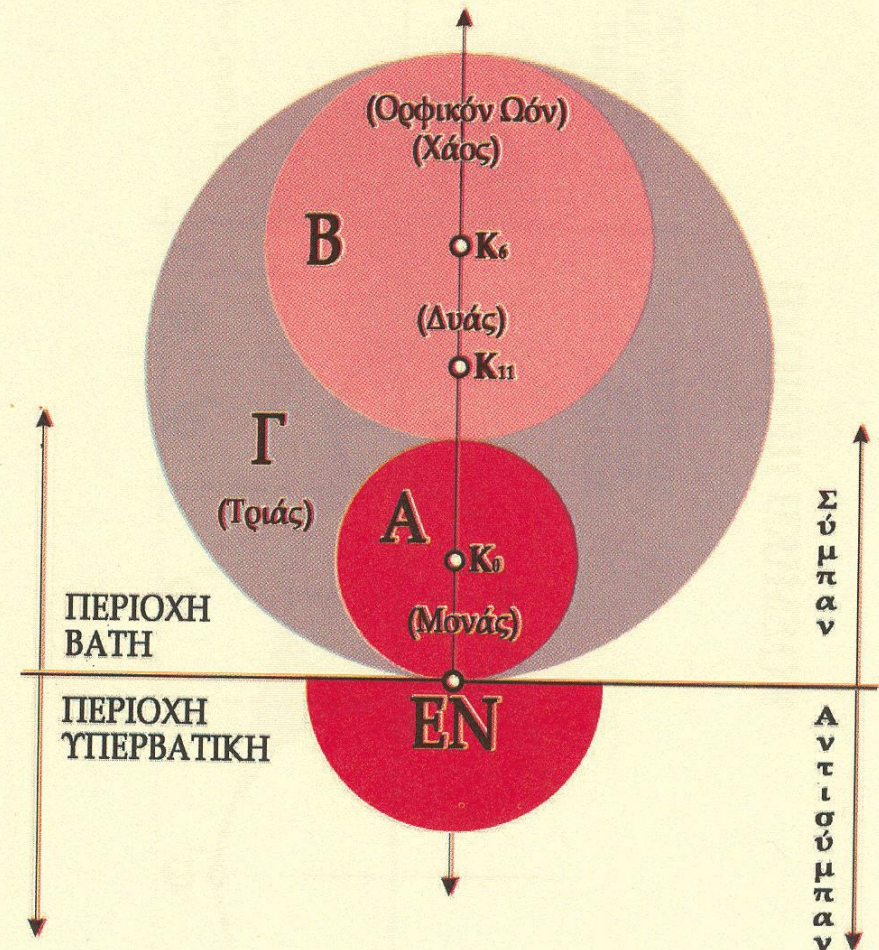
Μονάδα → Κλίμακα

$\pi = 3.14$  → Σχήμα

$\Phi = 1.618$  → λόγος - αρμονία

Σχέδιο ἀριθμ. 2  
ΠΡΩΤΑΡΧΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

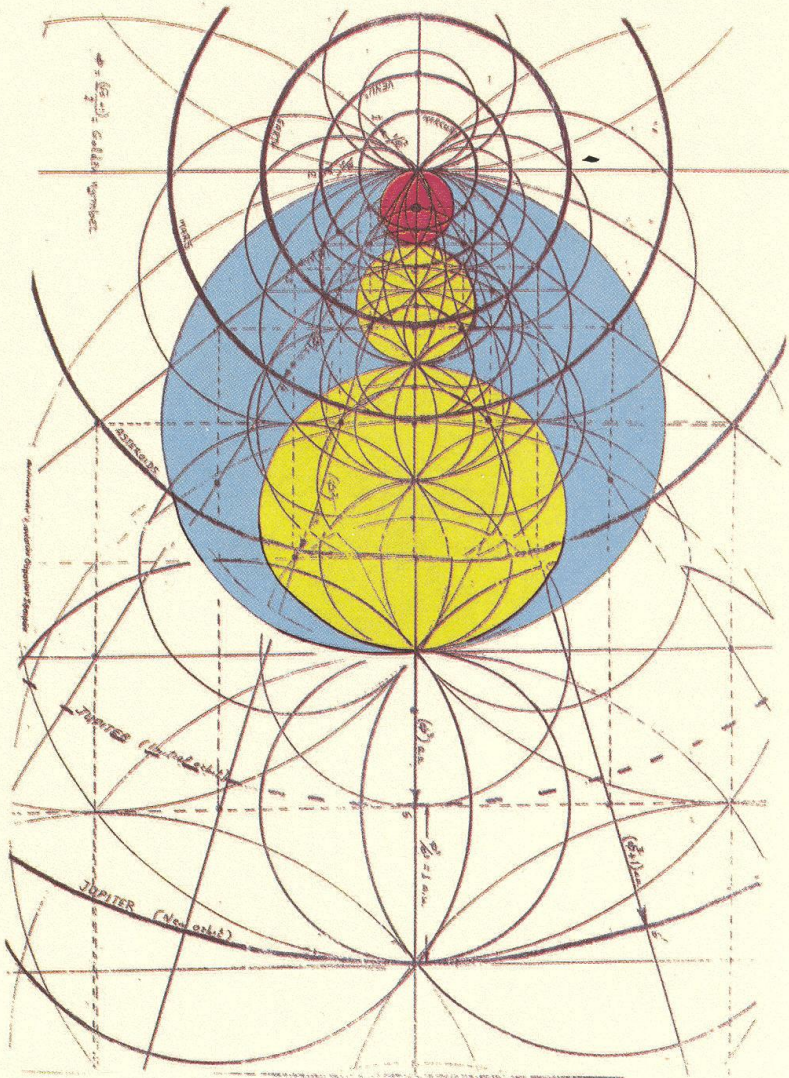
ΠΡΩΤΑΡΧΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ



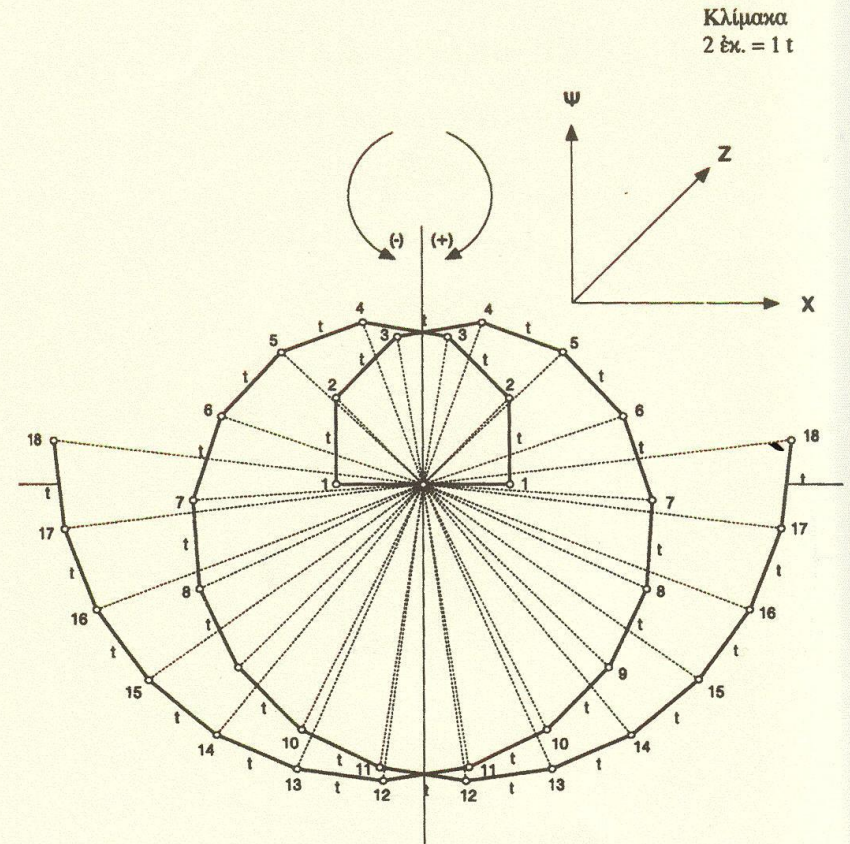
Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης & ΕΣΠ

© copyright I. N. Χατζόπουλος

Σχέδιο αριθμ. 6  
ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΑΡΜΟΝΙΑΣ ΤΩΝ ΣΦΑΙΡΩΝ



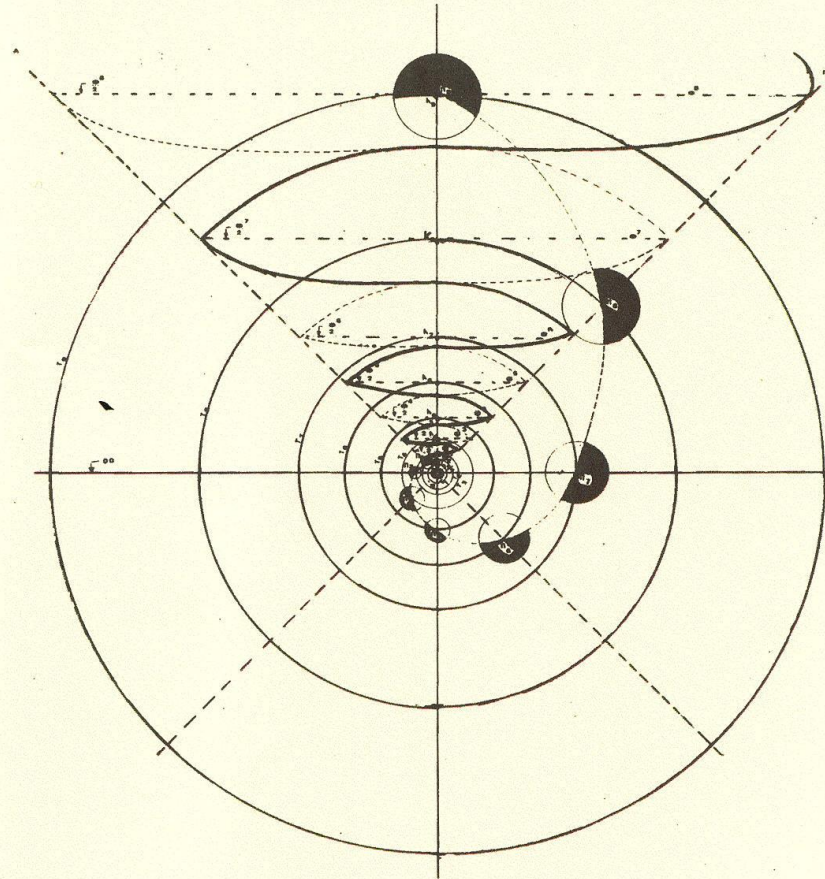
Σχέδιο αριθμ. 8  
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΧΩΡΟ-ΧΡΟΝΟΥ



ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ  
ΧΩΡΟΧΡΟΝΟΥ

Σχέδιο αριθμ. 7  
ΗΛΙΟΚΕΝΤΡΙΚΟ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΤΟΥ ΦΙΛΟΛΑΟΥ  
(Στή σημερινή του μορφή)

ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ  
ΠΛΑΝΗΤΙΚΟ «ΜΟΔΕΛΟ»  
1,  $\Phi$ ,  $\Phi^2$ , ...,  $\Phi^{12}$



- Π = ΠΛΑΝΗΤΕΣ
- Τ = ΤΡΟΧΙΕΣ (ΑΡΧΙΚΕΣ)
- Φ = ΧΡΥΣΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΣ
- ΑΒΓ = ΧΟΑΝΗ ΚΟΣΜΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ D.N.A.
- Κ = ΚΕΝΤΡΑ ΣΠΕΙΡΩΝ ΒΗΜΑΤΩΝ D.N.A.

# Φιλοσοφία και επιστήμες

- Μηδείς αγεωμέτρητος εισίτω

Η φιλοσοφία αναπτύσσει αναλυτικά αυστηρή σκέψη και ικανότητα κριτικής και αιτιολόγησης με λογικό τρόπο.

The study of philosophy develops analytical rigour and the ability to criticise and reason logically

<http://www.philosophy.ox.ac.uk/admissions>

Εδώ και 1500 χρόνια η φιλοσοφία έχει αποκοπεί από τις επιστήμες

Η φιλοσοφία χωρίς επιστημονική στήριξη είναι νεκρή

# Νους – βασικές συνιστώσες, απόλυτα υγιής νους (Πλάτωνος: Πολιτεία)

- Αν το σώμα ασθενεί χρειάζεται ιατρική περίθαλψη
- Αν η νόηση ασθενεί χρειάζεται **ΠΑΙΔΕΙΑ**
- Τρεις οι αντιπροσωπευτικές καταστάσεις της νόησης
  - λογική
  - επιθυμία
  - θυμός
- Όλες οι καταστάσεις του νου είναι συνιστώσες των τριών αυτών βασικών καταστάσεων
  - Π. χ., χαρά – λύπη → αποτέλεσμα επιθυμίας
- **Απόλυτα υγιής νους = η λογική** ισορροπεί την **επιθυμία** και το **θυμό**

# Μοντέλο της παραδεκτά υγιούς νόησης του Αριστοτέλη και μοντέλο ανθρώπινου λάθους

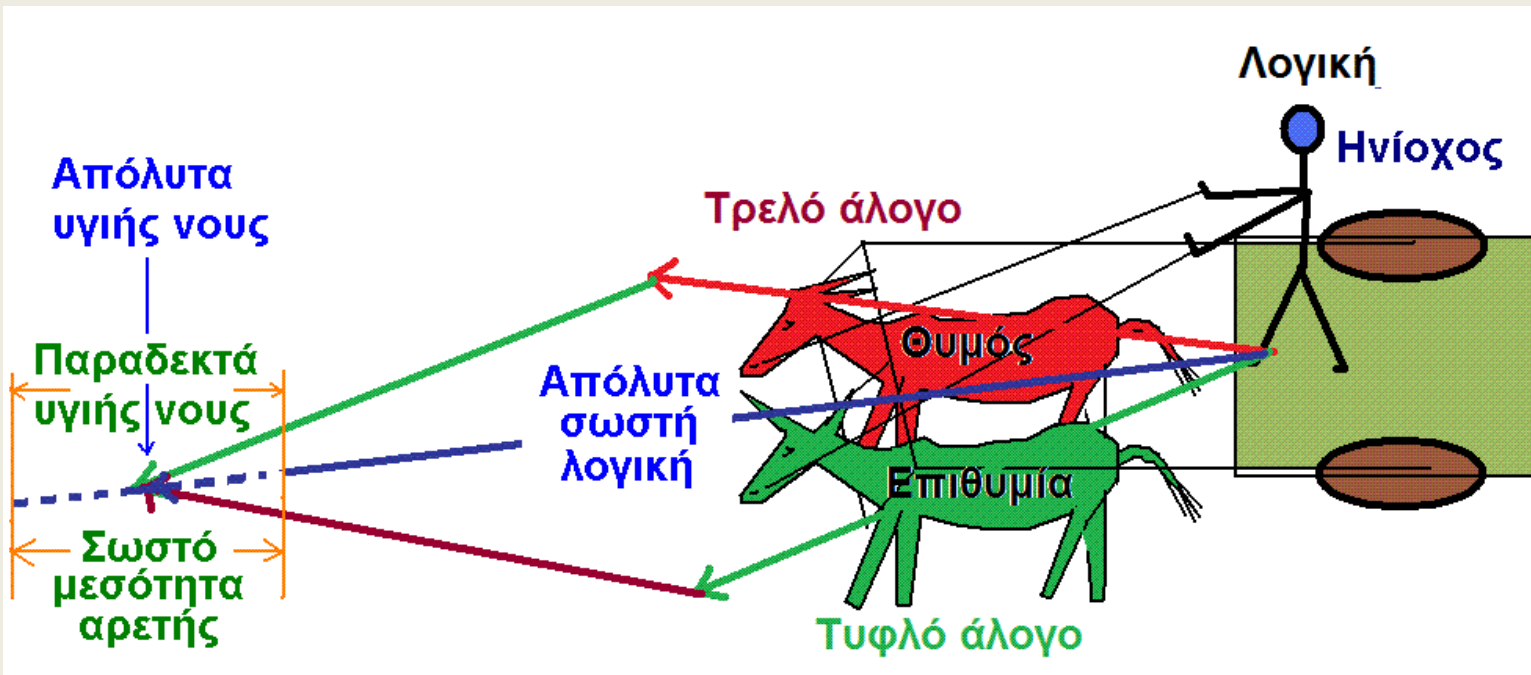
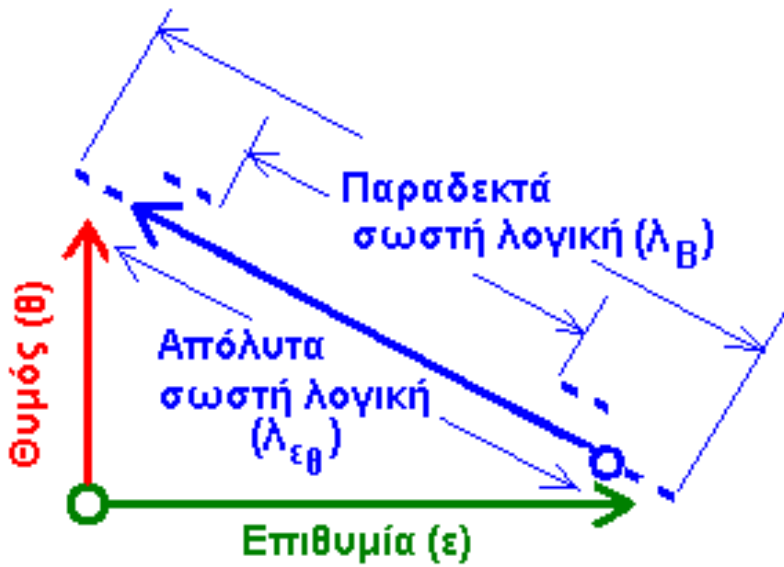
- Η αρετή είναι “**μεσότητα**” (όχι μέσος όρος!!!) και βρίσκεται ανάμεσα σε δύο ακραίες θέσεις ή κακίες.
  - Στο ένα άκρο βρίσκεται η υποεκτίμηση ή έλλειψη
  - Στο άλλο άκρο βρίσκεται η υπερεκτίμηση ή υπερβολή
- «Περί μεν ουν φόβους και θάρρη ανδρεία μεσότης» (Ηθικά Νικομάχεια)
- Γενναιότητα: μεσοδιάστημα ανάμεσα στην δειλία και τη θρασύτητα
- Οικονομία: μεσοδιάστημα ανάμεσα στην τσιγγουνιά και τη σπατάλη
- **Μεσότητα αρετής: όταν το ανθρώπινο λάθος είναι μικρότερο από ένα κατώφλι = παραδεκτά υγιής νους**
- Αρετή: η προσπάθεια, **ίσες ευκαιρίες**, ποτέ δεν είναι αργά
- Μεσότητα αρετής= διασπορά λάθους → μεταβλητή σχεδιασμός σύμπαντος
- Δημοκρατικές διαδικασίες = εκείνες που οριοθετούν τη μεσότητα της αρετής (ψηφοφόροι με υγιή νου και ελάχιστη προκατάληψη).

# Παιδεία και εκπαίδευση

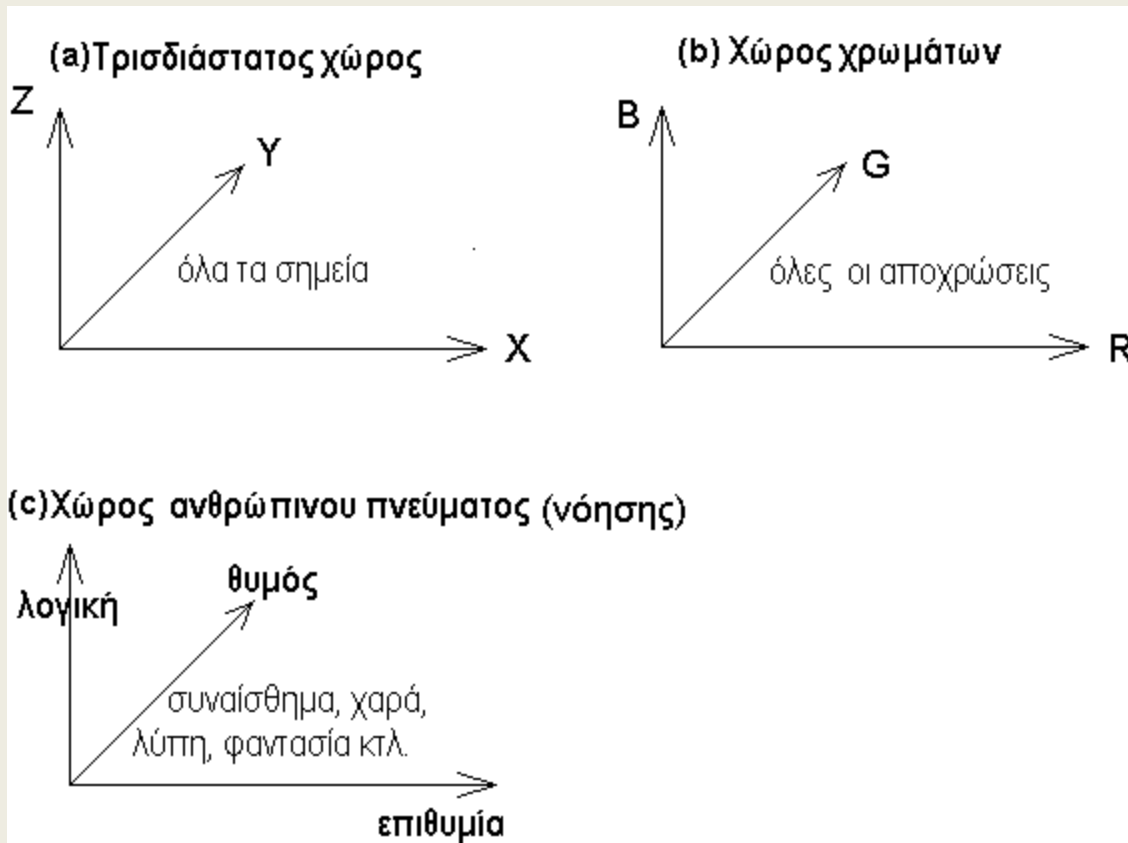
- Αρετή είναι η **προσπάθεια** ώστε οι σκέψεις και οι πράξεις να διατηρούν τη μεσότητα
- **Παιδεία είναι «η προσπάθεια ανάπτυξης υγιούς νόησης με σκοπό τον ενάρετο άνθρωπο »**
- **Εκπαίδευση είναι «η προσπάθεια ανάπτυξης δεξιοτήτων στον άνθρωπο με παιδεία, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την ποιότητα ζωής του κοινωνικού συνόλου και για εξερεύνηση».**



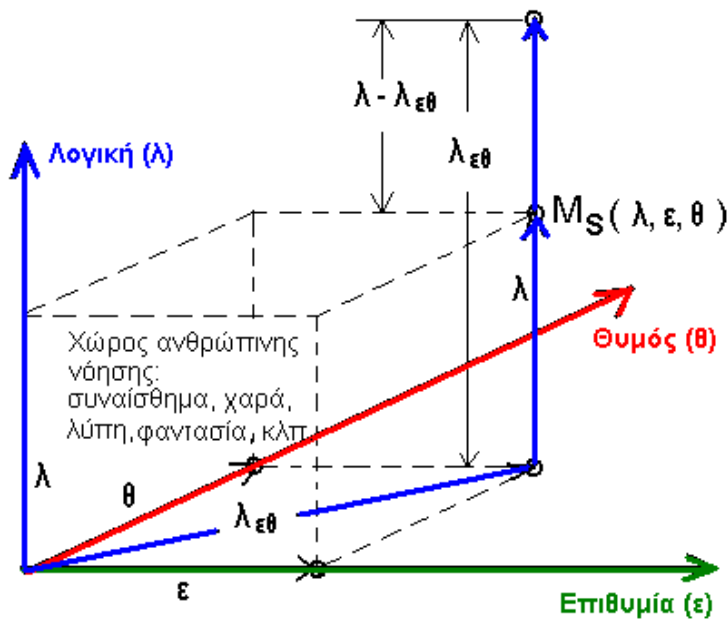
# Απόλυτα και παραδεκτά υγιής νους



# Τρισδιάστατοι χώροι



# Ο χώρος της νόησης και το ανθρώπινο λάθος



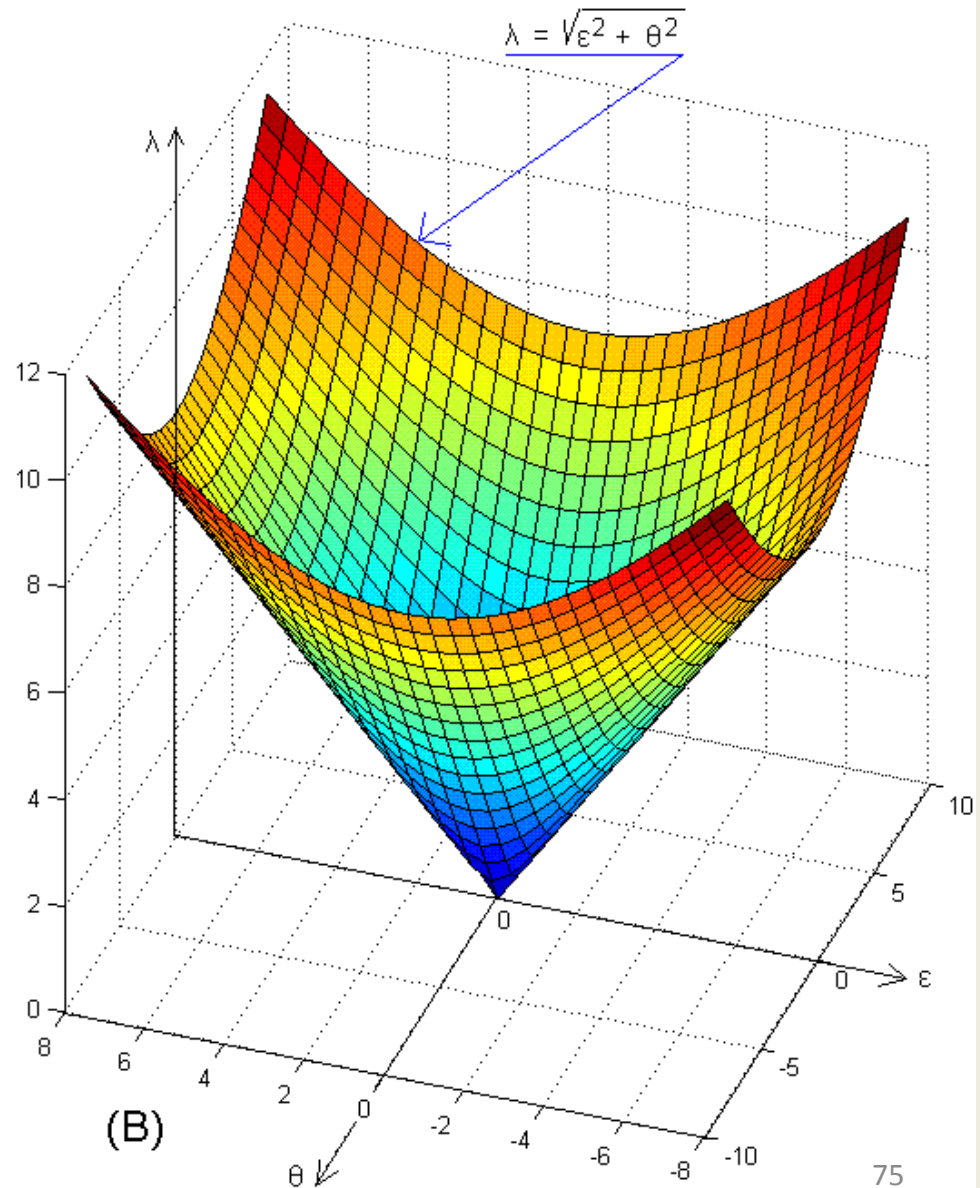
$(\lambda, \epsilon, \theta)$  = Συνιστώσες της παρούσας κατάστασης στο χώρο της νόησης

$M_S$  = Παρούσα κατάσταση της ανθρώπινης νόησης

$\lambda_{\epsilon\theta}$  = Απόλυτα σωστή λογική

$\lambda - \lambda_{\epsilon\theta}$  = Ανθρώπινο λάθος

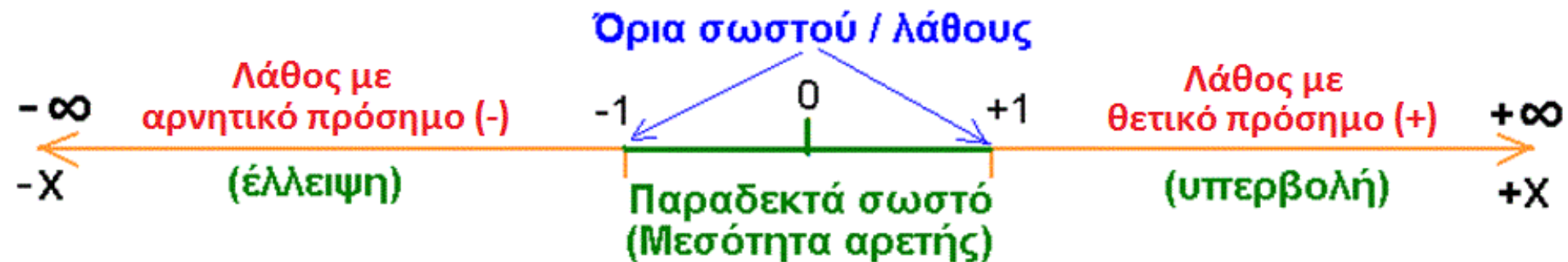
(A)



(B)

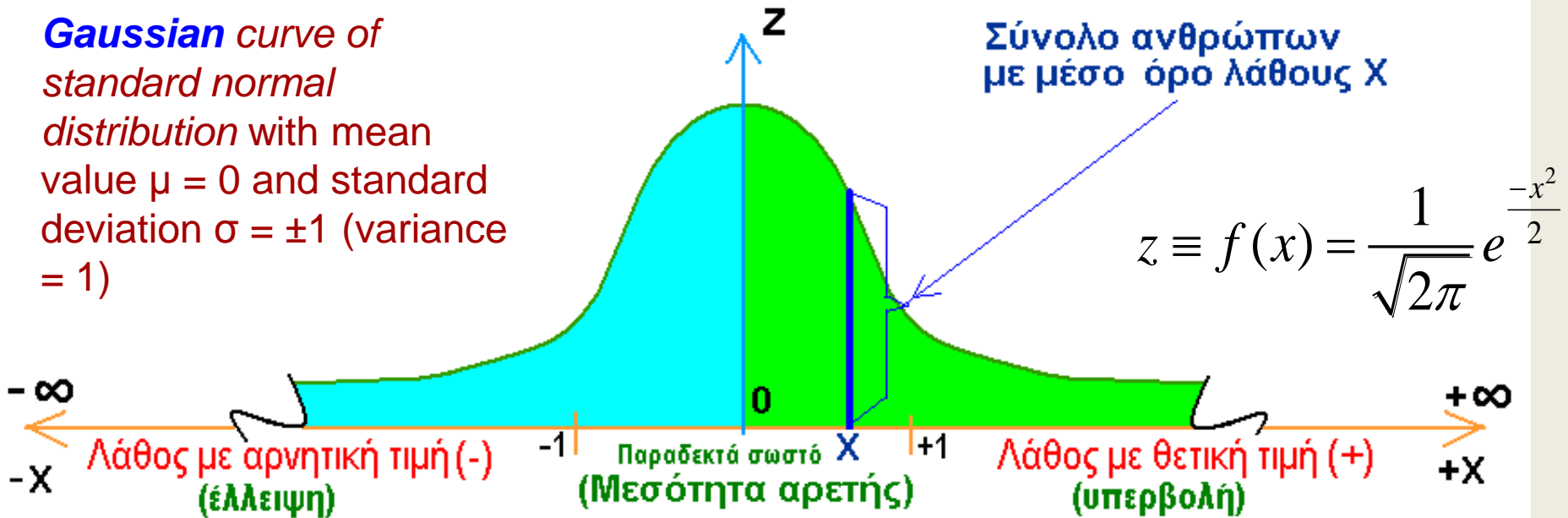
# Τα όρια του σωστού και του λάθους

- $X = \text{Ανθρώπινο λάθος}$
- $Y = \text{Παραδεκτά ανθρωπίνως σωστό}$
- $X = 1/Y$
- Στο όριο θα πρέπει:  $X = Y$
- $X = 1/X \rightarrow X^2 = 1 \rightarrow X = \pm 1 \rightarrow |X| = 1$



# Η ιδανική λειτουργία της νόησης όπως σχεδιάσθηκε από τη φύση;

*Gaussian curve of standard normal distribution with mean value  $\mu = 0$  and standard deviation  $\sigma = \pm 1$  (variance = 1)*



$\sigma = \pm 1 \rightarrow 68.26\%$  του συνολικού πληθυσμού

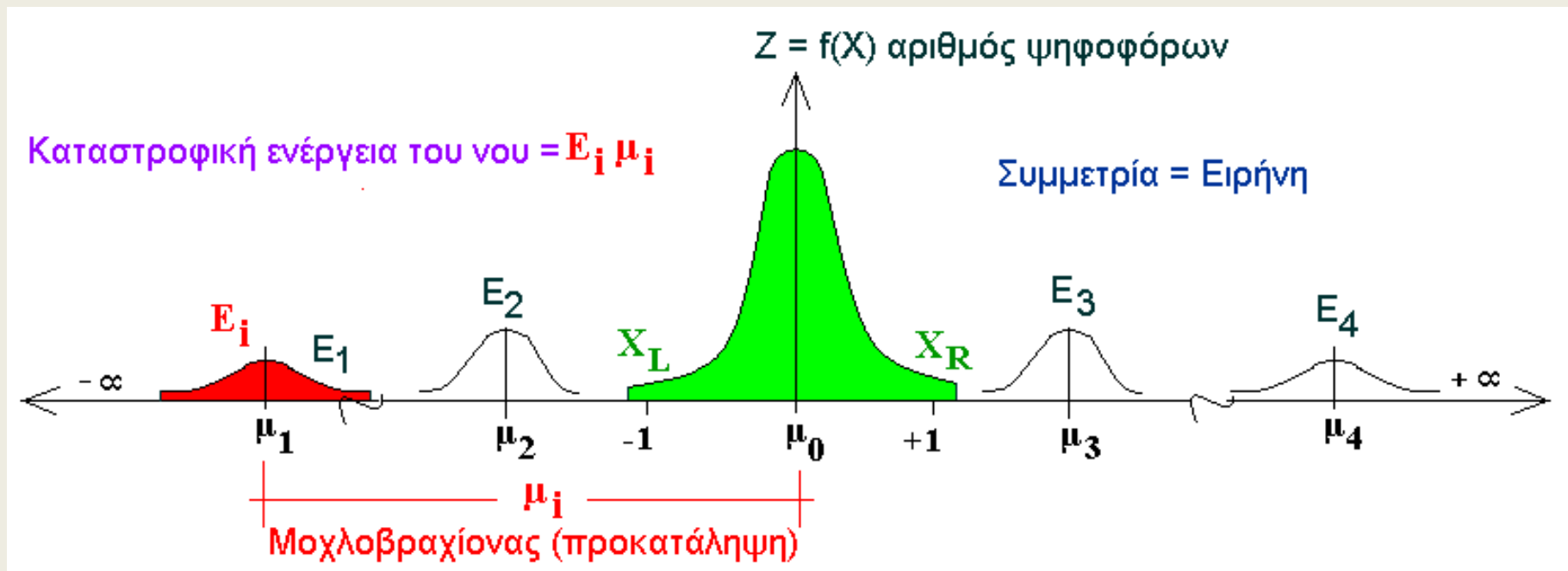
$\sigma = \pm 2 \rightarrow 95.45\%$  του συνολικού πληθυσμού

$\sigma = \pm 3 \rightarrow 99.73\%$  του συνολικού πληθυσμού

Out of bounds  $0.27\%$  του συνολικού πληθυσμού  
(αυτοάμυνα)

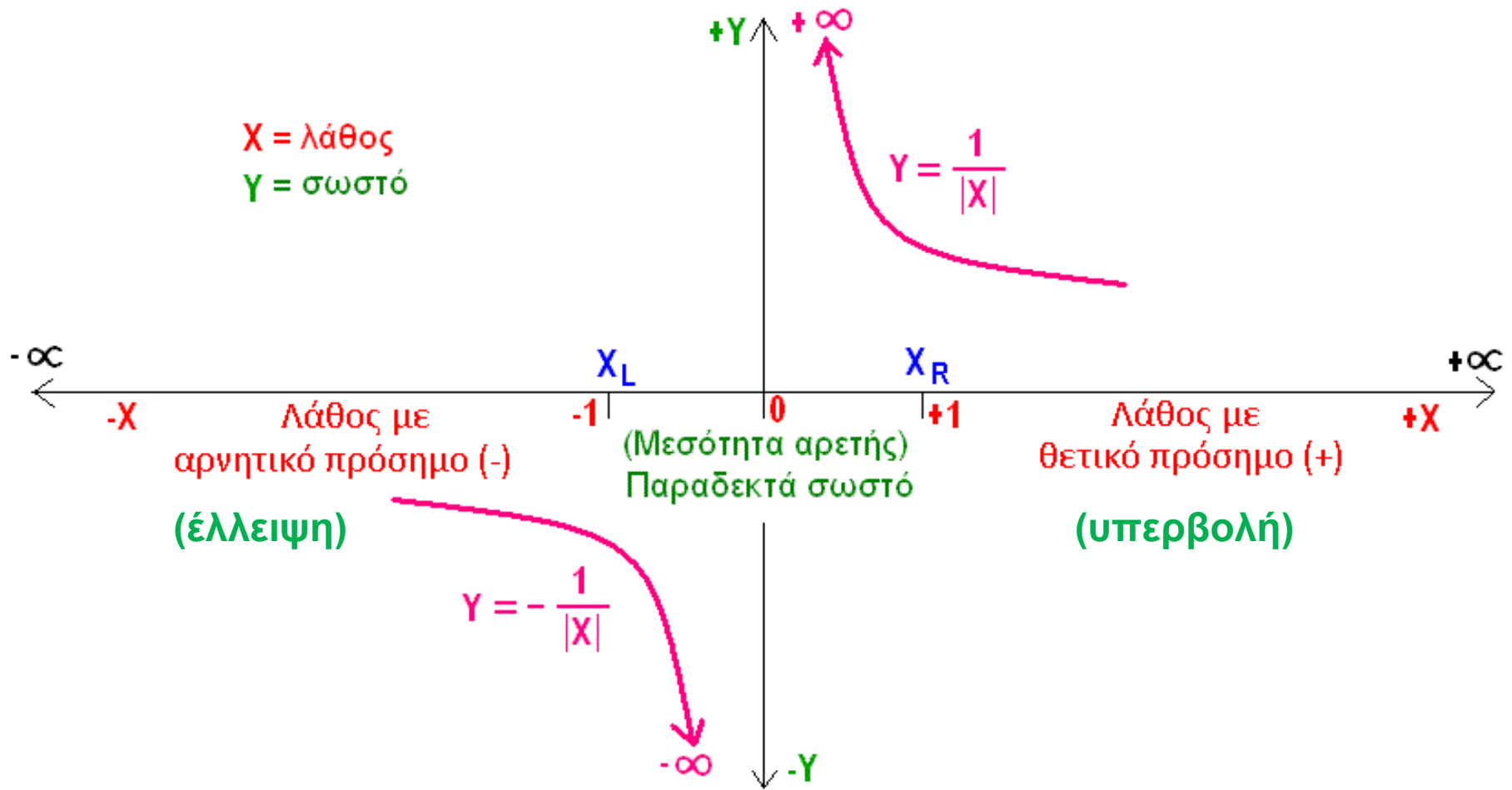
# Η λειτουργία της νόησης των σημερινών ανθρώπων έχει αρνητική εξέλιξη (προκατάληψη)

Προκατάληψη στη βιολογία = μεταλλαγμένα



Θα πρέπει να προστεθεί και 4<sup>ος</sup> αριθμός:  $e = 2.71828 \rightarrow$  διασπορά  
Διασπορά: Προδιαγραφές σχεδιασμού, εξέλιξη

# Η απόλυτα σωστή λειτουργία της φύσης



# Η ΦΥΣΗ

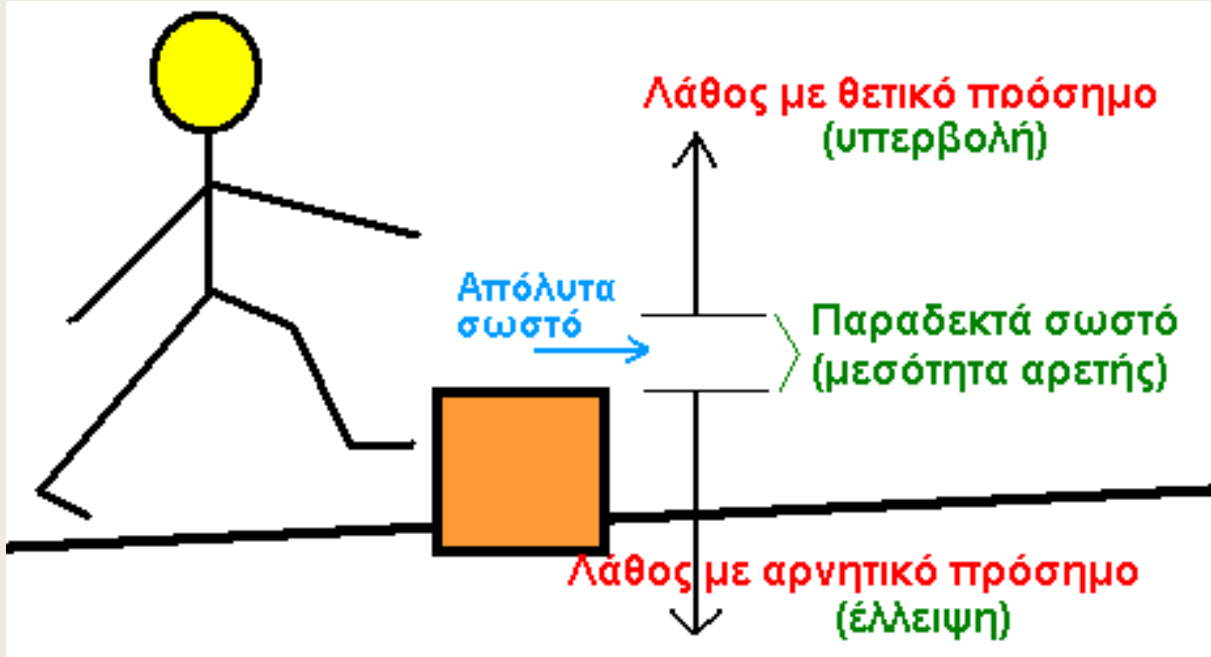
- **Ιδρύει και συντηρεί τους φυσικούς νόμους**
  - Βαρύτητας
  - Φωτός
  - Βιολογίας
  - ...
- **Φύση: Βλέπει μέσα από τα μάτια μας ?**
- **Φύση: Αντιλαμβάνεται μέσα από τη νόηση μας ?**
- **Προορισμός του ανθρώπου: Ποιότητα ζωής, Εξερεύνηση?**
- **Θα πρέπει συνεπώς να διατηρούμε τη νόηση μας υγιή για να μην εξαπατούμε τη φύση**
- **Πηγαίνοντας αντίθετα με τη φύση = καταστροφή**



# Η αθανασία των δημιουργημάτων της νόησης

- **Θνητό = Εξάρτηση από το χρόνο**
- **Αθάνατο = Ανεξάρτητο του χρόνου**
- **Ηλεκτρονικοί υπολογιστές**
  - Hardware (υλικό) → θνητό
  - Software (άυλο) → αθάνατο
- **Τα βιβλία τα οποία διαβάζουμε μεταφέρουν το αθάνατο δημιούργημα της νόησης του συγγραφέα**

# Η λειτουργία του ανθρώπινου νου βασίζεται σε νευρώνες



- (α) Προσδιορισμός των ορίων σωστού / λάθους
- (β) την πρώτη φορά μπορεί να σκοντάψει
- (γ) την επόμενη φορά θα πάει καλύτερα
- (δ) σωστό και λάθος συνυπάρχουν και τα όρια τους βρίσκονται στο σημείο όπου το λάθος είναι μικρότερο από ένα κατώφλι
- (ε) μεσότητα αρετής = διασπορά λάθους
- (στ) Υπάρχουν άπειρες επιλογές εντός της μεσότητας της αρετής
- (ζ) σκοντάφτει (σωματικά υγιές άτομο) = απαίδευτο, ή, προκατάληψη/δόλος

# Τα επίπεδα σκλαβοδομής που εμποδίζουν την εξέλιξη της ανθρώπινης νόησης

- Σκλαβοδομή = σκόπιμη διατάραξη της ισορροπίας του υγιούς νου από οργανωμένα συμφέροντα  $1-3\sigma=0.27\%$
- 1. **Γιγάντωση του θυμού με μηχανισμούς εξαγρίωσης**
- 2. **Γιγάντωση της επιθυμίας με μηχανισμούς μάρκετινγκ**
- 3. **Εξουδετέρωση της λογικής με μηχανισμούς υπερβολικής πίστης, υπερβολικής αλληλεγγύης, και υπερβολικού εκφοβισμού (κινδυνολογίας)**
- 4. **Ταυτόχρονη γιγάντωση επιθυμίας / θυμού και εξουδετέρωση της λογικής με μηχανισμούς ισχυρής προκατάληψης – δημιουργία φανατισμού**
- 5. **Μείωση της λογικής με λήψη αποφάσεων χωρίς τεκμηρίωση**
- 6. **Υπερβάλλουσα λογική με συζητήσεις που οδηγούν στο πουθενά ή κάνουν φαύλο κύκλο (η μία παράταξη ενοχοποιεί την άλλη)**
- 7. **Αντικατάσταση της αρετής από την αγάπη η οποία όμως αν είναι υπερβολή έχει καταστρεπτικές συνέπειες και κυρίως καλύπτει αυτούς που αγαπούν υπερβολικά το χρήμα.**

# Συμπεράσματα

1. Οι άνθρωποι θα πρέπει να αναπτύξουν αντισώματα στα επίπεδα σκλαβοδομής για να εξελιχθεί σύμφωνα με τους κανόνες της φύσης η νόηση τους διαφορετικά θα αυτοκαταστραφούν
2. Η φιλοσοφία θα πρέπει να επανενωθεί με τις επιστήμες
3. Τα όρια σωστού / λάθους θα πρέπει να αναπτυχθούν περαιτέρω σε επιστημονικές βάσεις
4. Τα μοντέλα ανθρώπινης νόησης και η ανάλυση του ανθρώπινου λάθους θα πρέπει να μελετηθούν περαιτέρω και να υιοθετηθούν από τις ανθρωπιστικές επιστήμες.
5. Θα πρέπει να υπάρχει προσπάθεια ώστε κοινωνικές ομάδες με υπερβολική προκατάληψη να εστιάσουν την προσοχή τους στο πολιτιστικό μέρος της ομάδας και να ελαχιστοποιήσουν την προκατάληψη.

# Συμπεράσματα (συνέχεια)

- **Παιδεία :«η προσπάθεια διαμόρφωσης υγιούς νου με σκοπό τον ενάρετο άνθρωπο»**
  - επεξηγώντας λεπτομερώς και με πλήρη επιστημονική ανάλυση τις έννοιες «υγιήσ νους» και «αρετή».
  - Πρότυπα για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών και των νέων.

# Δημοκρατικοί Θεσμοί

- Η προσπάθεια οριοθέτησης της μεσότητας της αρετής
  - Με την προϋπόθεση ότι οι ψηφοφόροι θα έχουν παιδεία και συνεπώς ελάχιστη προκατάληψη

# References

1. Aristotle: *The Nikomachean Ethics*.
2. Hatzopoulos J. N. 2004, *Practical Philosophy of Thought and Virtue, The Bases to Develop a Philosophical Thought by the Ordinary Citizen*, Universal Publishers, 106 pages.
3. Hatzopoulos, J. N. 2009, *The boundaries of right and wrong - Learning and the human brain*, ACSM BULLETIN, February 2009, pp. 20 – 22.  
<http://www.webmazine.org/issues/bull237/documents/rightWrong.pdf>
4. Jaeger Werner 1945: “*PAIDEIA*”, 2nd Ed., translated from 2nd German Ed. by Gilbert Highet, Oxford University Press, New York Vol-1,2,3, pp. ~1300.
5. Noss R., & C. Hoyles 2007, *What is the next step in Designing Constructionist mathematical learning Environments?*, invited paper, Proceedings of the 5<sup>th</sup> MEDCON on Current Trends in Mathematics, Rodes, Greece, pp. 16-25.
6. Plato: *The Republic*.
7. Vasilakos Christos, Kostas Kalabokidis, John Hatzopoulos, Ioannis Matsinos, 2009, *Identifying wildland fire ignition factors through sensitivity analysis of a neural network*, Nat Hazards (2009) 50:125–143.
8. Χατζόπουλος Ι. Ν., 2005, *Παιδεία ώρα μηδέν*, Κάκτος.
9. Χατζόπουλος Ι. Ν., 2012, *Γεωχωροπληροφορική Τοπογραφία*, Τζιόλας.

# Ευχαριστώ

**"Τα δε καλά και δίκαια περίων η πολιτική σκοπείται, πολλήν έχει διαφοράν και πλάνην, ώστε δοκείν νόμω μόνον είναι, φύσει δε μη".**

**Αριστοτέλους Ηθικά Νικομάχεια**