

# Βασικές έννοιες Τηλεπισκόπησης



# Τηλεπισκόπηση

## ΑΡΧΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

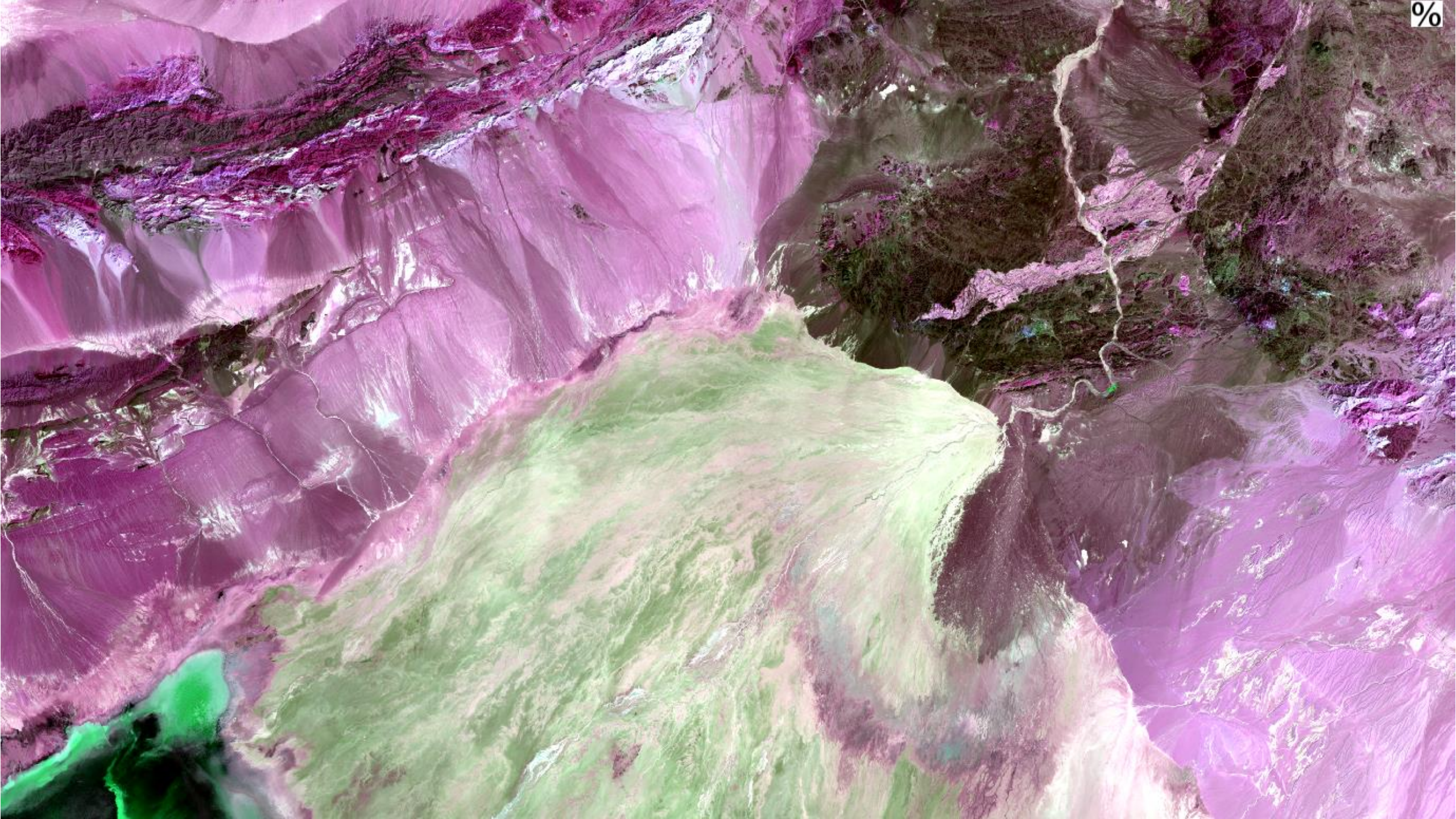
Κ. Ποϊραζίδης



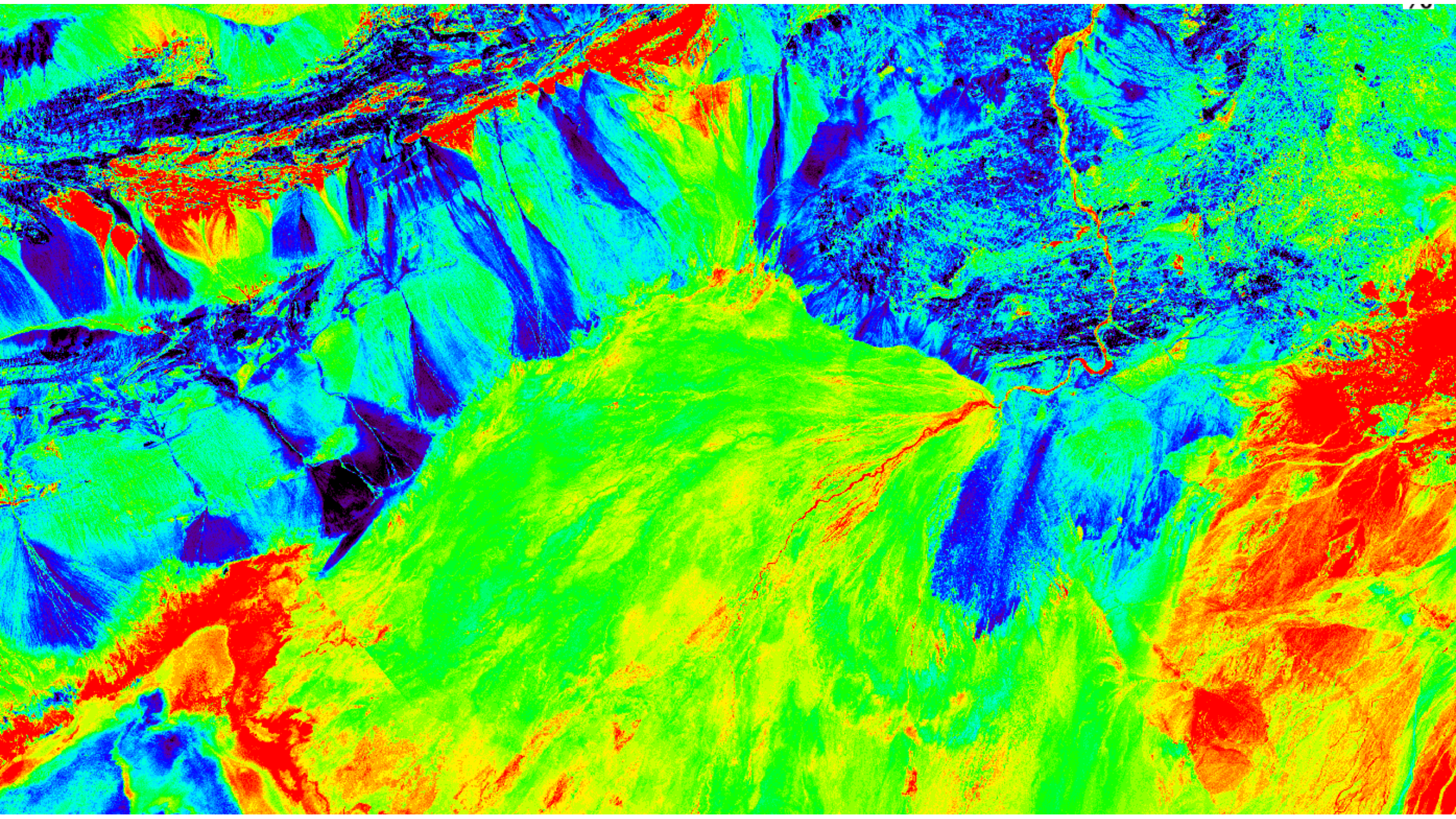








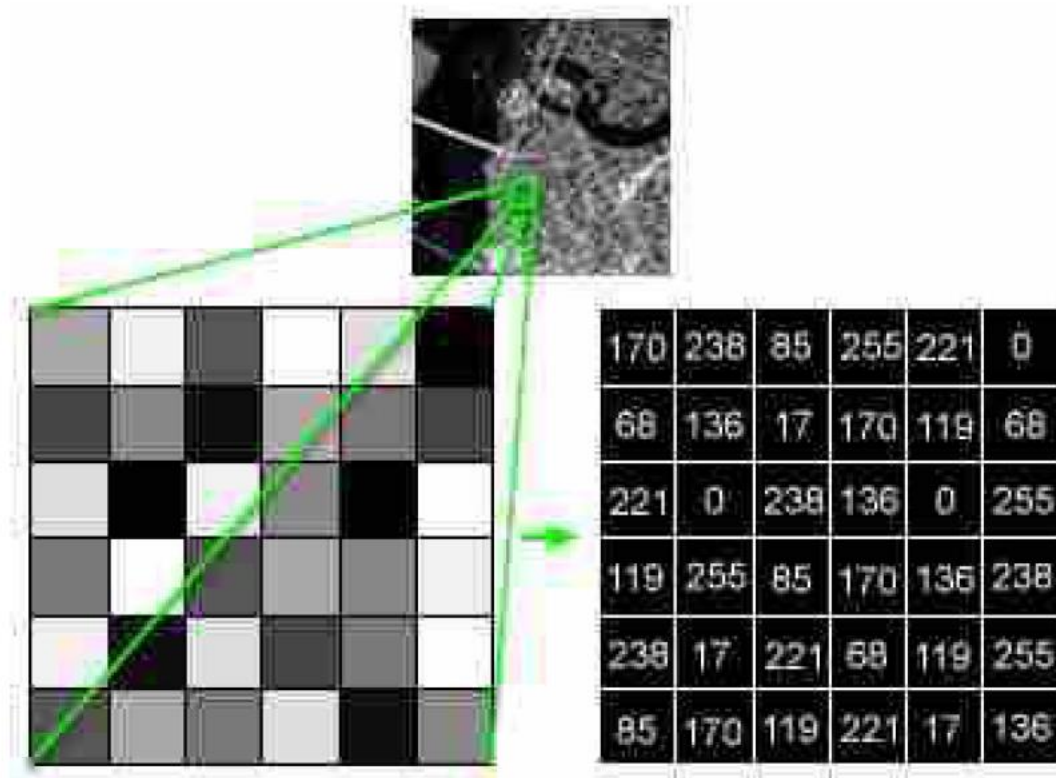






# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας



Στάθμες φωτεινότητας εικόνων



# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Η ψηφιακή ανάλυση εικόνας ασχολείται κυρίως με τέσσερις βασικές λειτουργίες:

- διόρθωση,

- βελτίωση,

- μετασχηματισμό και

- ταξινόμηση



# Τηλεπισκόπηση

## • Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Η διόρθωση εικόνας ασχολείται με την διόρθωση και την στάθμιση των εικόνων ώστε να πετύχουμε όσο πιο πιστή αναπαράσταση της γήινης επιφάνειας γίνεται – βασικό πρόβλημα για όλες τις εφαρμογές.
- Η βελτίωση εικόνας ασχολείται κυρίως με την τροποποίηση των εικόνων ώστε να βελτιστοποιηθεί η εμφάνιση τους στο οπτικό σύστημα. Η οπτική ανάλυση είναι ένα βασικό στοιχείο, ακόμα και στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας, και τα αποτελέσματα αυτών των τεχνικών μπορούν να είναι δραματικά.



# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Τέλος, ο μετασχηματισμός εικόνας αναφέρεται στην παραγωγή νέων εικόνων ως αποτέλεσμα κάποιας μαθηματικής επεξεργασίας των αρχικών εικόνων. Πολλά από τα προγράμματα GIS διαθέτουν εργαλεία ψηφιακής ανάλυσης και επεξεργασίας εικόνας.
- Η ταξινόμηση εικόνας αναφέρεται στην ερμηνεία των εικόνων με χρήση υπολογιστή – μια λειτουργία πολύ σημαντική στα GIS.



# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας
- 
- Η διόρθωση εικόνας
- Η ραδιομετρική διόρθωση και η γεωμετρική διόρθωση.

# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας
  - Η ραδιομετρική διόρθωση εικόνας
- 
- Η ραδιομετρική διόρθωση, έχει να κάνει με την απαλοιφή σφαλμάτων που οφείλονται
  - στην απορύθμιση των αισθητήρων του καταγραφέα και γενικά σε σφάλματα και αλλοιώσεις που προέρχονται από τα τεχνικά στοιχεία της διαδικασίας καταγραφής και μετάδοσης.
  - Δηλαδή διορθώνει ραδιομετρικά και ατμοσφαιρικά σφάλματα προερχόμενα από την επίδραση του ανάγλυφου, όπως είναι η σκιά ενός ορεινού όγκου



# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας
- Η διόρθωση εικόνας – ΡΑΔΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ
- **Ομοιόμορφα τροποποιημένες τιμές**, λόγω της ατμόσφαιρας η οποία συστηματικά διαθλά ζώνες μικρού μήκους κύματος (κυρίως τις μπλε).
- **Εμφάνιση ταινιών**, λόγω αισθητήρων που χάνουν την στάθμιση τους.
- **Τυχαίος θόρυβος**, λόγω απρόβλεπτης και μη συστηματικής απόδοσης του αισθητήρα ή της μετάδοσης δεδομένων.
- **Απώλεια γραμμής σάρωσης**, λόγω απώλειας σήματος από συγκεκριμένους ανιχνευτές.

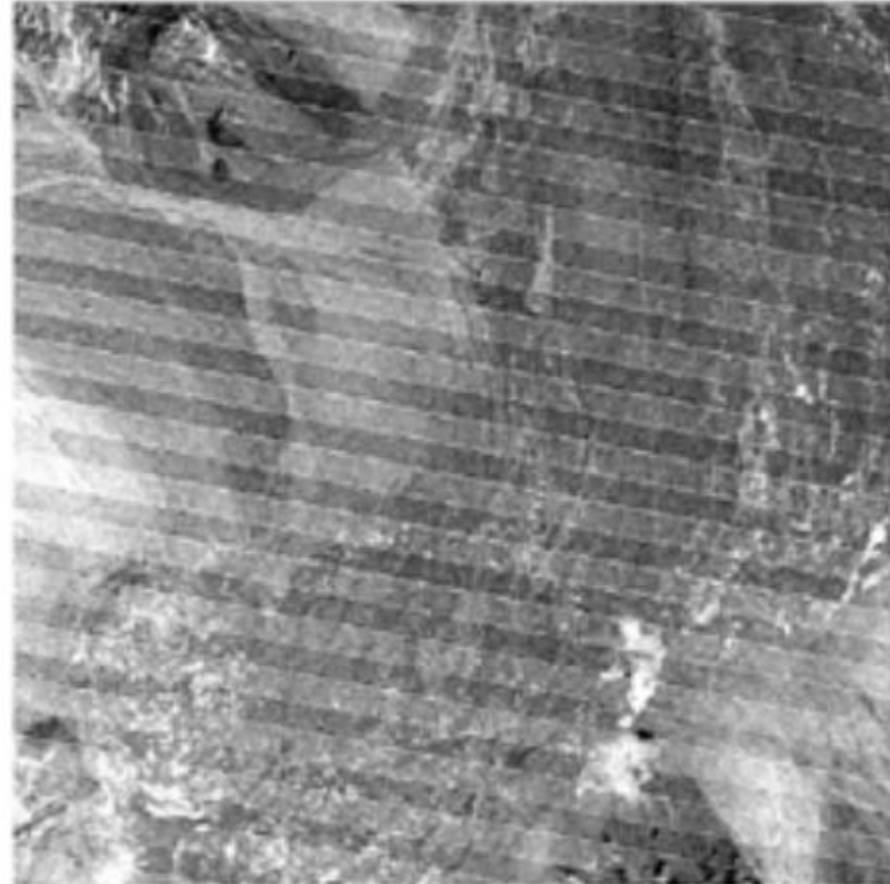
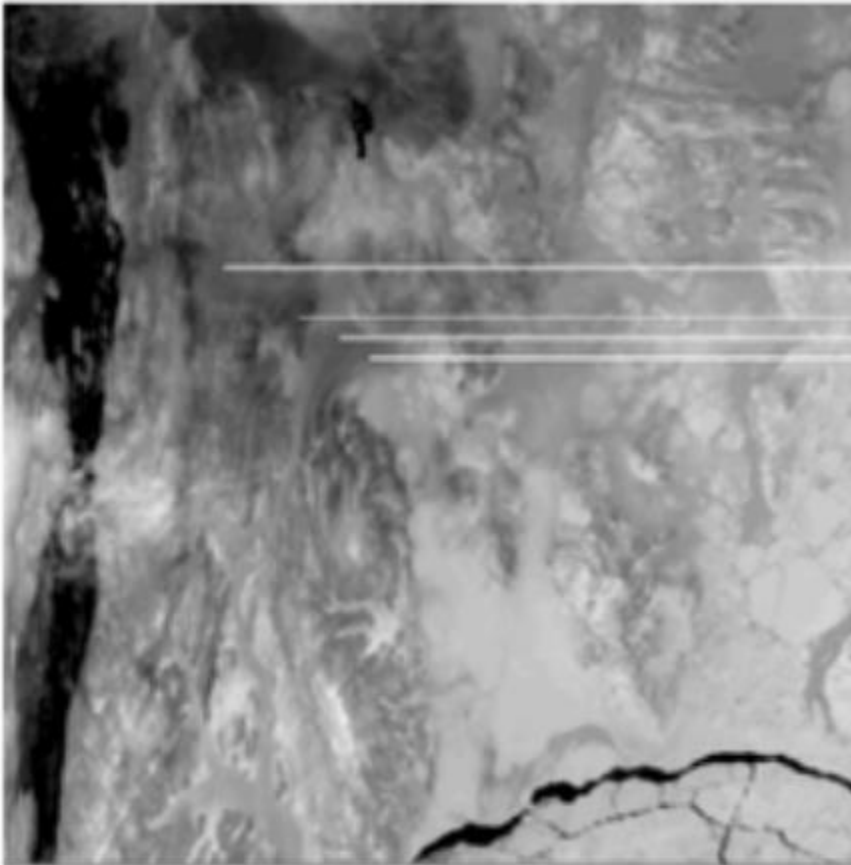
# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας
- Η ραδιομετρική διόρθωση εικόνας
- Που αποσκοπεί;
  - Απάλειψη γραμμών σάρωσης
  - Θολότητα εικόνας
  - Ύπαρξη τυχαίων θορύβων



# Τηλεπισκόπηση

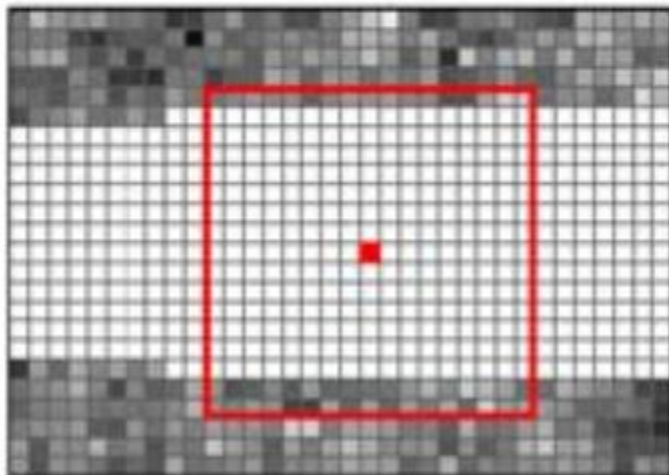
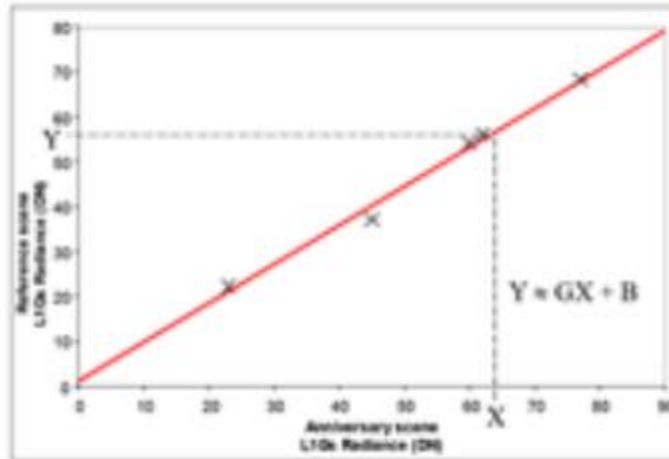
- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας
- Η ραδιομετρική διόρθωση εικόνας
  - Απάλειψη γραμμών σάρωσης





# ΡΑΔΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ

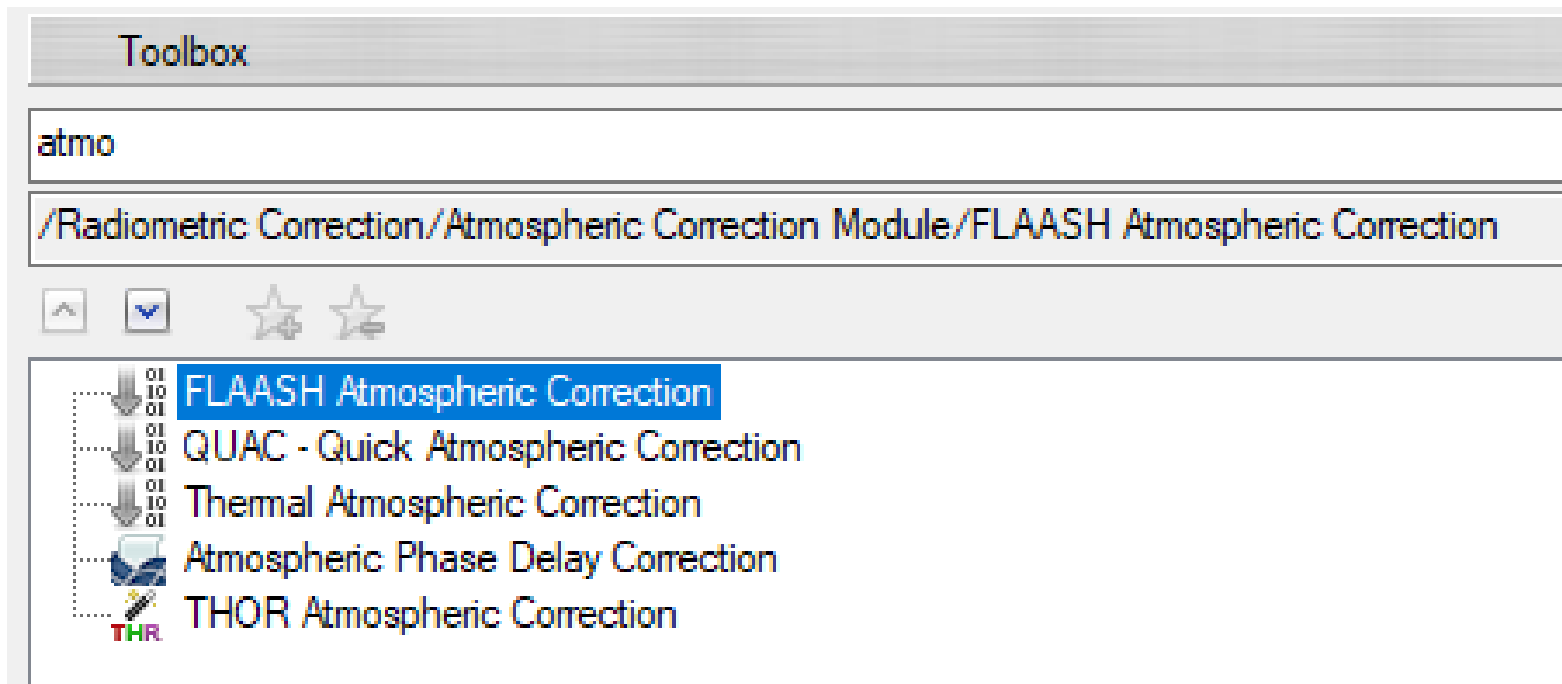
Landsat 7 ETM+ Scan Line Corrector (SLC) gap filling.





# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας
- Η ραδιομετρική διόρθωση εικόνας
  - Θολότητα εικόνας

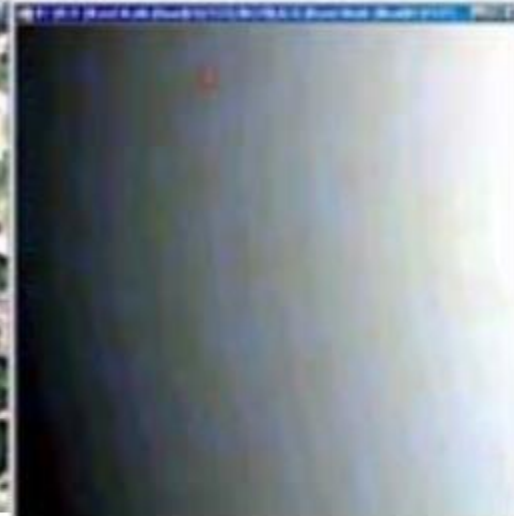




# ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ



$L_{sat}$



$E_g$

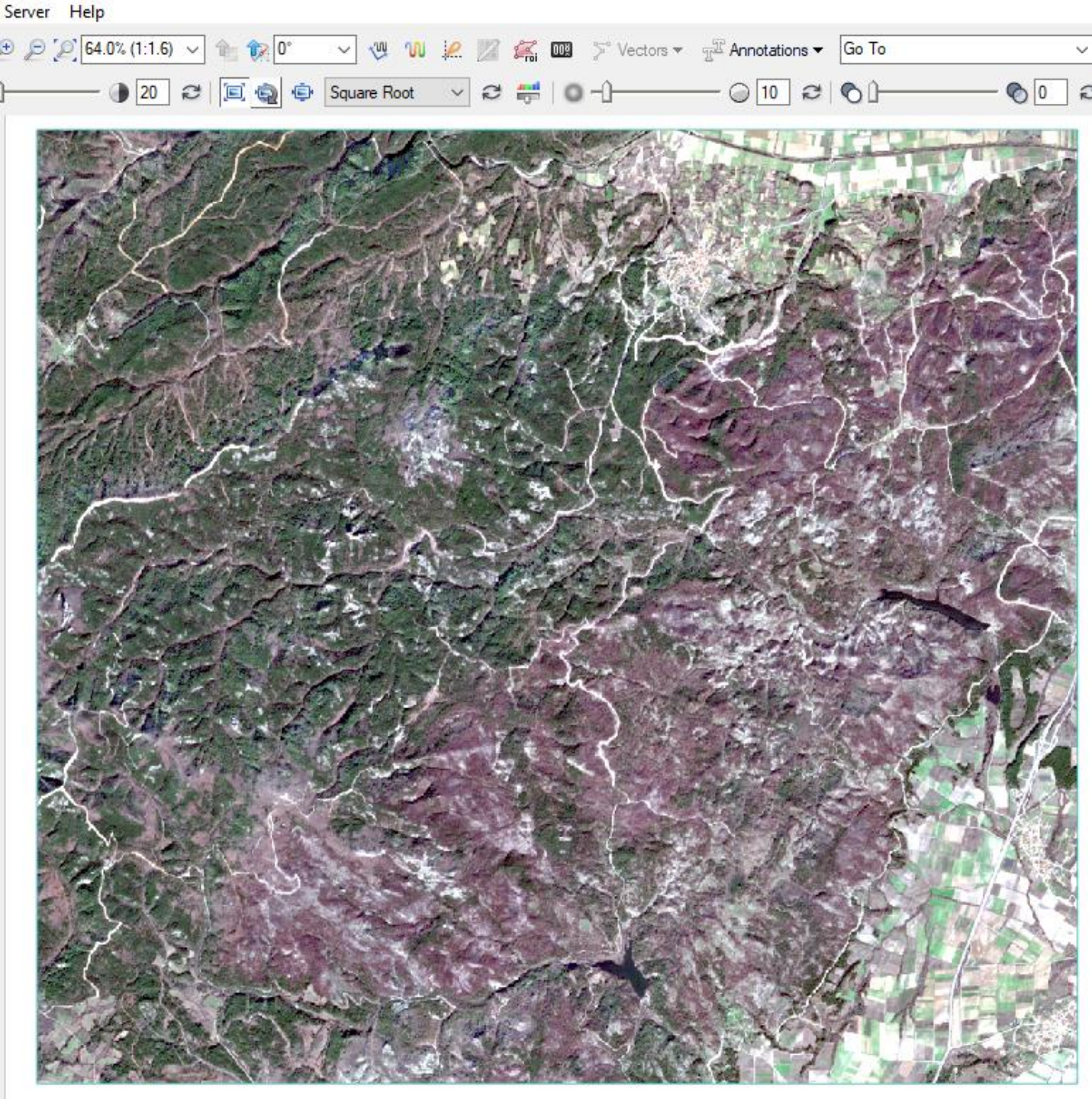


$L_p$



$L'_{sat}$





/Radiometric Correction/Atmospheric Correction Module/QUAC - Quick Atmospheric Correction



- 01 10 01 FLAASH Atmospheric Correction
- 01 10 01 QUAC - Quick Atmospheric Correction
- 01 10 01 Thermal Atmospheric Correction
- 01 10 01 Atmospheric Phase Delay Correction
- THR THOR Atmospheric Correction

QUAC - Quick Atmospheric...

Input Raster: LayerStack\_2023-03-20T17-32-14Z

Sensor Type: Generic / Unknown Sensor

Output Raster: ☐ File ☒ Virtual Raster

A virtual raster will be created.

☐ Preview ☒ Display result

# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας
- Η ατμοσφαιρική διόρθωση εικόνας

- Οι βασικές τεχνικές είναι:
  - Αφαίρεση του «σκοτεινότερου» εικονοστοιχείου
  - Ατμοσφαιρική μοντέλα
  - Γραμμική παλινδρόμηση
  - Μετατροπή ακτινοβολίας σε ανάκλαση





## ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

✓ Συστηματικές γεωμετρικές παραμορφώσεις



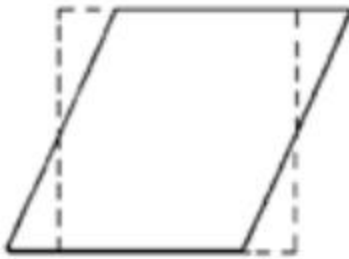
Στρέβλωση σάρωσης



Μεταβολές στην ταχύτητα κατόπτρου



Πανοραμική παραμόρφωση



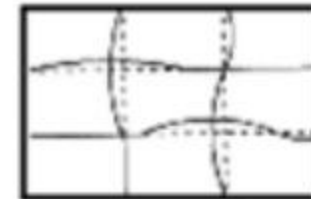
Περιστροφή της γης



Ταχύτητα του δορυφόρου



Προοπτική λόγω σφαιρικότητας της γης



Τοπογραφία



## ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

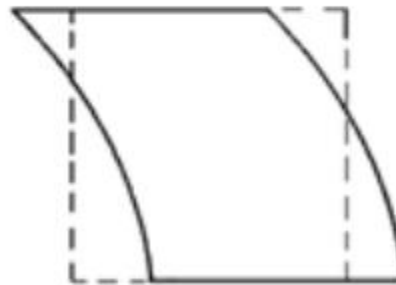
✓ Μη συστηματικές γεωμετρικές παραμορφώσεις



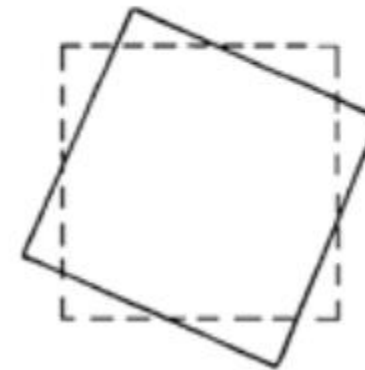
Μεταβολή ύψους τροχιάς



Μεταβολή προσανατολισμού



Μεταβολή προσανατολισμού



Μεταβολή προσανατολισμού





## ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ

---

- ✓ Επιλογή του συστήματος χαρτογραφικών συντεταγμένων.
- ✓ Επιλογή της σχέσης μετασχηματισμού.
- ✓ Επιλογή των εδαφικών σημείων ελέγχου (GCP).
- ✓ Έλεγχος ακριβείας.
- ✓ Εφαρμογή της σχέσης μετασχηματισμού.
  - Μέθοδος του κοντινότερου γείτονα.
  - Μέθοδος της διγραμμικής παρεμβολής.
  - Μέθοδος της κυβικής παρεμβολής.



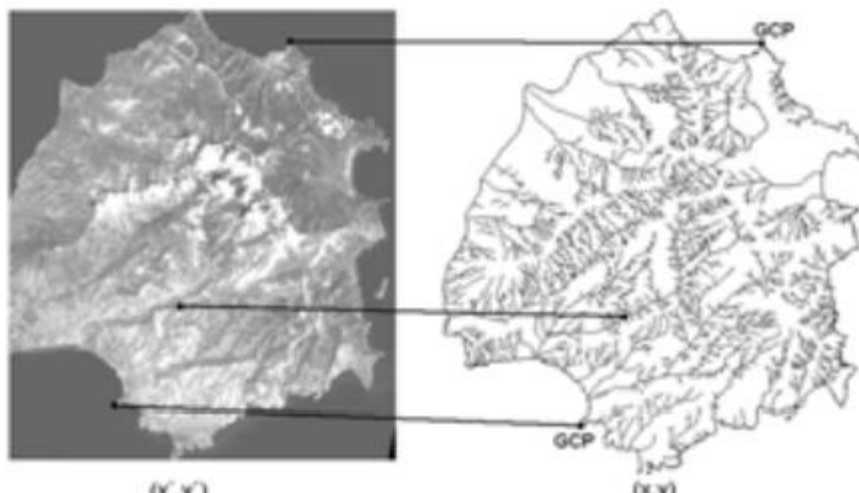
## ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ

Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων, χρησιμοποιώντας  
ένα δείγμα από γεωγραφικά σημεία ελέγχου (GCP's):

$$x' = a_0 + a_1x + a_2y$$

$$y' = b_0 + b_1x + b_2y$$

$x, y$  είναι οι τοπογραφικές συντεταγμένες του χάρτη,  
ενώ  $x', y'$  είναι οι συντεταγμένες της δορυφορικής εικόνας  
στο Καρτεσιανό σύστημα αξόνων  $x, y$  (γραμμή στοιχείου εικόνας)

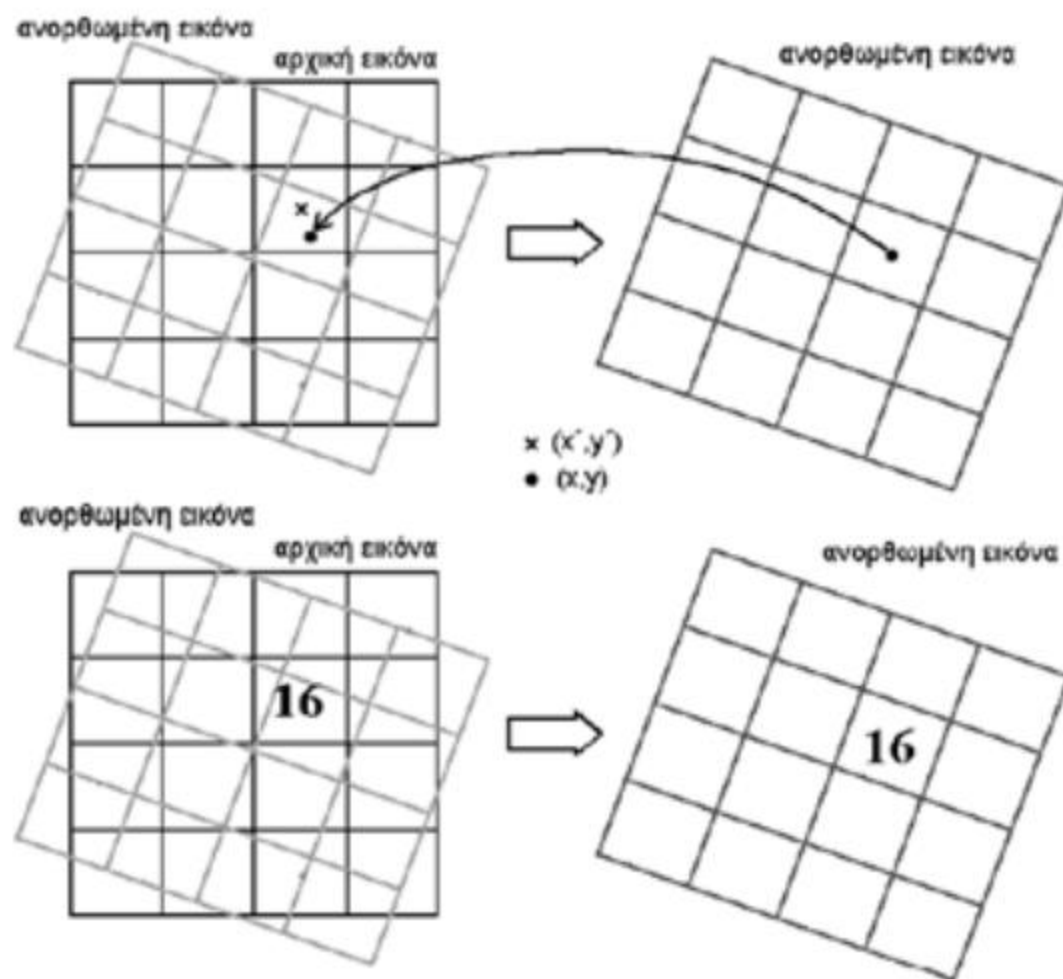


$$RMSE = \sqrt{(x' - x_{orig})^2 + (y' - y_{orig})^2}$$



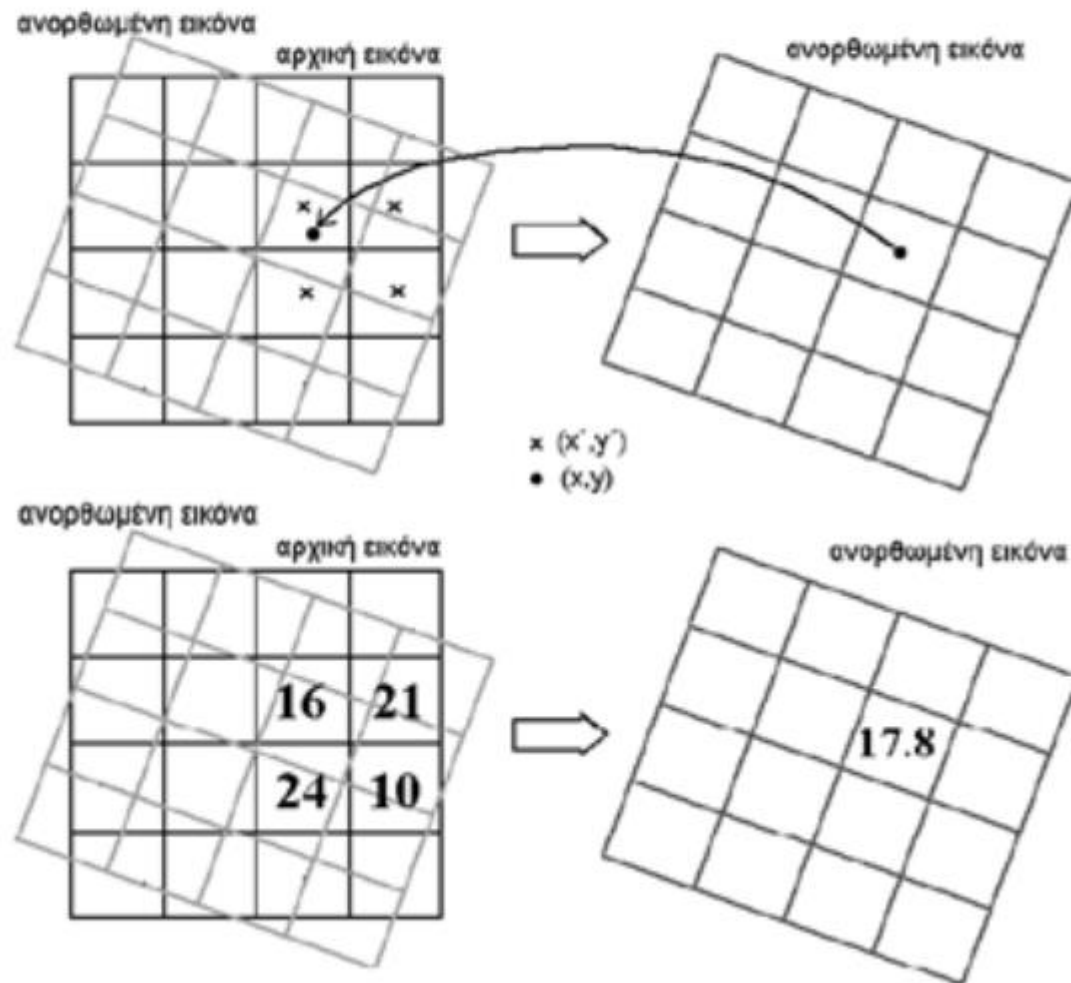


## ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ





## ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ





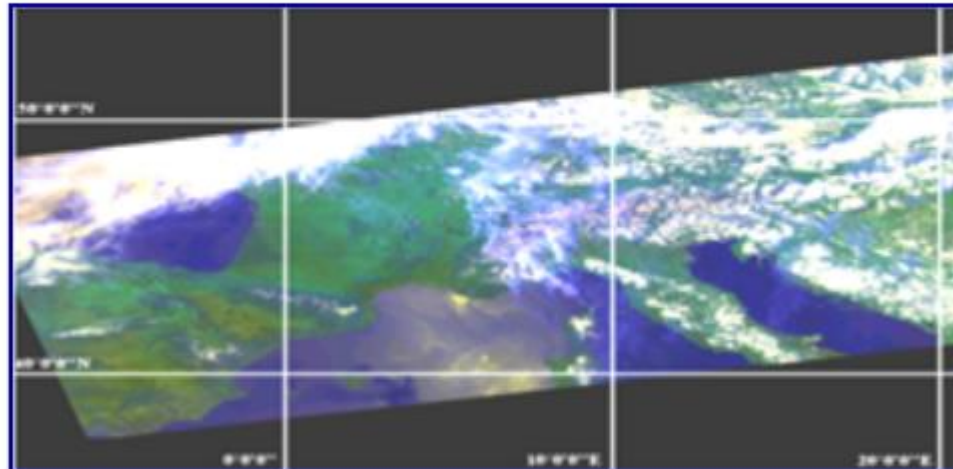


## ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ

Πριν τις διορθώσεις  
(AVHRR 1-2-4)



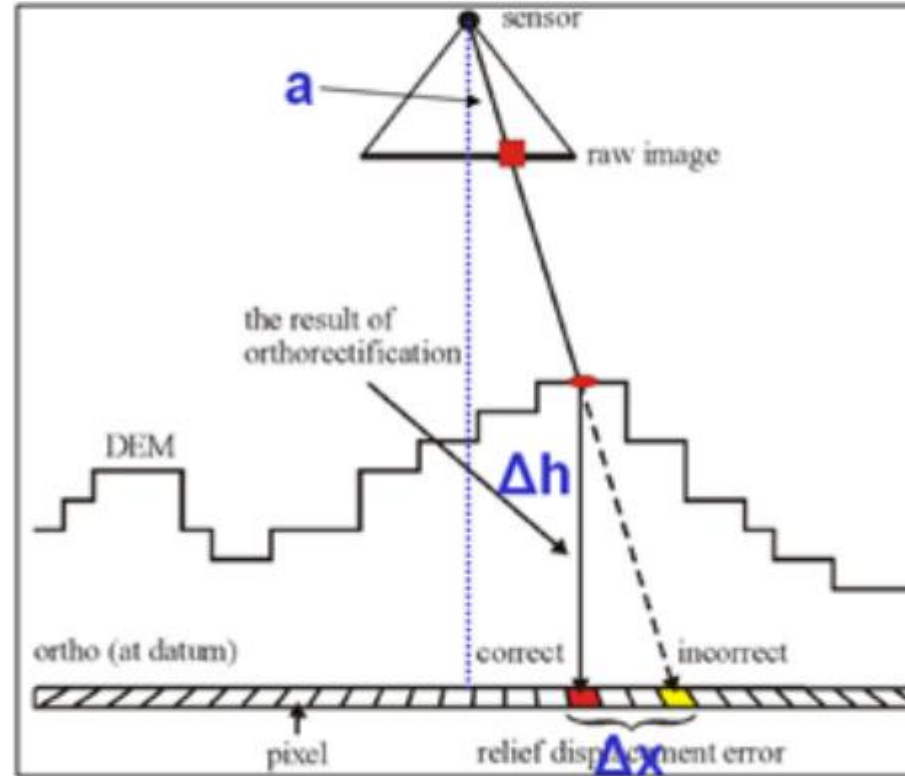
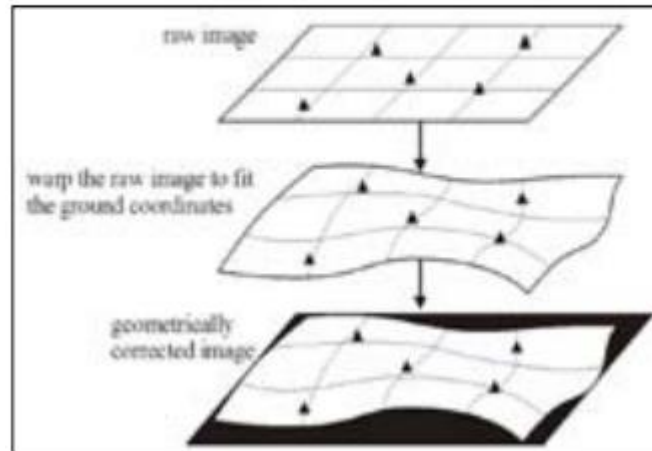
Μετά τις διορθώσεις  
(AVHRR 1-2-4)





## ΟΡΘΟΑΝΑΓΩΓΗ

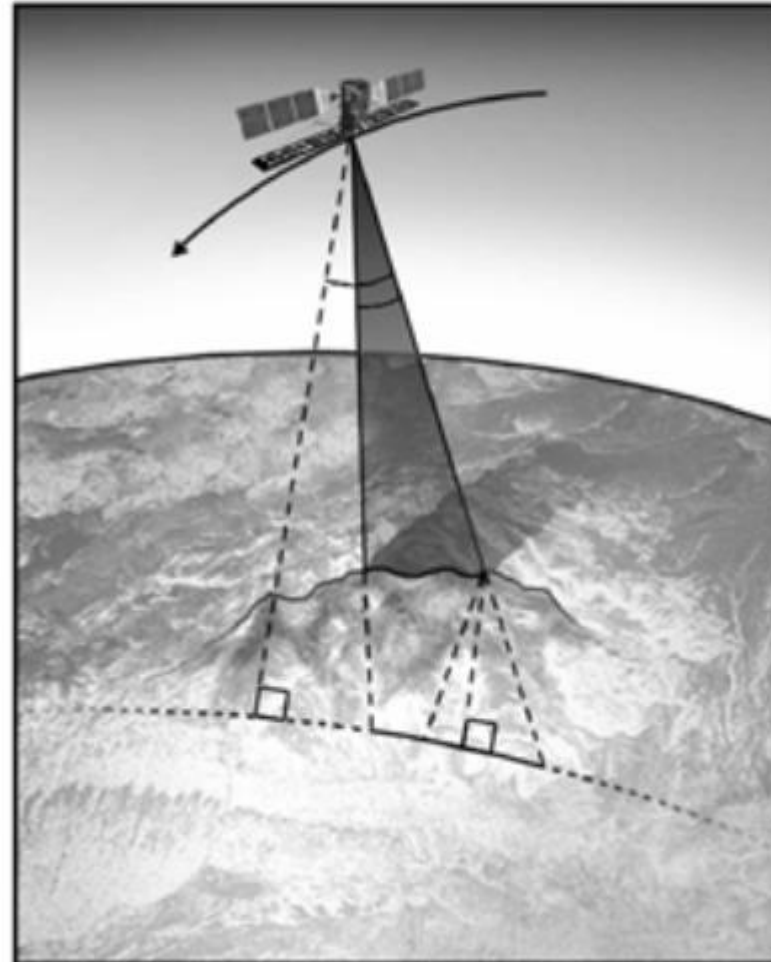
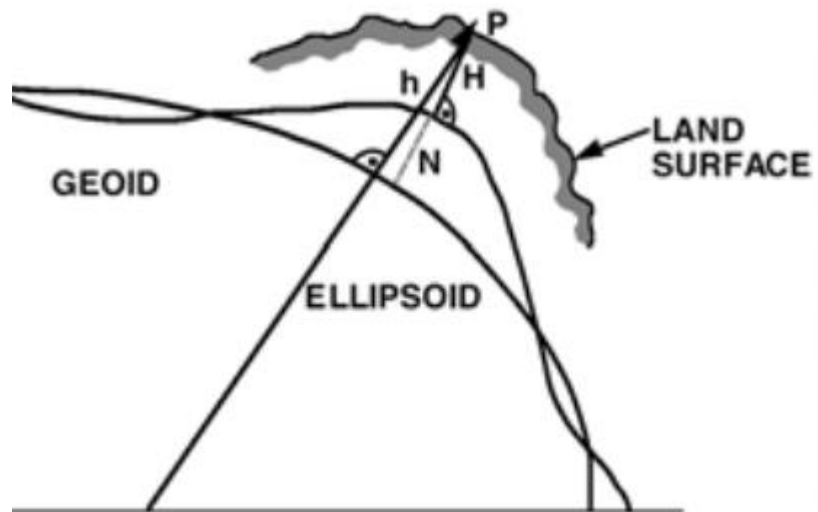
- ✓ Geometric Operation
- ✓ Radiometric Operation



$$\Delta x = \Delta h \tan a$$



## ΥΨΟΜΕΤΡΟ





# ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ (DEM)



## Καθορισμός Σημείων ελέγχου

Αναγνώριση κοινών χαρακτηριστικών και στις δύο εικόνες (σημεία επίγειου ελέγχου) χρησιμοποιώντας το ποντίκι για την κατασκευή ενός μοντέλου μετασχηματισμού.

## Διόρθωση της Εικόνας

Διόρθωση της "στοιχειώδους" εικόνας στο νέο χώρο συντεταγμένων (προβολή χάρτη και επιπέδου αναφοράς) της αντίστοιχης ανηγμένης εικόνας.

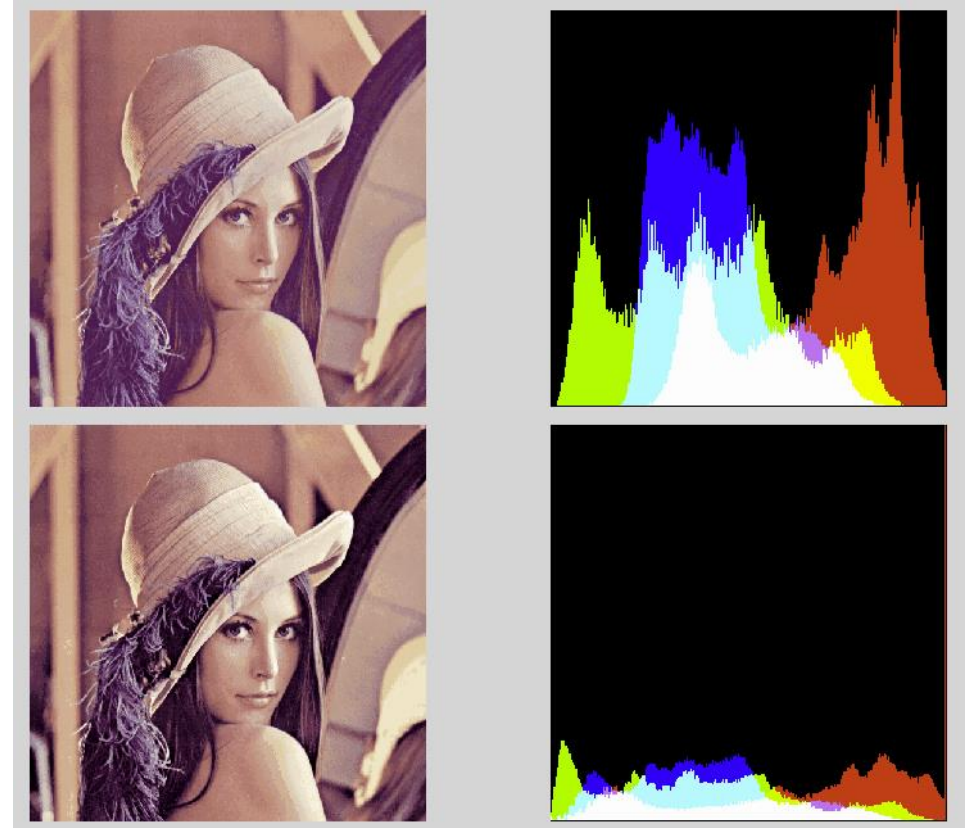
## Αξιολόγηση ακρίβειας

Αξιολόγηση της ακρίβειας της διόρθωσης.

# ΑΡΧΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

## *Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας – Βελτίωση εικόνας*

- Ο όρος επεξεργασία εικόνας (image processing) περιλαμβάνει όλες τις μεθόδους που αποσκοπούν στη λήψη πληροφοριών που περιέχονται σε μια ψηφιακή εικόνα
- αλλά δεν μπορούν να εντοπιστούν με γυμνό οφθαλμό.

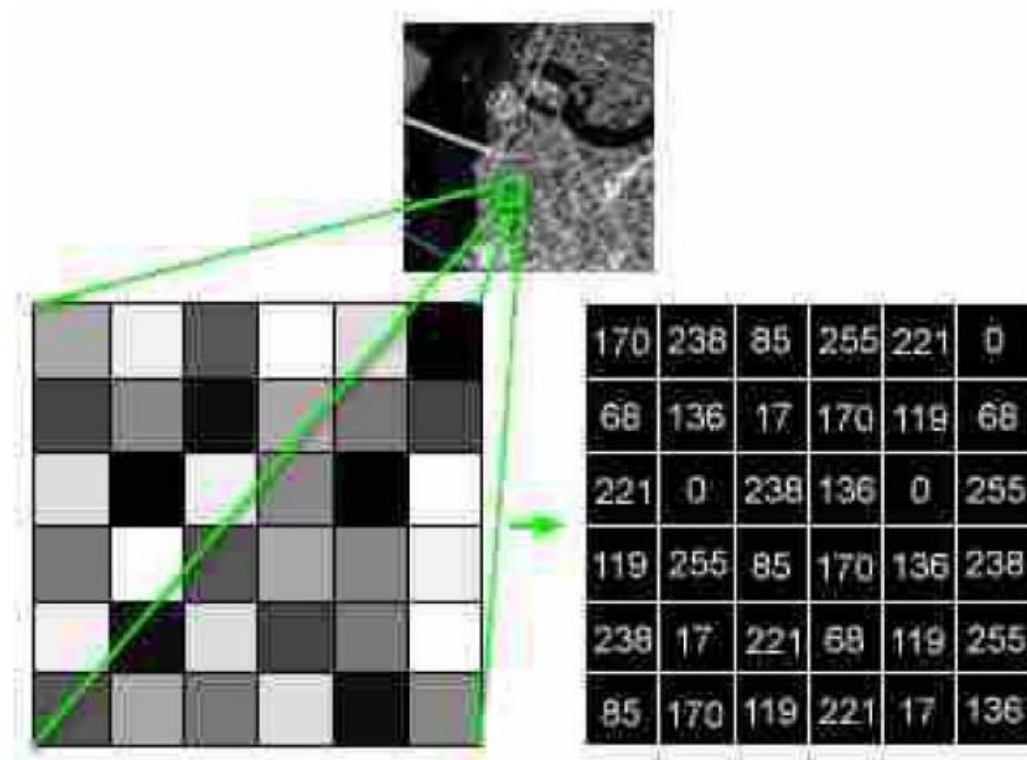


Αποσκοπεί στη βελτίωση της οπτικής εμφάνισης της εικόνας για τη διευκόλυνση της φωτοερμηνείας



# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Σε μια εικόνα με αποχρώσεις του γκρι, κάθε εικονοστοιχείο αποδίδεται με ένα τόνο του γκρι σε μια αριθμητική κλίμακα με εύρος από το 0 ως το 255.
- Το 0 αντιστοιχεί στο μαύρο και το 255 στο λευκό χρώμα
- Οι υπόλοιπες τιμές σε ενδιάμεσες αποχρώσεις του γκρι

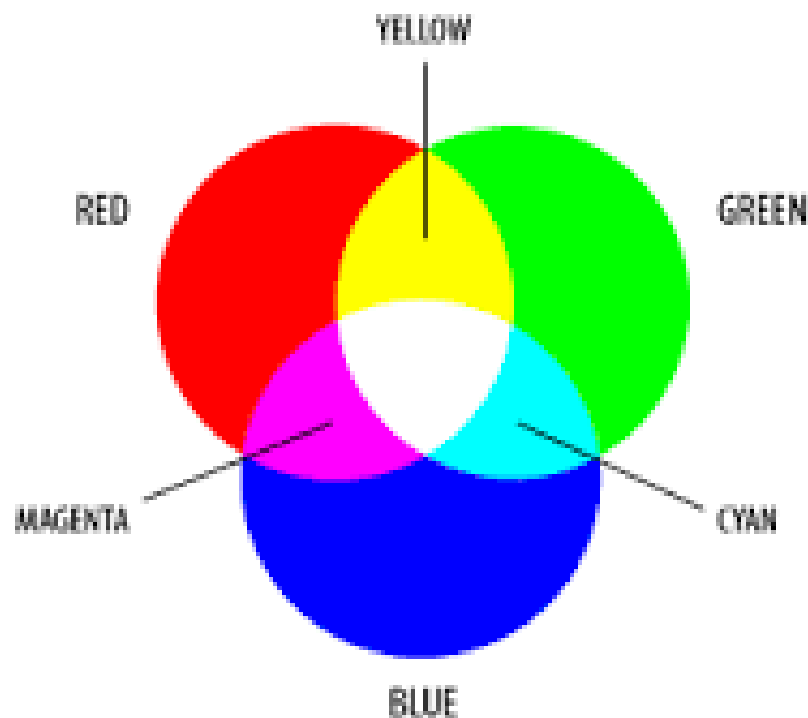


Στάθμες φωτεινότητας εικόνων

# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

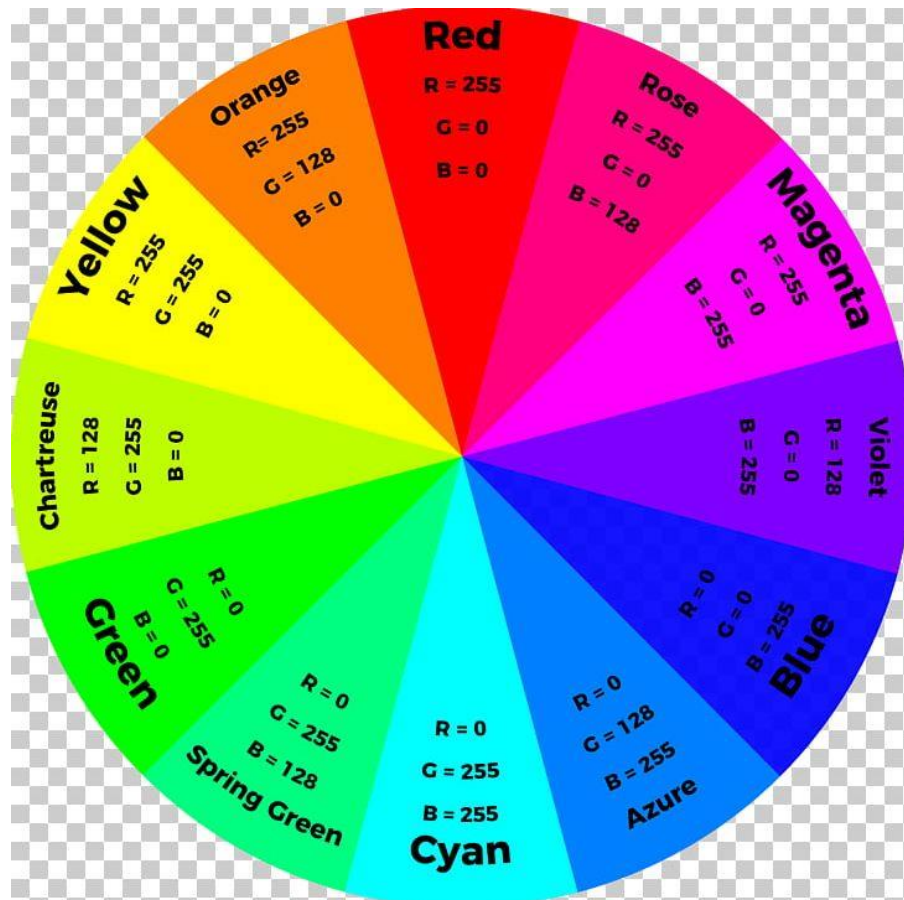
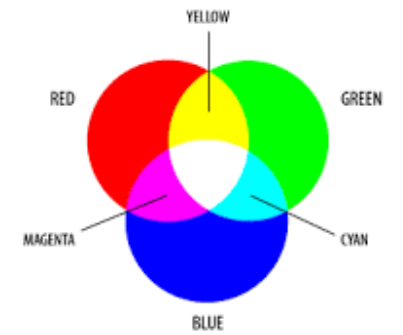
- Για μια έγχρωμη εικόνα χρησιμοποιούνται τα τρία κύρια χρώματα (κόκκινο, πράσινο και μπλε με διαφορετικές αναλογίες).

## RGB



# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

## RGB



Red:

237	255	128	128
0	34	34	128
63	63	34	128
0	195	255	0

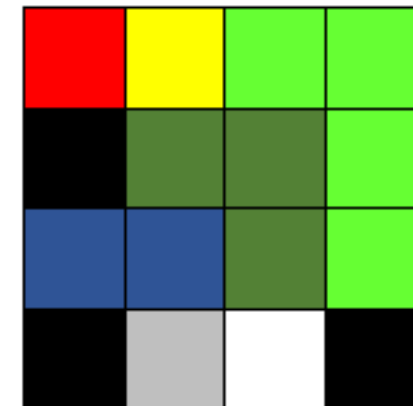
Blue:

36	0	0	0
0	76	76	0
204	204	76	0
0	195	255	0

Green:

28	242	255	255
0	177	177	255
72	72	177	255
0	195	255	0

True-colour composite:





# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

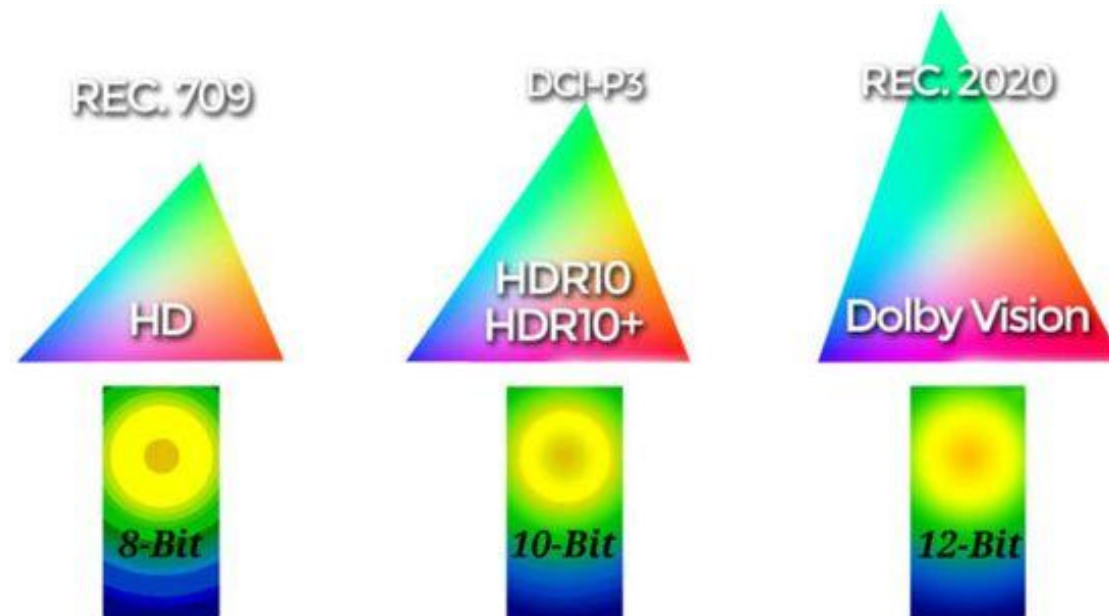
- Ιστογράμματα εικόνων – Ραδιομετρική ανάλυση

- Σε κάθε εικονοστοιχείο αποδίδεται μια ψηφιακή τιμή.

Όταν η εικόνα είναι 8bits =  $2^8 = 0-255$ , η 10bits =  $2^{10} = 0-1024$

- Τα προϊόντα Landsat 7 είναι εικόνες 8-bit με 256 επίπεδα γκρι, ενώ του Landsat 8 η ραδιομετρική ακρίβεια έχει εύρος 12 bit, που μεταφράζεται σε 4096 πιθανά επίπεδα γκρι

- Παρόμοια ανάλυση έχει ο SENTINEL-2 που είναι 12-bit, δίνοντας ένα δυνητικό εύρος επιπέδων φωτεινότητας από 0 έως 4095.



# 8 Bit

Possible shade values per channel

256 x 256 x 256



16,777,216  
Possible Colors



# 10 Bit

Possible shade values per channel

1,024 x 1,024 x 1,024



1,073,741,824  
Possible Colors



# 12 Bit

Possible shade values per channel

4,096 x 4,096 x 4,096



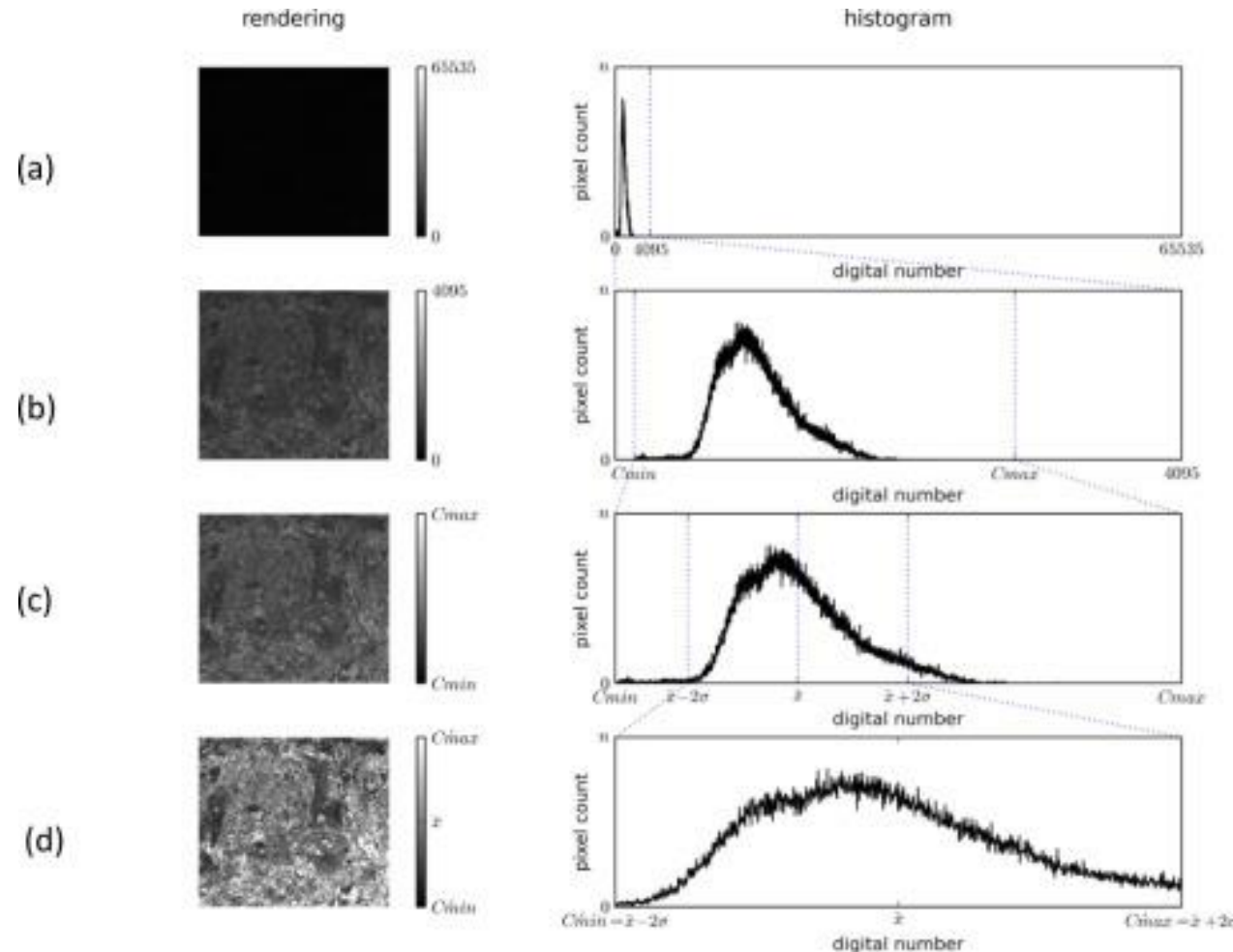
Over 68 Billion  
Possible Colors



# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Ιστόγραμμα εικόνων

- Διαχωρισμός εννοιών ανάμεσα στις ψηφιακές τιμές από τα επίπεδα του γκρι που φαίνονται στην οθόνη.

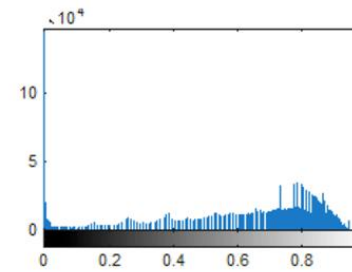
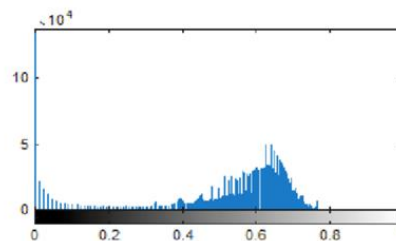
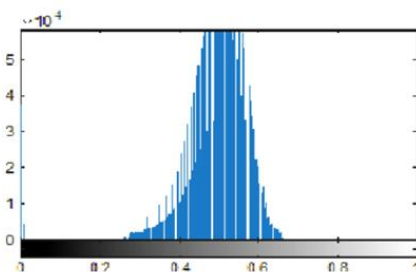
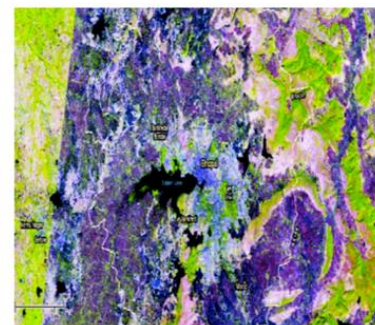
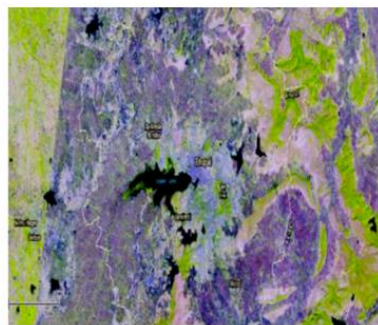
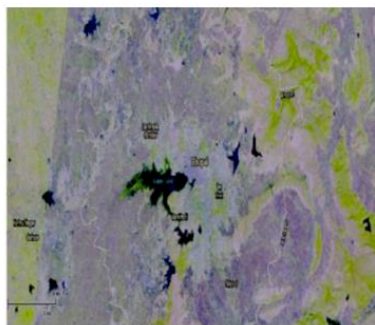




# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- **Ιστόγραμμα εικόνων**

- Κατά την απεικόνιση του αρχείου στην οθόνη του υπολογιστή, η ψηφιακή τιμή αποδίδεται με μια απόχρωση του γκρι σε κλίμακα 256 ή 1024 τιμές.
- Οι τιμές αυτές δεν είναι ταυτόσημες με τις ψηφιακές τιμές, για λόγους ενίσχυσης της αντίθεσης.



# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- **Ιστόγραμμα εικόνων**

- Η αντιστοίχιση γίνεται βάσει ενός πίνακα μετασχηματισμού (lookup table).
- Οι ψηφιακές τιμές του αρχείου δεν μεταβάλλονται (περιλαμβάνουν την ποσοτική πληροφορία), ενώ τα επίπεδα του γκρι της εικόνας μεταβάλλονται ανάλογα με τη μέθοδο ενίσχυσης της αντίθεσης.

# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Ιστόγραμμα εικόνων - Βελτίωση –ενίσχυση της αντίθεσης της εικόνας

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι μετασχηματισμών

1) Γραμμική Βελτίωση (linear contrast stretch)  $GL = aDN + b$

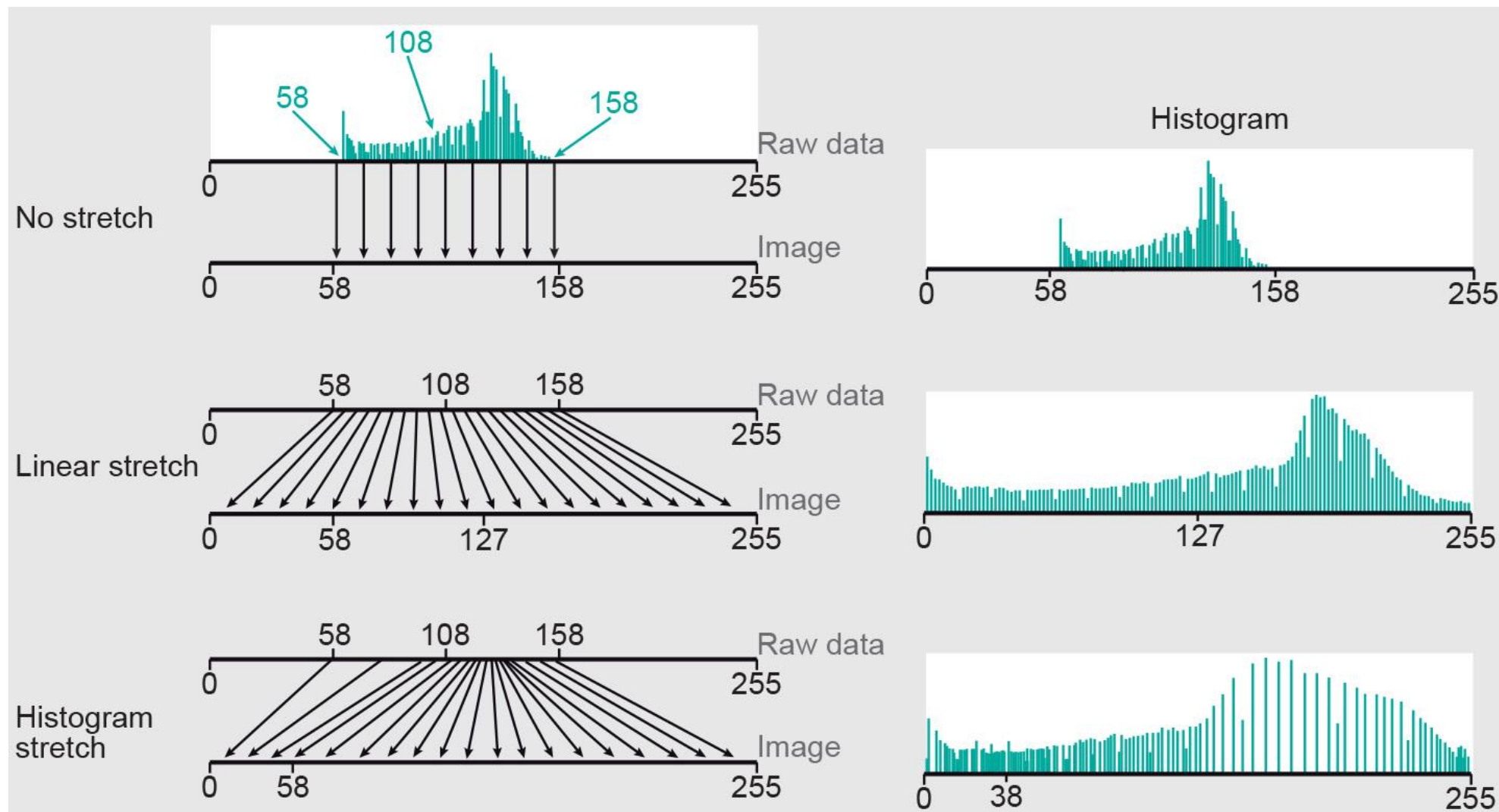
2) Ιστογραμμική Εξισορρόπηση (histogram equalization)

3) Μη γραμμικές βελτιώσεις  $GL = DN^a$



# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Ιστόγραμμα εικόνων - Βελτίωση –ενίσχυση της αντίθεσης της εικόνας

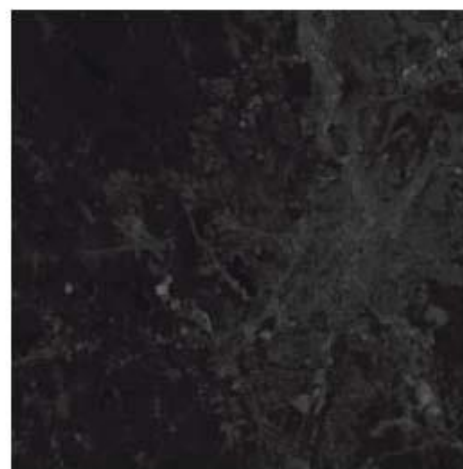
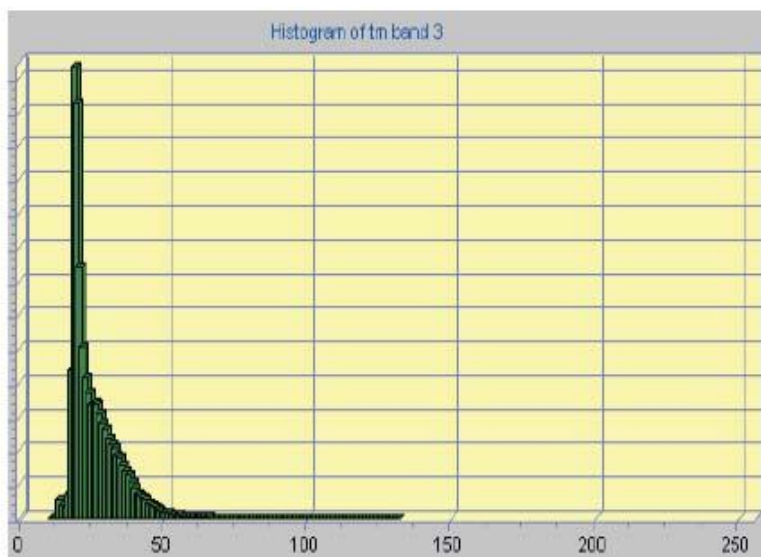


# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

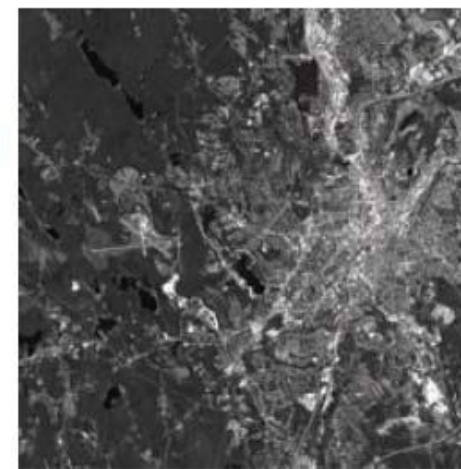
- Ιστόγραμμα εικόνων - Βελτίωση –ενίσχυση της αντίθεσης της εικόνας

## Γραμμική Βελτίωση (*linear contrast stretch*)

Ζώνη TM 3 (ορατό κόκκινο) και το ιστόγραμμα της.



Linear Stretch  
→

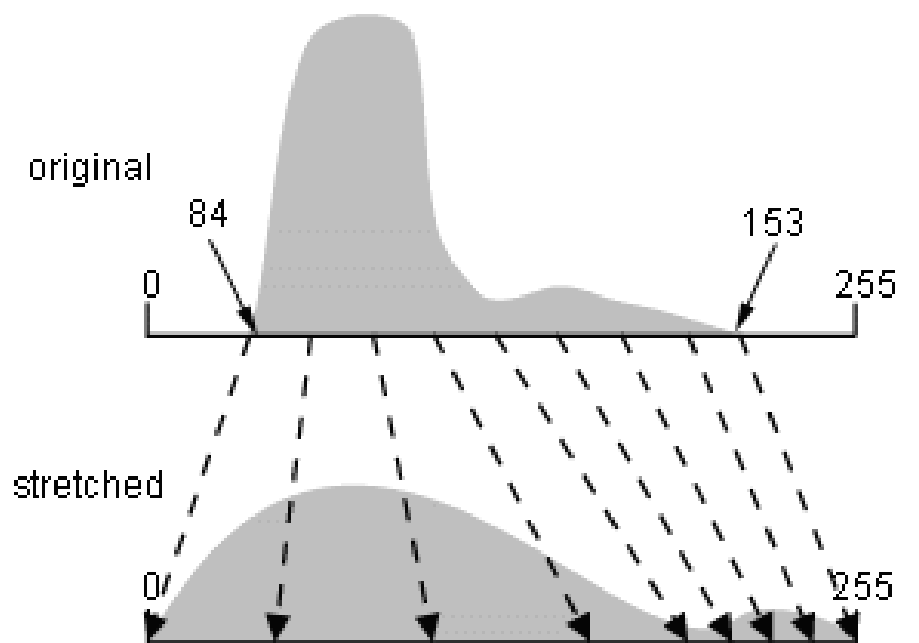


Παρατηρείστε ότι οι τιμές της εικόνας είναι αρκετά λοξές. Η δεξιά εικόνα του σχήματος δείχνει την ίδια εικόνα μετά από μια γραμμική διάταση μεταξύ των τιμών 12 και 60.

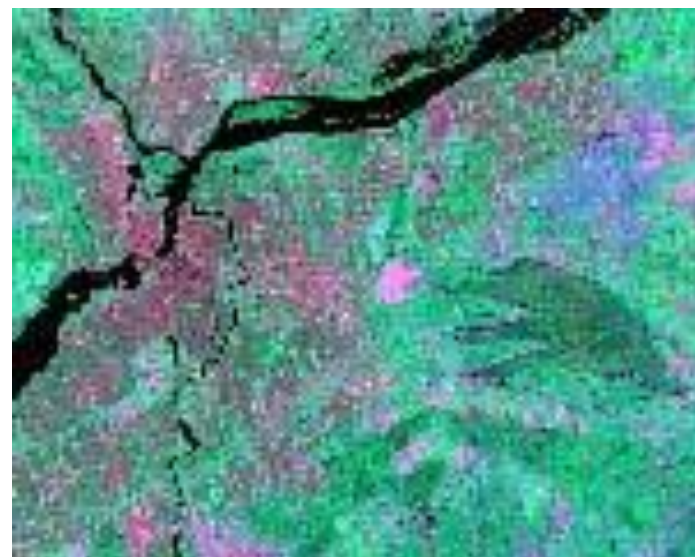
# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Ιστόγραμμα εικόνων - Βελτίωση –ενίσχυση της αντίθεσης της εικόνας

Γραμμική Βελτίωση (*linear contrast stretch*)



© CCRS / CCT



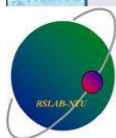
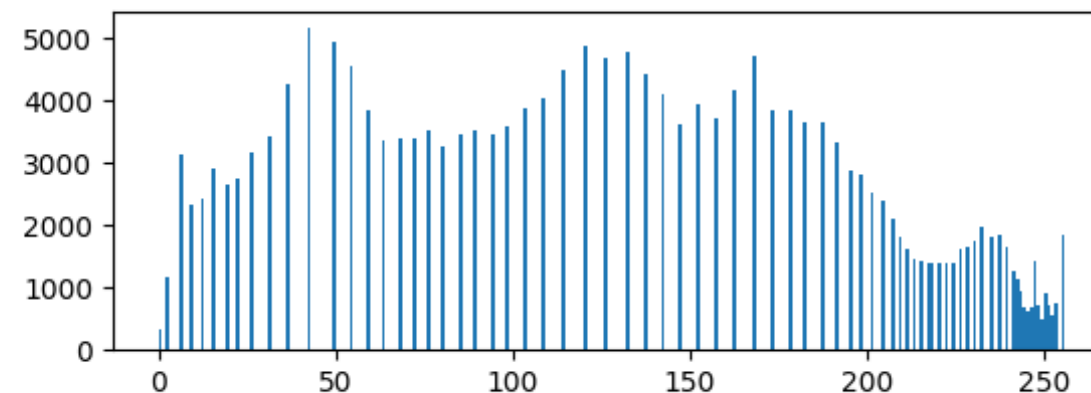
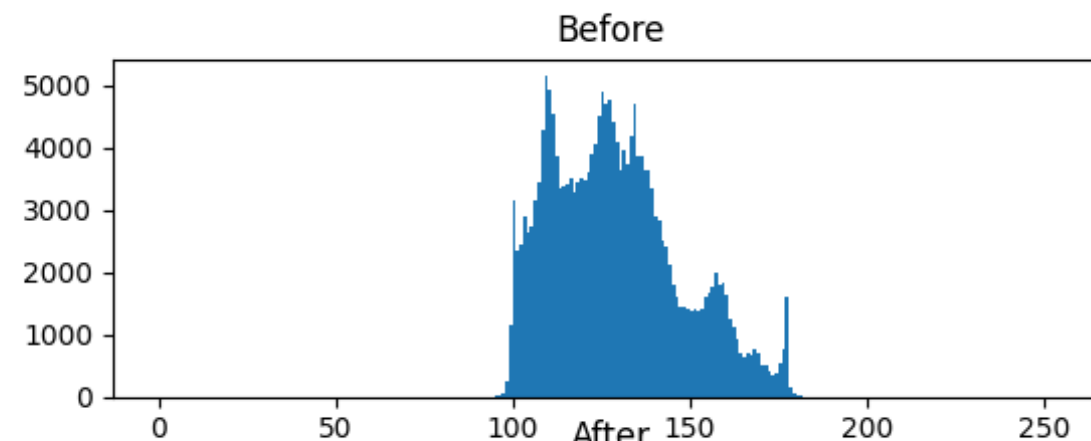
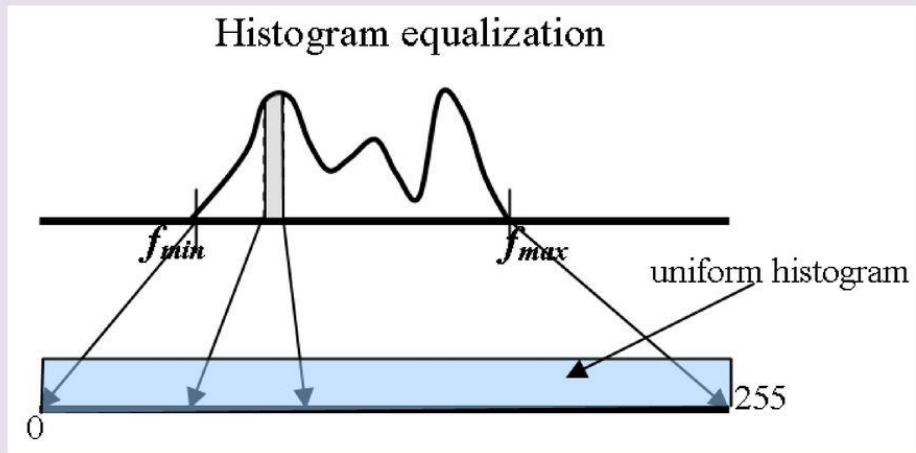


# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Ιστογράμματα εικόνων - Βελτίωση –ενίσχυση της αντίθεσης της εικόνας

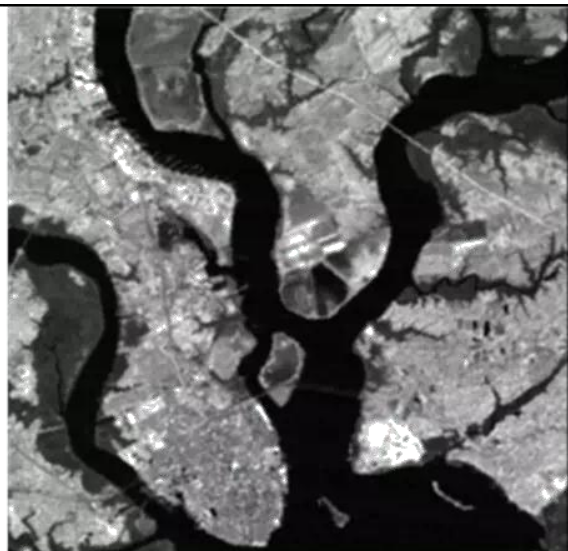
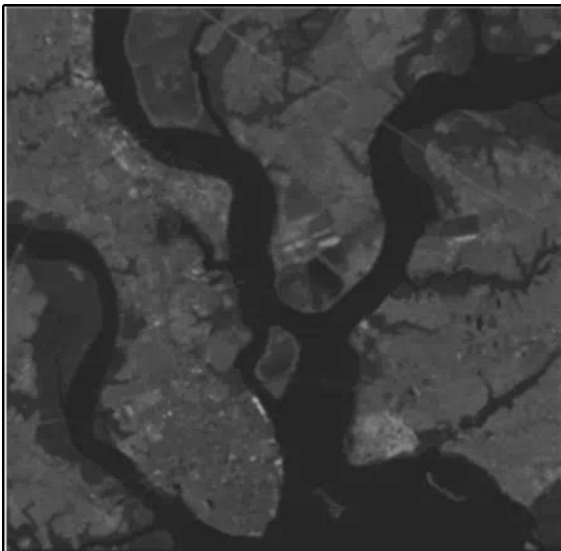
## Ιστογραφμική Εξισορρόπηση (*histogram equalization*)

- Histogram equalization

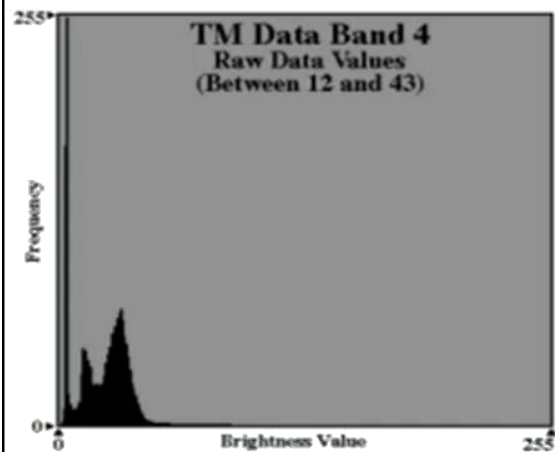


# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

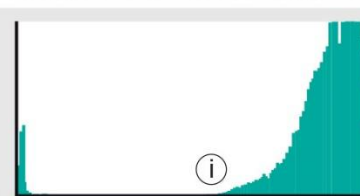
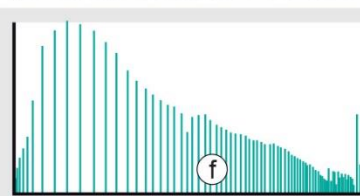
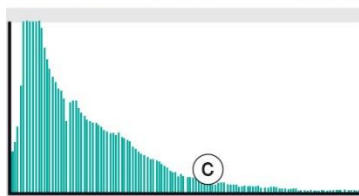
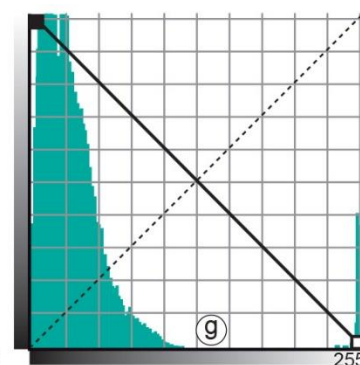
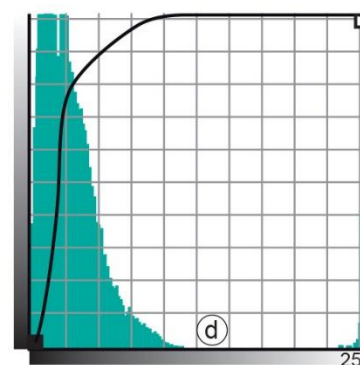
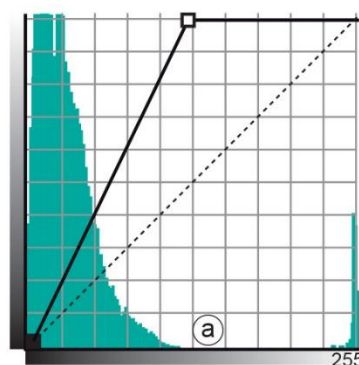
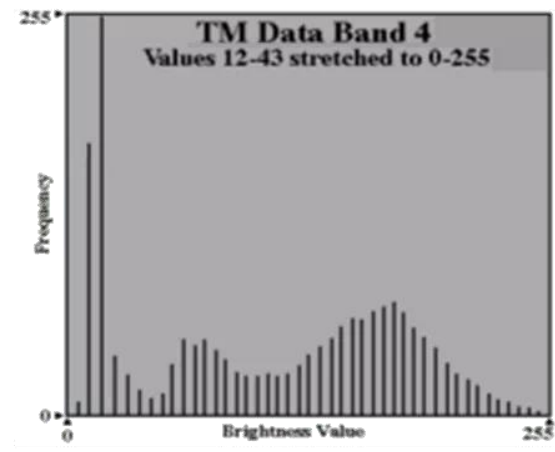
## Ιστογραμμική Εξισορρόπηση (*histogram equalization*)



Normal Histogram B and 4



Equalized Histogram Band

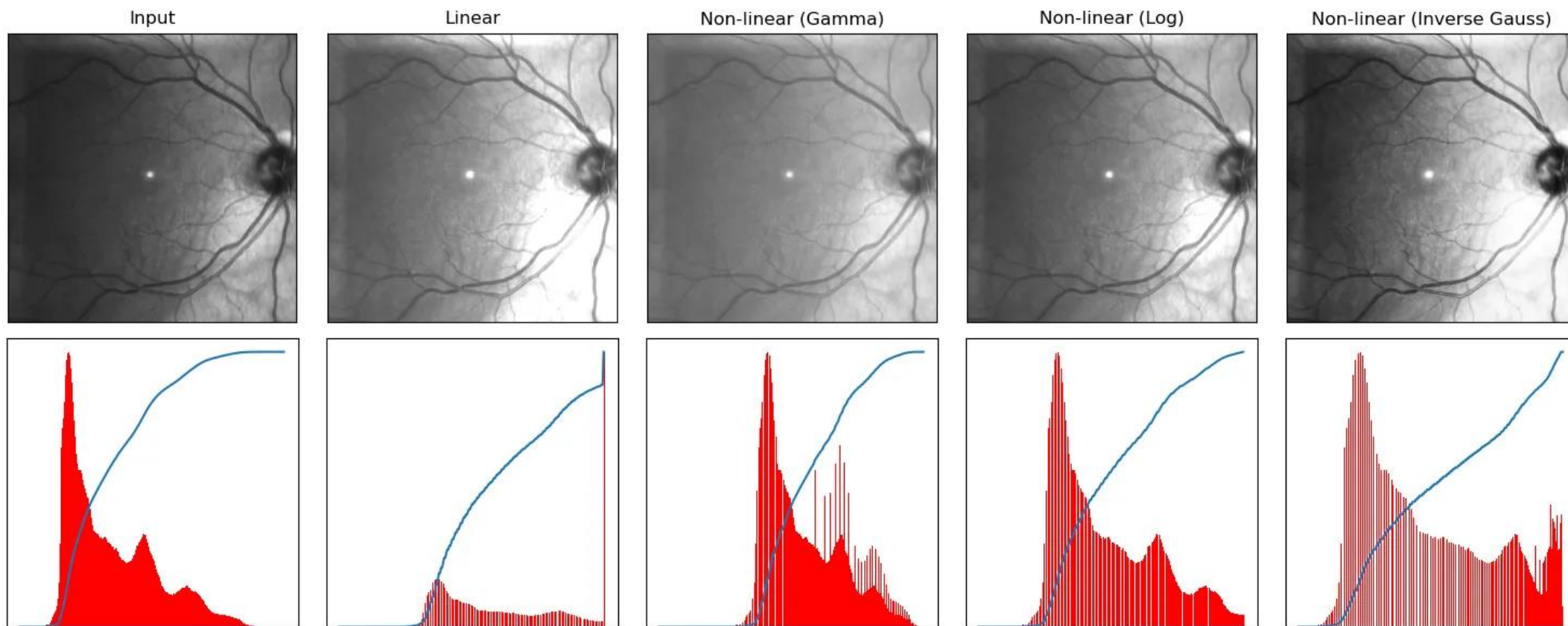


# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Ιστόγραμμα εικόνων - Βελτίωση –ενίσχυση της αντίθεσης της εικόνας

## 3) Μη γραμμικές βελτιώσεις GL = Dn<sup>a</sup>

Medical Image Processing

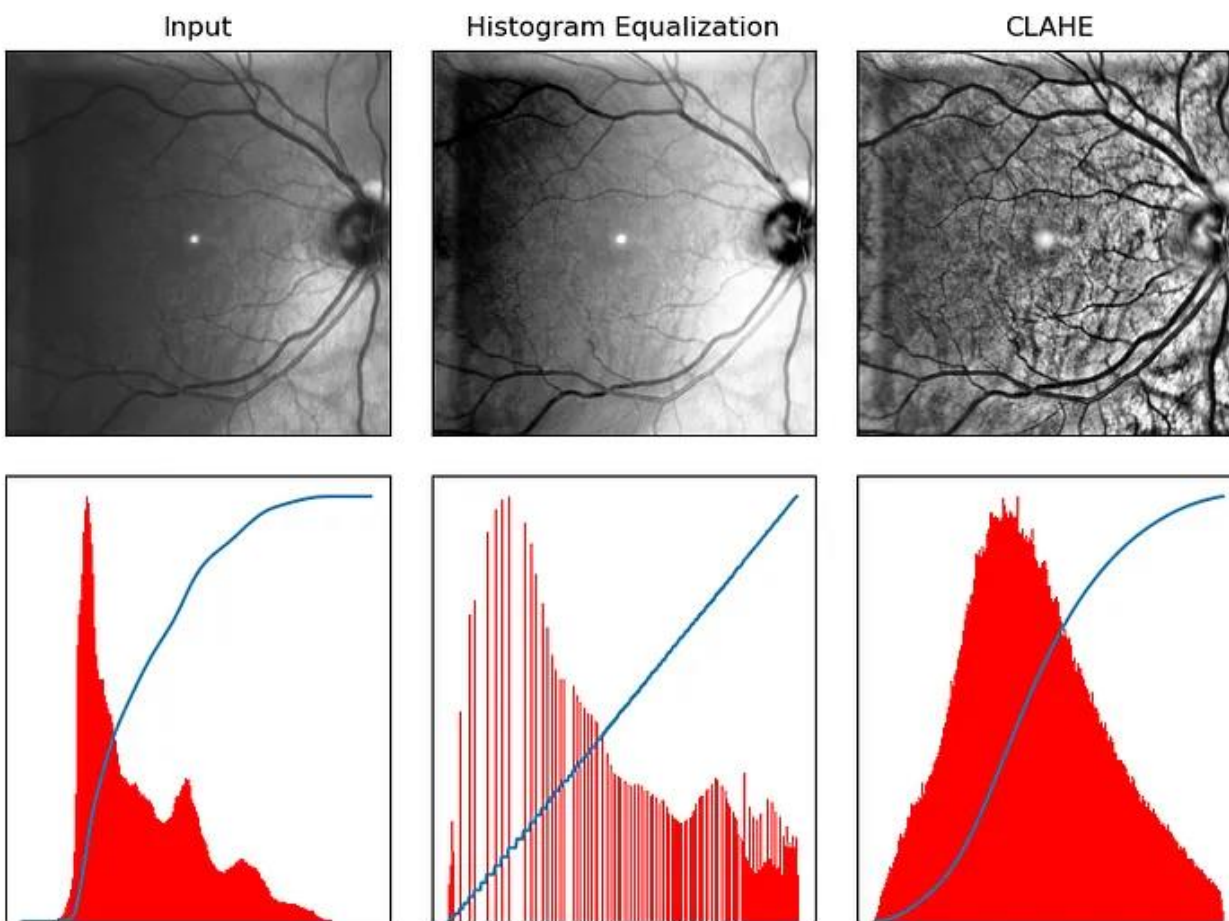




# Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Ιστόγραμμα εικόνων - Βελτίωση –ενίσχυση της αντίθεσης της εικόνας

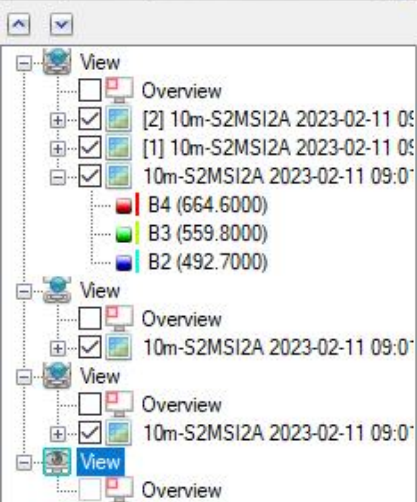
## 3) Μη γραμμικές βελτιώσεις GL = DN<sup>a</sup>



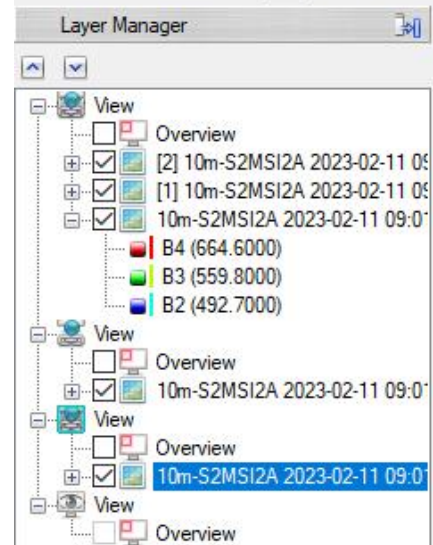




## Layer Manager









# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας



# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας



Τι είναι οι μπλέ κύκλοι?

Τα έκαναν εξωγήϊνοι;

Οι μπλέ κύκλοι αναπαριστούν ποτιστικά χωράφια στην έρημο της Λιβύης δίπλα σε μια πόλη (στο πάνω αριστερά της εικόνας).

# Τηλεπισκόπηση

## • Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας



Τι είναι οι μπλέ κύκλοι?

Τα έκαναν εξωγήϊνοι;

Εμφανίζονται μπλε γιατί η δορυφορική εικόνα είναι μια ψευδοέγχρωμη σύνθεση εικόνας.



# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Η ΒΕΛΤΙΩΣΗ εικόνας

- Παραγωγή Σύνθετης Εικόνας

- Για οπτική ανάλυση, οι συνθέσεις χρώματος κάνουν πλήρη χρήση των δυνατοτήτων του ανθρώπινου ματιού.
- Ανάλογα με τις δυνατότητες του συστήματος γραφικών που χρησιμοποιούμε, η παραγωγή σύνθετης εικόνας μπορεί να αφορά την απλή επιλογή των ζωνών που μας ενδιαφέρουν ή πιο πολύπλοκες διαδικασίες συνδυασμού και αντίστοιχης διάταξης της αντίθεσης.

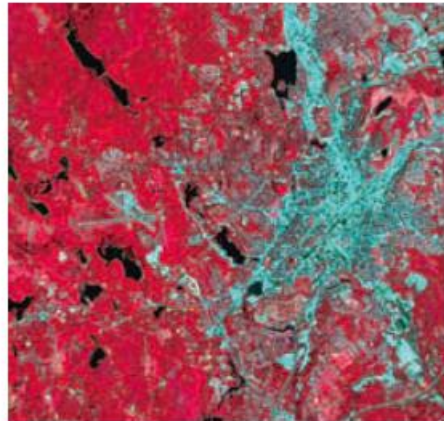
# Τηλεπισκόπηση

## • Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

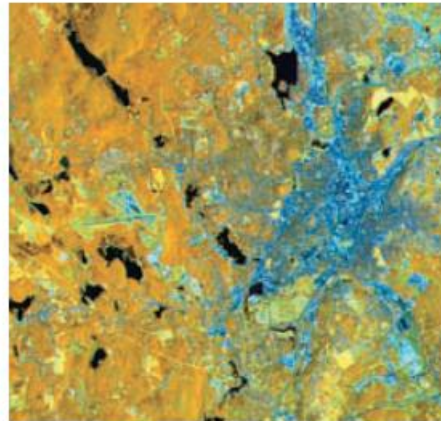
- Η ΒΕΛΤΙΩΣΗ εικόνας
- Παραγωγή Σύνθετης Εικόνας
- Συνθέσεις εικόνας που αποτελούνται από διαφορετικούς συνδυασμούς ζωνών από την ίδια ομάδα εικόνων TM.



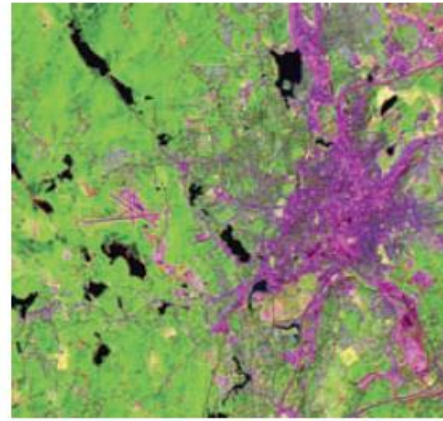
RGB=bands 3,2,1



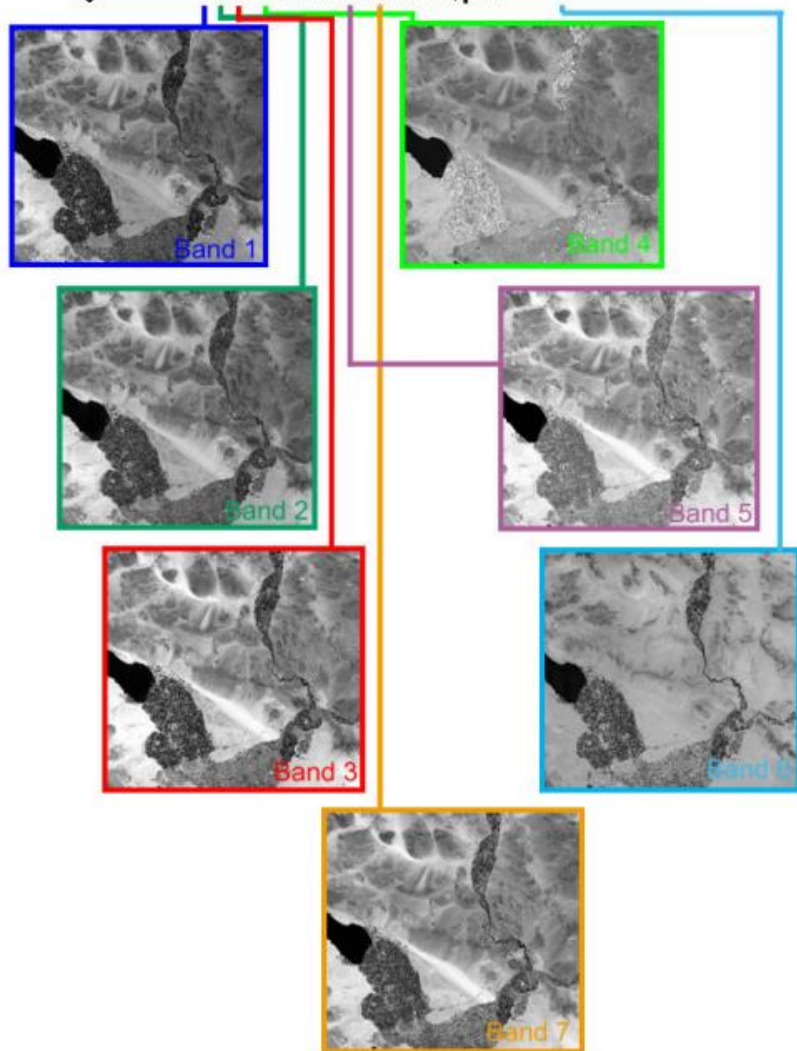
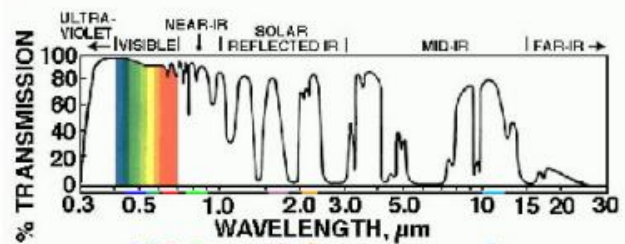
RGB=bands 4,3,2



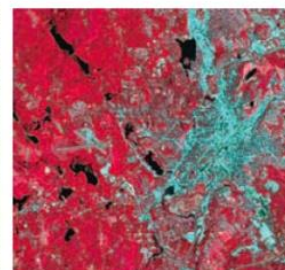
RGB=bands 4,5,3



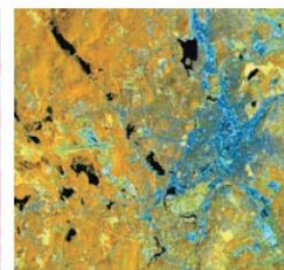
RGB=bands 7,4,2



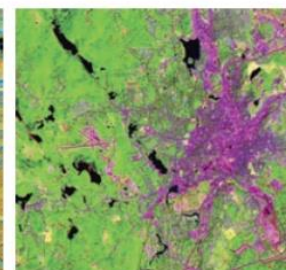
RGB=bands 3,2,1



RGB=bands 4,3,2

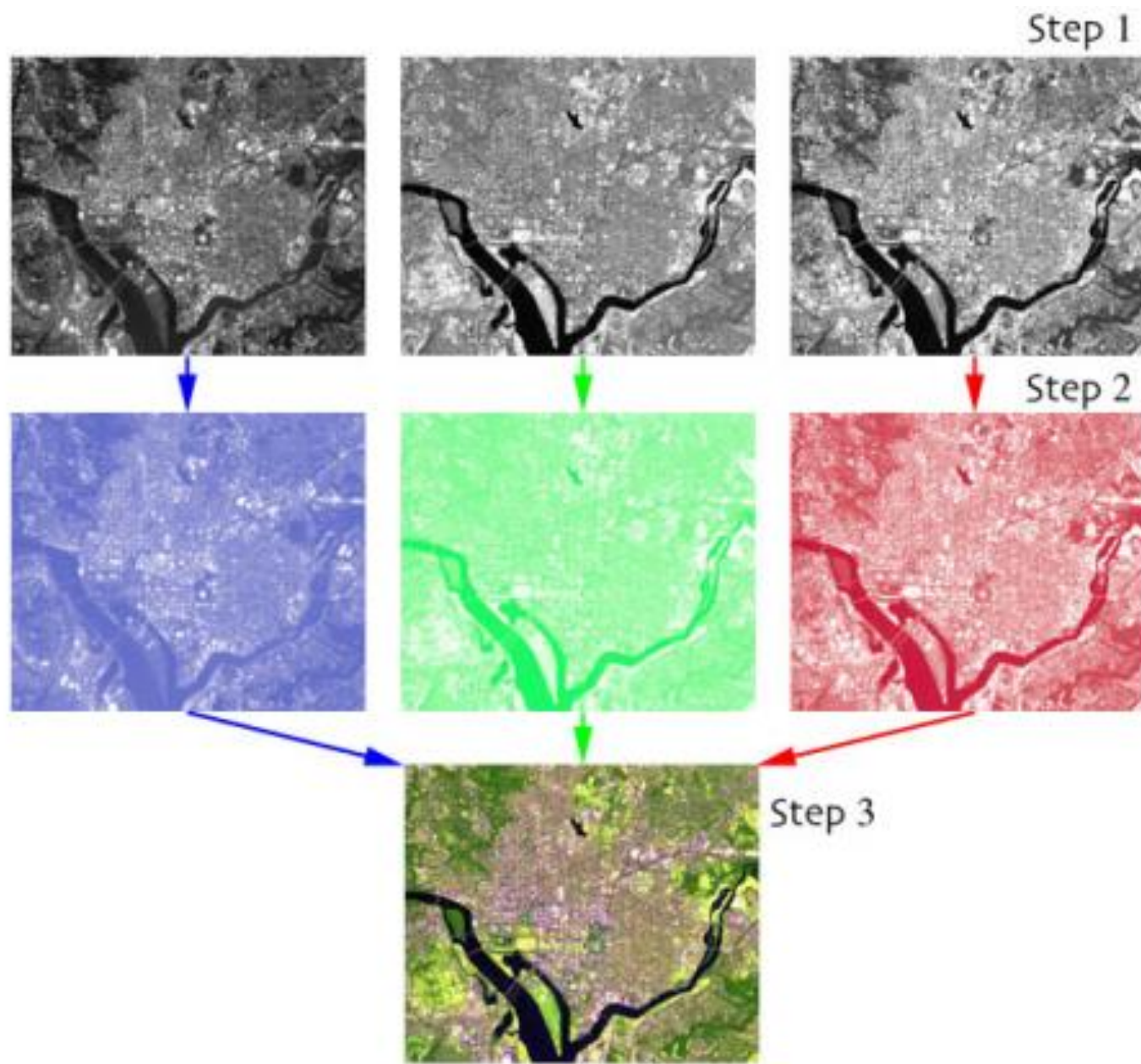


RGB=bands 4,5,3



RGB=bands 7,4,2





## **• Παραγωγή Σύνθετης Εικόνας**

- **Γιατί μια ψευδο-έγχρωμη εικόνα μπορεί να εμφανιστεί με τρεις μπάντες κάθε φορά;**

**Υπάρχουν μόνο τα τρία κύρια χρώματα του φωτός. Όλα τα άλλα είναι συνδυασμός αυτών των τριών χρωμάτων.**

• Παραγωγή Σύνθετης Εικόνας

- Γιατί τις ονομάζουμε ψευδο-έγχρωμες εικόνες;

Τα χρώματα στις εικόνες δεν είναι αυτά που συνήθως βλέπουμε με τα μάτια μας.



## **• Παραγωγή Σύνθετης Εικόνας**

- Γιατί είναι σημαντικό να γνωρίζουμε από ποιες μπάντες έχει οριστεί μια ψευδο-έγχρωμη εικόνα;**

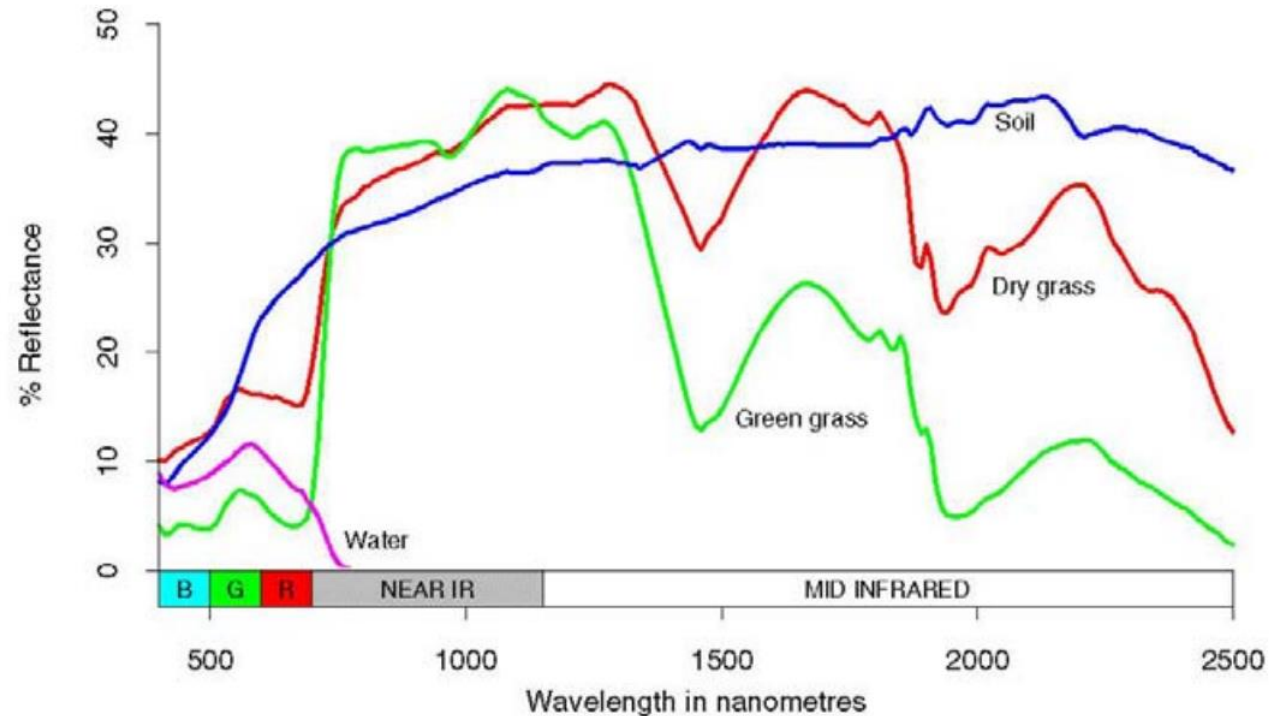
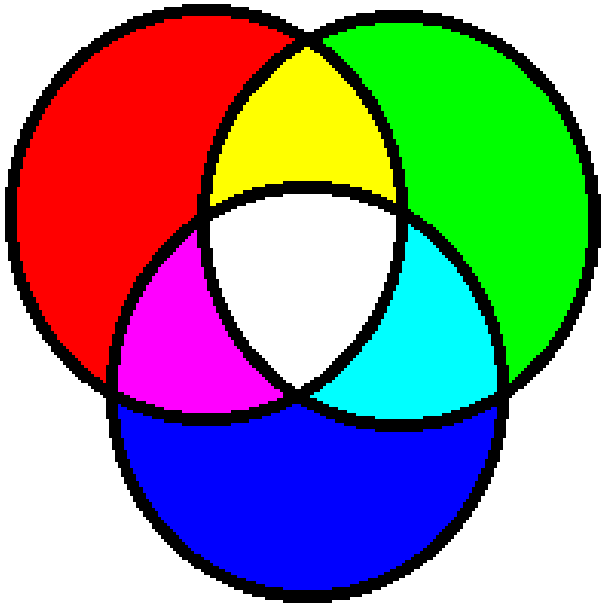
**Χωρίς αυτή τη γνώση, δεν θα είμαστε σίγουροι γιατί τα χρώματα εμφανίζονται έτσι, ή τι κάθε χρώμα αντιπροσωπεύει.**

# Τηλεπισκόπηση

## • Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

### • Παραγωγή Σύνθετης Εικόνας

- Συνθέσεις εικόνας που αποτελούνται από διαφορετικούς συνδυασμούς ζωνών από την ίδια ομάδα εικόνων TM.



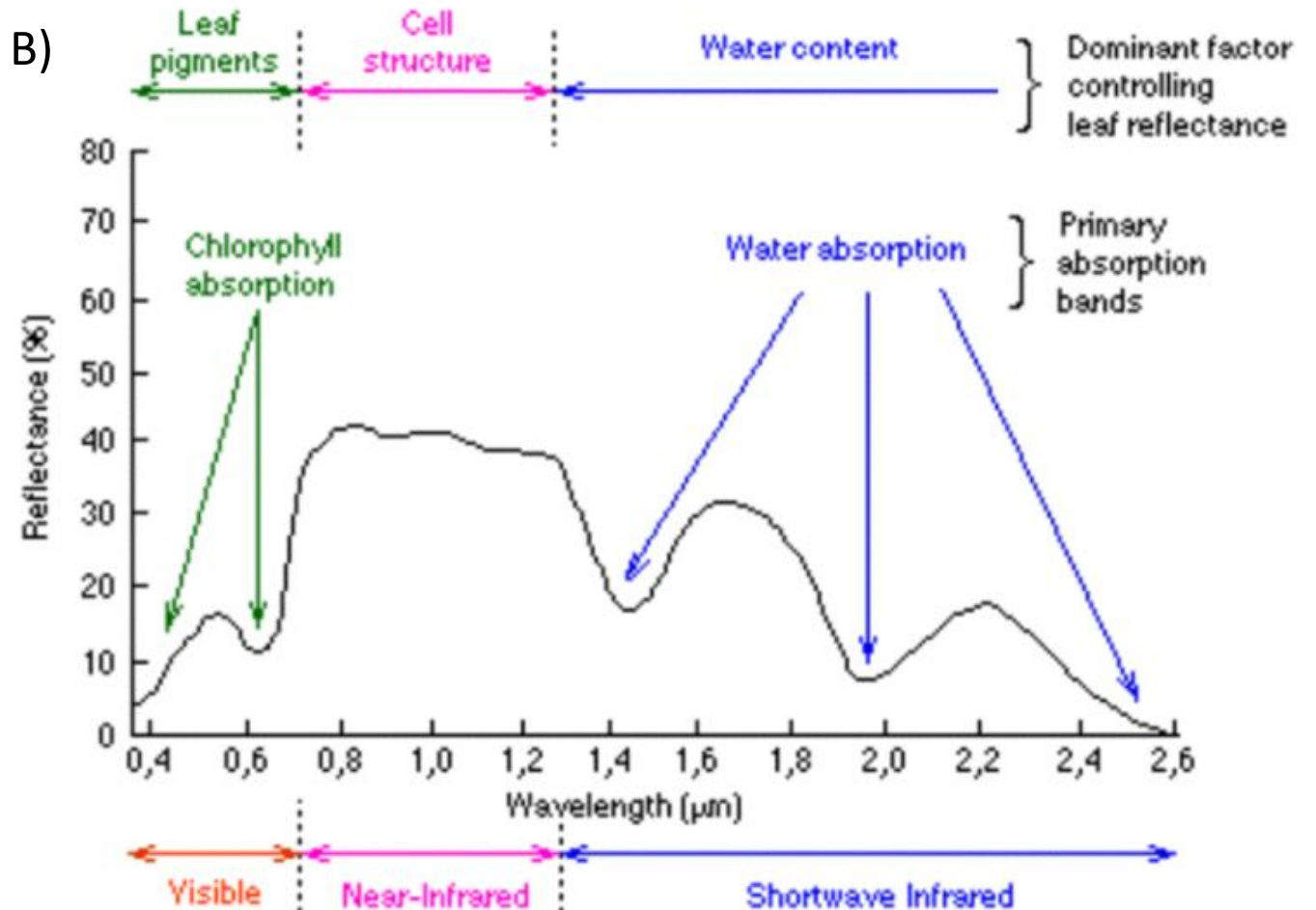
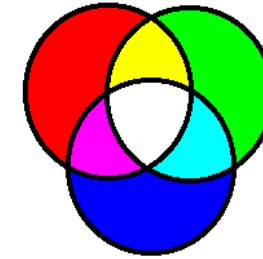
# Τηλεπισκόπηση

## • Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

### • Παραγωγή Σύνθετης Εικόνας

- Ένα χρήσιμο σύνθετο είναι το 4, 3, 2 (R, G, B)  
**NIR, RED, GREEN.**

- Το γνωρίζουμε;





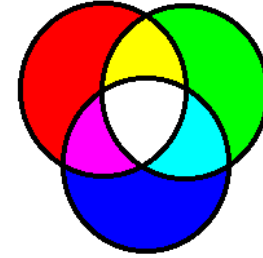
# Τηλεπισκόπηση

## • Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

### • Παραγωγή Σύνθετης Εικόνας

• Ένα χρήσιμο σύνθετο είναι το 4, 3, 2 (R, G, B).

• Που χρησιμεύει;



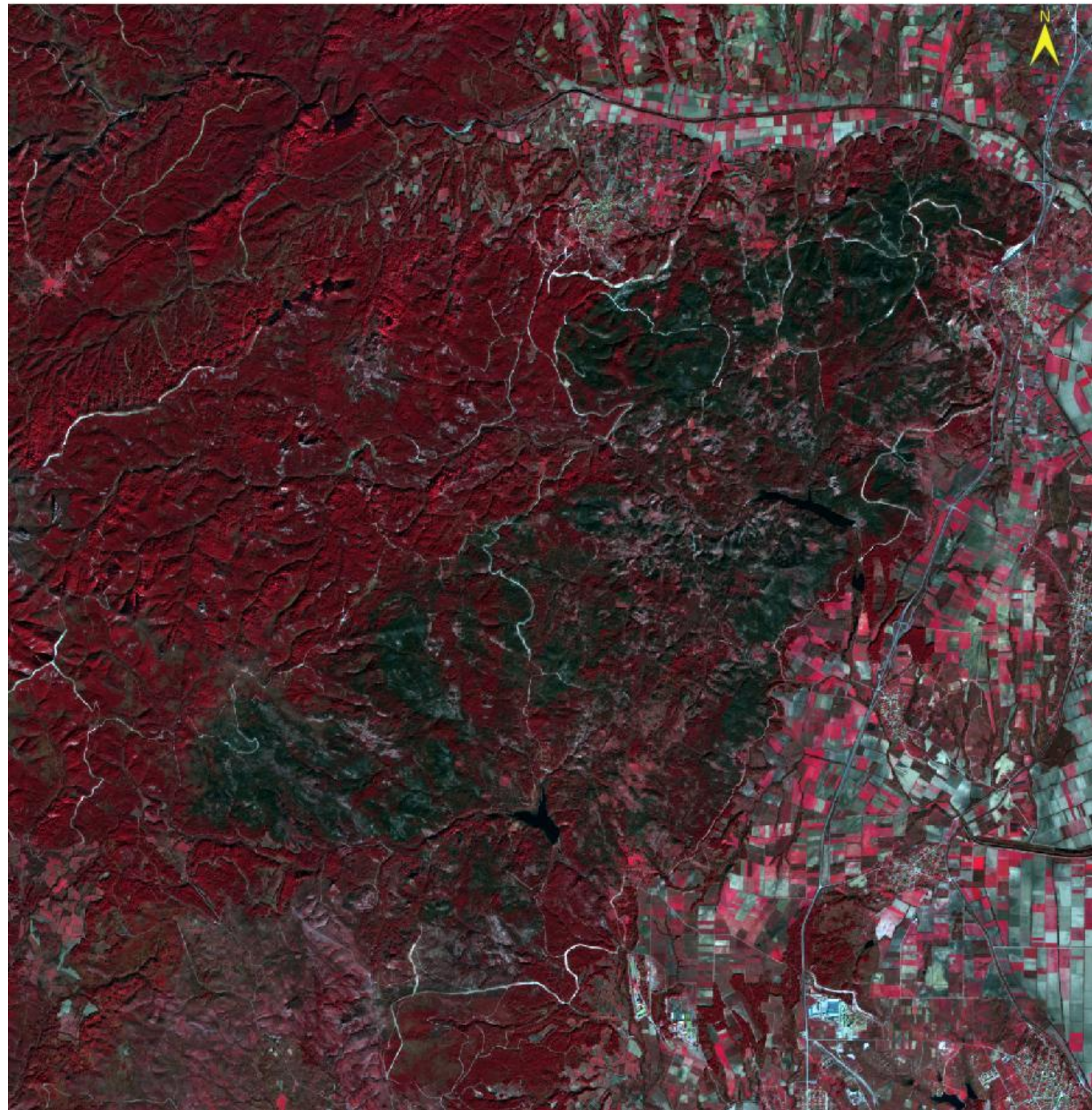


# Τηλεπισκόπηση

- Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Παραγωγή Σύνθετης Εικόνας

- Ένα χρήσιμο σύνθετο είναι το 4, 3, 2 (R, G, B).



# • Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας

- Παραγωγή Σύνθετης Εικόνας  $NRG = RGB$

- Αυτός ο κοινός συνδυασμός μπαντών, κάνει τη βλάστηση να εμφανίζεται ως αποχρώσεις του κόκκινου, επειδή η βλάστηση αντανακλά έντονα στο εγγύς υπέρυθρο. Το φωτεινότερο είναι το κόκκινο, το υγιεινό της βλάστησης.
- Εδάφη με μικρή ή καθόλου βλάστηση θα κυμαίνονται από το λευκό (για την άμμο) με πράσινα και καφέ, ανάλογα με την υγρασία και το περιεχόμενο της οργανικής ύλης.
- Το νερό θα κυμαίνεται από μπλε σε μαύρο. Διαυγές, βαθύ νερό είναι σκοτεινό, και ενώ νερά φορτωμένα με ιζήματα ή ρηχά νερά θα εμφανίζεται φωτεινότερα.
- Οι αστικές περιοχές φαίνονται μπλε-γκρι.
- Σύννεφα και το χιόνι λευκά.



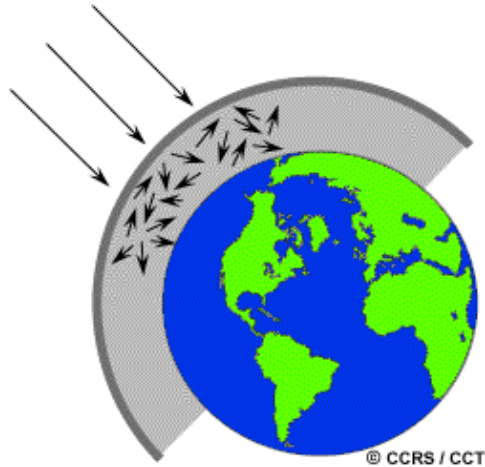


# Αλληλεπιδράσεις με την ατμόσφαιρα...

## Σκέδαση

Προκύπτει όταν τα σωματίδια ή μεγάλα μόρια αερίων της ατμόσφαιρας αλληλοεπιδρούν και προκαλούν τον διασκορπισμό της ακτινοβολίας

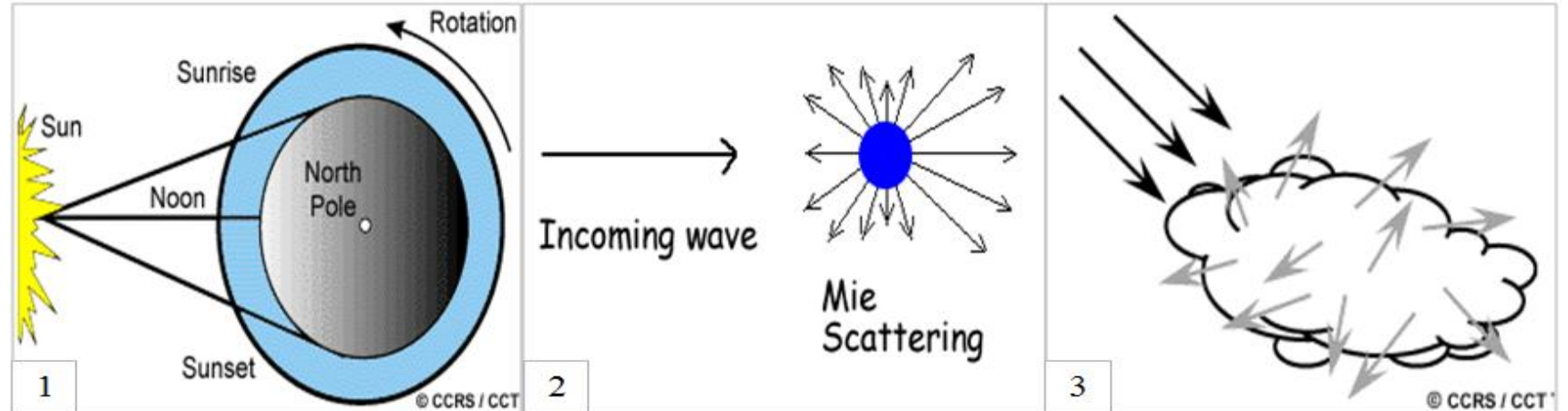
Εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως το μήκος κύματος της ακτινοβολίας, τη σύσταση της ατμόσφαιρας αλλά και από την απόσταση που διανύει η ακτινοβολίας



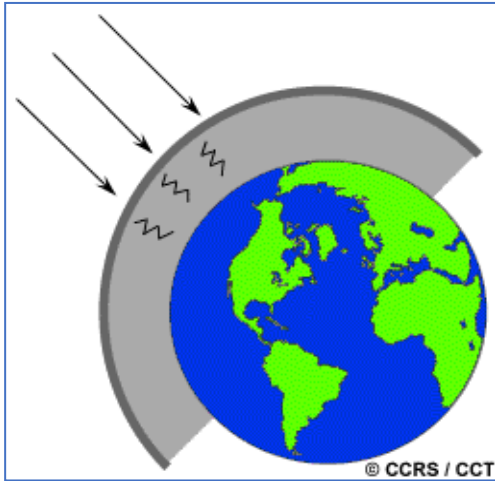
**Rayleigh** – μικρά μήκη κύματος (μπλε ουρανός)

**Mie** – μεγάλα σωματίδια, μεγάλο μήκος κύματος, κατώτερα στρώματα (συννεφιά)

**Μη επιλεκτική** – πολύ μεγάλα σωματίδια (σκόνη. Νερό κ.α.), όλα τα μήκη διασκορπίζονται εξ ίσου



# Αλληλεπιδράσεις με την ατμόσφαιρα...



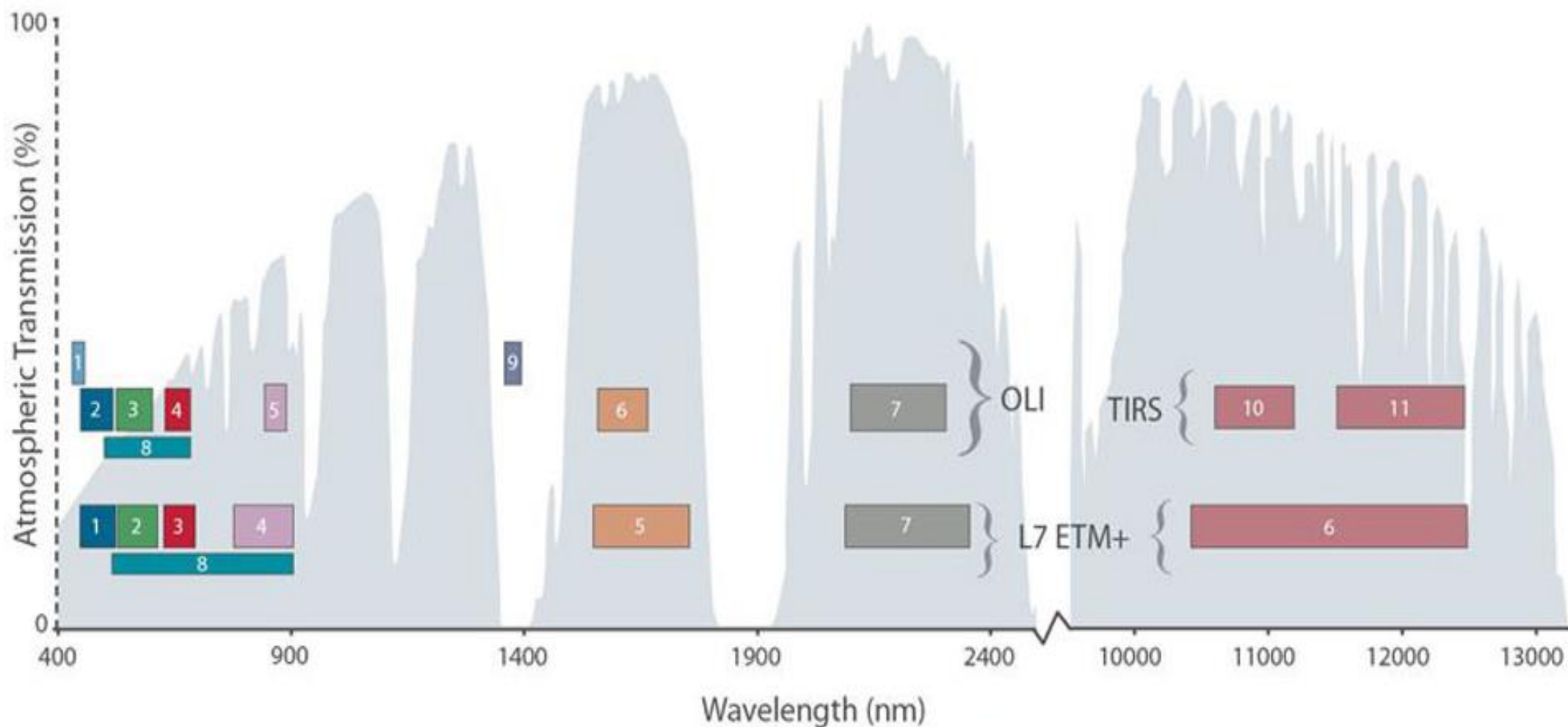
## Απορρόφηση

**Το φαινόμενο αυτό προκαλεί τα μόρια της ατμόσφαιρας να απορροφούν ενέργεια σε διάφορα μήκη κύματος.**

**Το όζον, το διοξείδιο του άνθρακα και οι υδρατμοί είναι τα τρία κύρια ατμοσφαιρικά συστατικά τα οποία απορροφούν ακτινοβολία.**

Τα αέρια αυτά απορροφούν ηλεκτρομαγνητική ενέργεια σε πολύ συγκεκριμένες περιοχές του φάσματος, και επηρεάζουν το τμήμα που είναι χρήσιμο για την τηλεπισκόπηση. Οι περιοχές του φάσματος που δεν επηρεάζονται σημαντικά από την ατμοσφαιρική απορρόφηση και ονομάζονται **ατμοσφαιρικά παράθυρα**

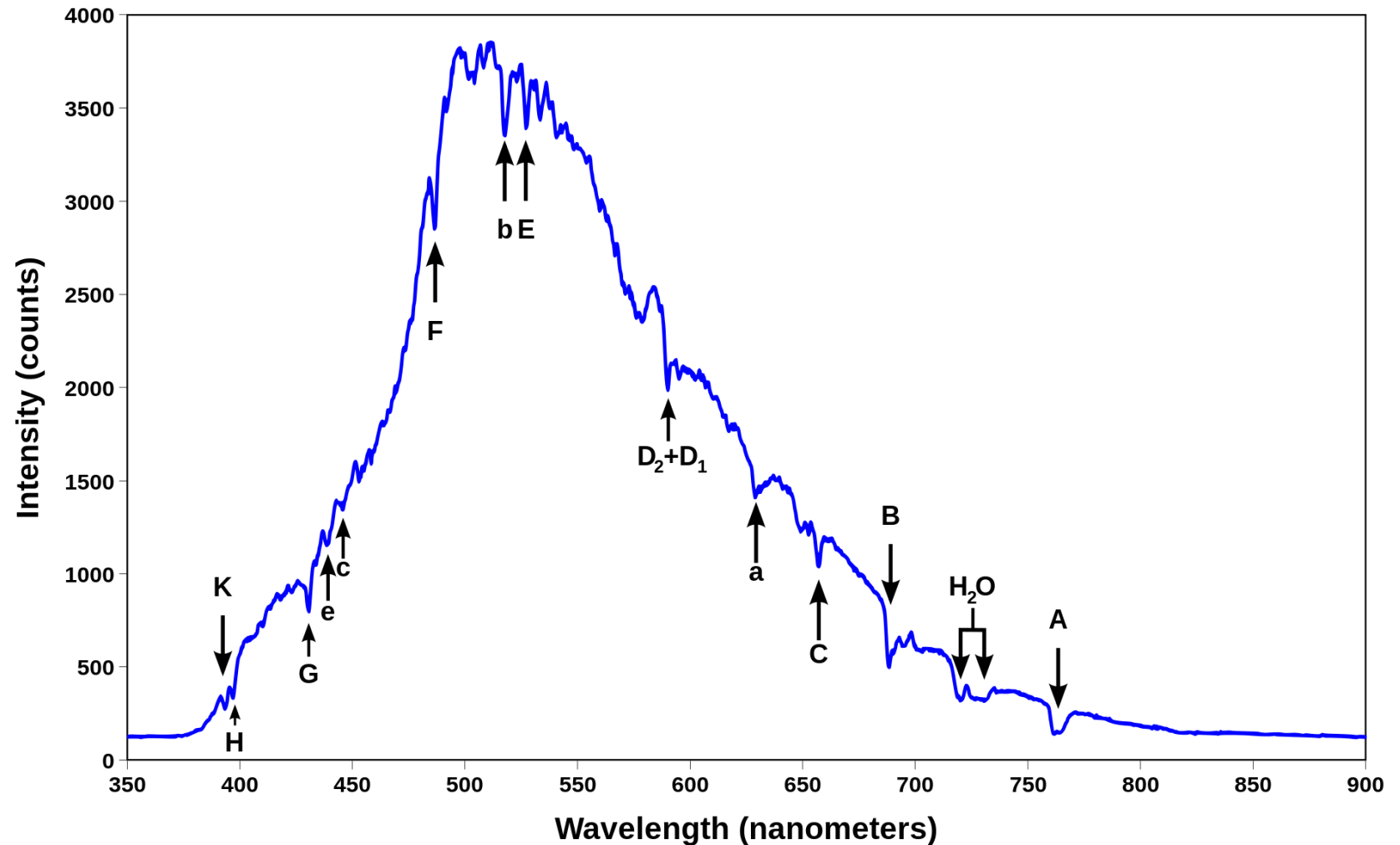
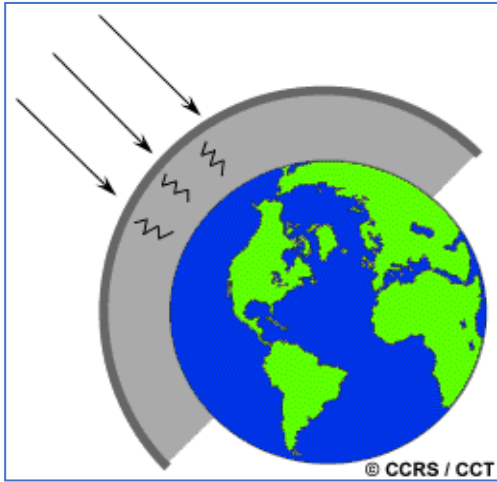




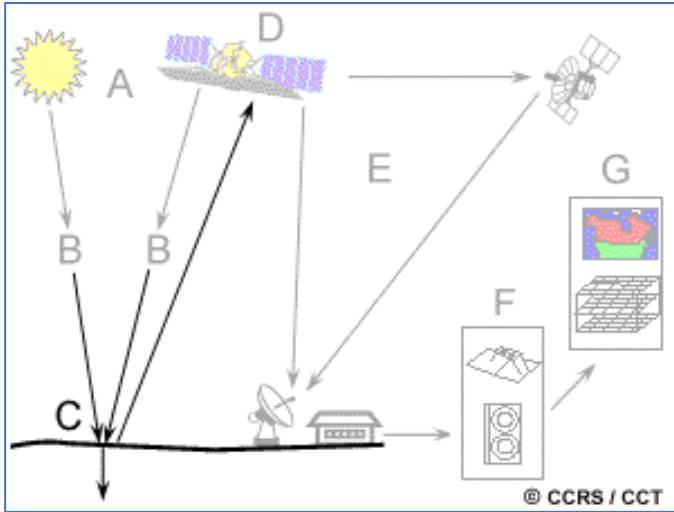
Bandpass wavelengths for Landsat 8 OLI and TIRS sensor, compared to Landsat 7 ETM+ sensor

*Note: atmospheric transmission values for this graphic were calculated using MODTRAN for a summertime mid-latitude hazy atmosphere (circa 5 km visibility).*

# Αλληλεπιδράσεις με την ατμόσφαιρα...



# Ακτινοβολία και στόχοι



Ακτινοβολία που δεν αλληλοεπιδρά με την ατμόσφαιρα μπορεί να φτάσει και να αλληλεπιδράσει με την επιφάνεια της Γης.

Μορφές αλληλοεπίδρασης ακτινοβολίας και στόχων:

- 1) απορρόφηση (A),
- 2) μετάδοση (T), και
- 3) ανάκλαση (R).

Η συνολική προσπίπτουσα ενέργεια θα αλληλοεπιδράσει με την επιφάνεια με έναν ή περισσότερους από αυτούς τους τρεις τρόπους. Οι αναλογίες του κάθε ένα θα εξαρτηθεί από το μήκος κύματος της ενέργειας και της ύλης όπως επίσης και από την κατάσταση του υλικού.



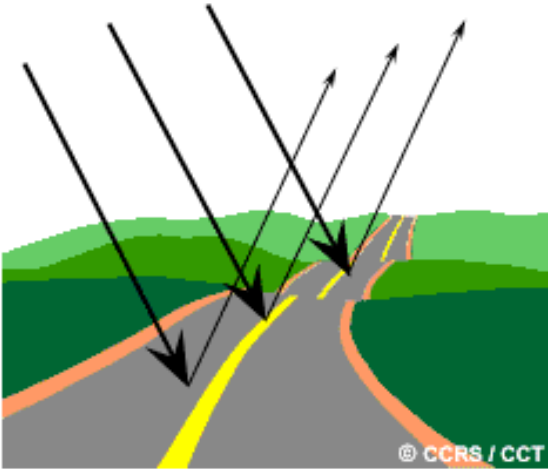
Η απορρόφηση (A) παρουσιάζεται όταν η ακτινοβολία (ενέργεια) απορροφάται από το στόχο, ενώ η μετάδοση (T) παρουσιάζεται όταν η ακτινοβολία διέρχεται σ' αυτόν. Η ανάκλαση (R) εμφανίζεται όταν η ακτινοβολία "αναπηδά" από το στόχο και γίνεται ανακατεύθυνση της πορείας της.



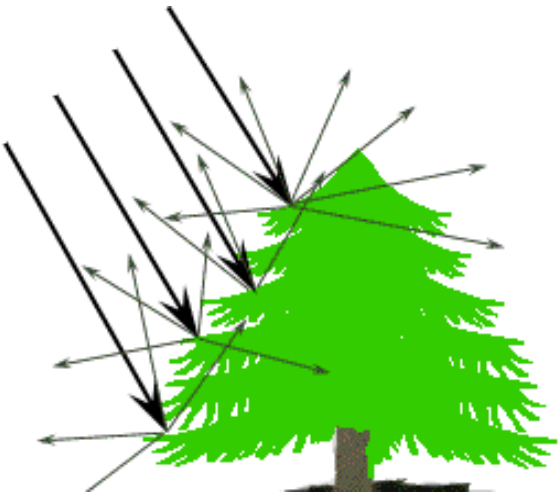
# Ακτινοβολία και στόχοι

Υπάρχουν δύο τύποι ανάκλασης η κατοπτρική και η διάχυτη

Όταν μία επιφάνεια είναι λεία παρατηρείται **κατοπτρική ανάκλαση** όπου όλη (ή σχεδόν όλη) η ενέργεια κατευθύνεται μακριά από την επιφάνεια σε μία κατεύθυνση



Η **διάχυτη ανάκλαση** λαμβάνει χώρα όταν η επιφάνεια είναι τραχιά και η ενέργεια ανακλάται σχεδόν ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις.

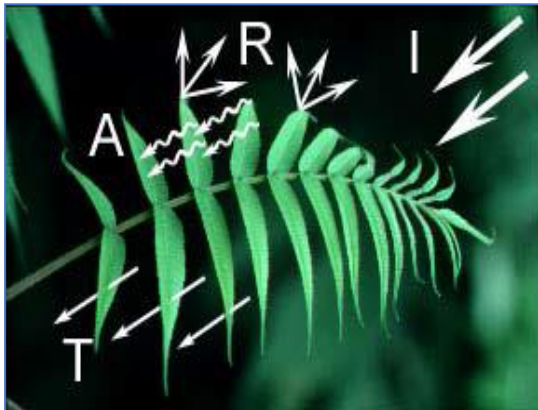


Το πώς ένας συγκεκριμένος στόχος θα ανακλάσει την ακτινοβολία, εξαρτάται από την επιφανειακή τραχύτητα του υλικού σε σύγκριση με το μήκος κύματος της εισερχόμενης ακτινοβολίας

# Φασματική υπογραφή

Φασματική υπογραφή είναι η διακύμανση της ανάκλασης ή της εκπομπής ενός υλικού σε σχέση με τα μήκη κύματος (δηλαδή, ανάκλαση/ εκπομπή ως συνάρτηση του μήκους κύματος).

Η φασματική υπογραφή των άστρων δείχνει τη σύνθεση της αστρικής ατμόσφαιρας. Η φασματική υπογραφή ενός αντικειμένου είναι συνάρτηση του τυχαίου μήκους κύματος EM και της αλληλεπίδρασης υλικού με αυτό το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.



# Φασματική υπογραφή

Οποιαδήποτε παράμετρος τηλεπισκόπησης, η οποία χαρακτηρίζει άμεσα ή έμμεσα τη φύση ή/και η κατάσταση του υπό παρατήρηση αντικειμένου, ορίζεται ως η υπογραφή του.

Η φασματική υπογραφή του αντικειμένου στην τηλεπισκόπηση μπορεί να οριστεί ως ένα μοναδικό μοτίβο μηκών κύματος που ακτινοβολούνται από ένα αντικείμενο.

Αυτά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως

α) Φασματική Διακύμανση: Μεταβολή της ανακλαστικότητας και της εκπομπής ως συνάρτηση του μήκους κύματος.

β) Χωρική Διακύμανση: Μεταβολή της ανακλαστικότητας και της εκπομπής με τη χωρική θέση (π.χ. σχήμα, υφή και μέγεθος του αντικειμένου).

γ) Χρονική διακύμανση: Διακύμανση της εκπομπής και της ανακλαστικότητας όπως αυτή στην ημερήσια και εποχιακό κύκλος.

δ) Διακύμανση πόλωσης: εισάγονται από το υλικό στην ακτινοβολία που ανακλάται ή εκπέμπεται από αυτό.



# Φασματική υπογραφή

Καθένα από αυτά τα τέσσερα χαρακτηριστικά της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μπορεί να είναι αλληλεξαρτώμενο, δηλαδή το σχήμα μπορεί να είναι διαφορετικά σε διαφορετικές χρονικές στιγμές ή σε διαφορετικές φασματικές ζώνες.

Ένα μέτρο αυτών των διακυμάνσεων και η συσχέτισή τους με τα γνωστά χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου παρέχει την υπογραφή του σχετικού αντικειμένου.

# Φασματική υπογραφή

Η γνώση της κατάστασης πόλωσης της ανακλώμενης ακτινοβολίας εκτός από τη φασματική υπογραφές διαφόρων αντικειμένων στην τηλεπισκόπηση προσθέτει μια άλλη διάσταση για ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων τηλεπισκόπησης.

Αυτές οι παράμετροι είναι εξαιρετικά χρήσιμες για την παροχή πολύτιμα δεδομένα για τη διάκριση των αντικειμένων

*Η πόλωση του φωτός αναφέρεται στην κατεύθυνση της δόνησης κύματος σε σχέση με την κατεύθυνση της διάδοσης. Ο βαθμός πόλωσης στο ανακλώμενο φως επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως ο φωτισμός, η τραχύτητα της επιφάνειας, το χρώμα και η γεωμετρία ανίχνευσης.*

# **Φασματική απόκριση διαφόρων χαρακτηριστικών κάλυψης γης**

**Η φασματική ανάκλαση της βλάστησης εξαρτάται από**

- 1. Μελάγχρωση (Pigmentation)**
- 2. Φυσιολογική δομή (Physiological structure)**
- 3. Περιεκτικότητα σε υγρασία φύλλων (Leaf moisture content)**

# Φασματική υπογραφή βλάστησης

## Επίδραση της απορρόφησης εξαιτίας της μελάγχρωσης

Οι κύριες χρωστικές ουσίες είναι η χλωροφύλλη α, η χλωροφύλλη β, η Β καροτίνη και η ξαντοφυλλη, όλες που απορροφούν το ορατό φως για φωτοσύνθεση.

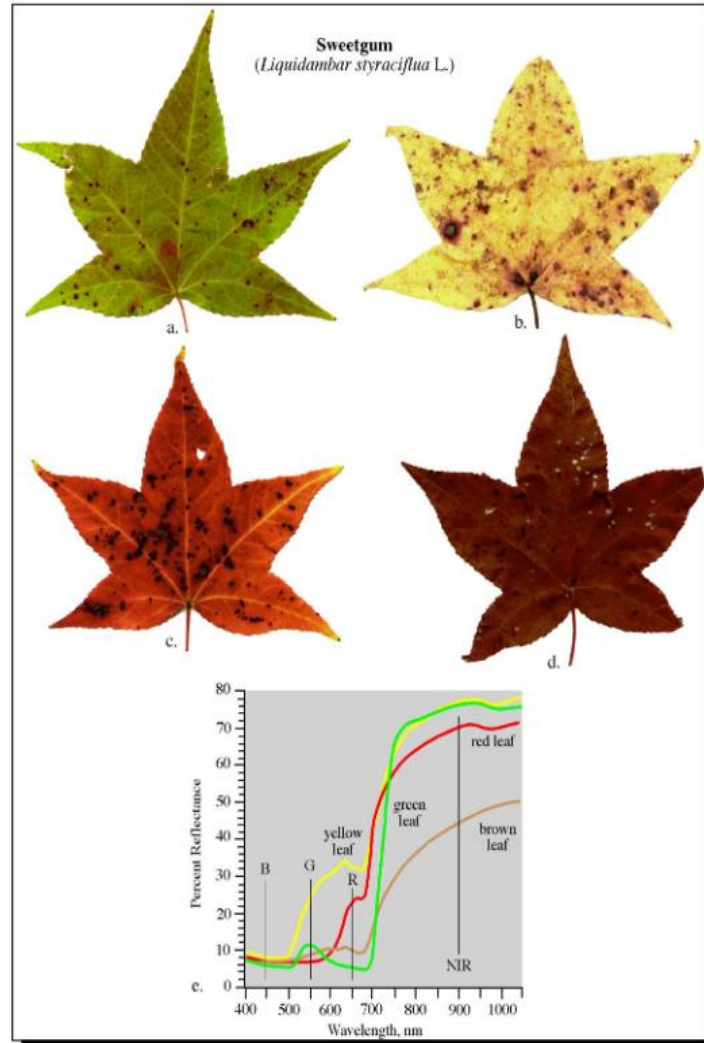
Χλωροφύλλη α και χλωροφύλλη β, οι οποίες είναι περισσότερο σημαντικές χρωστικές ουσίες, απορροφούν τμήματα μπλε και κόκκινου φωτός.

- η χλωροφύλλη α απορροφάται σε μήκη κύματος 0,43  $\mu\text{m}$
- και η χλωροφύλλη β σε μήκη κύματος 0,45  $\mu\text{m}$  και 0,65  $\mu\text{m}$ .
- Οι καροτενοειδείς χρωστικές ουσίες, καροτίνη και ξαντοφυλλη, απορροφούν και τα δύο το μπλε έως το πράσινο φως



# Φασματική υπογραφή βλάστησης

## Επίδραση της απορρόφησης εξαιτίας της μελάγχρωσης



### Leaf Functions

**Pigment Composition  
Varies with  
Condition and Age of  
Leaves**

**Spectral Reflectance  
Characteristics of  
Sweetgum Leaves  
(*Liquidambar styraciflua* L.)**

# Φασματική υπογραφή βλάστησης

## Φυσιολογική δομή και ανάκλαση στο NIR

Οι ασυνέχειες στους δείκτες διάθλασης μέσα σε ένα φύλλο καθορίζουν την εγγύς ανακλαστικότητα του.

Αυτές οι ασυνέχειες συμβαίνουν μεταξύ των μεμβρανών και του κυτταροπλάσματος στο άνω μισό του φύλλου και το πιο σημαντικό μεταξύ μεμονωμένων κυττάρων και χώρων αέρα της σπογγώδους μεσοφύλλης εντός του κάτω μισό του φύλλου.

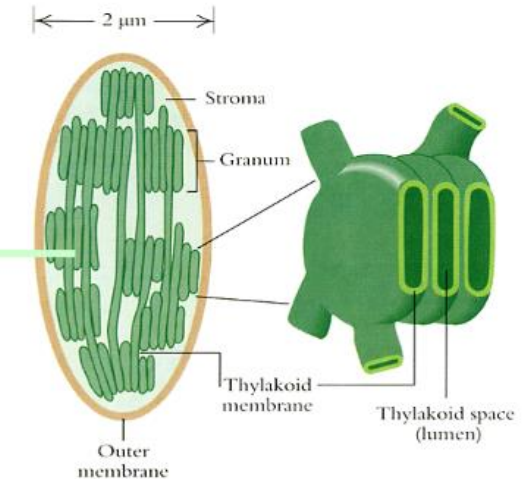
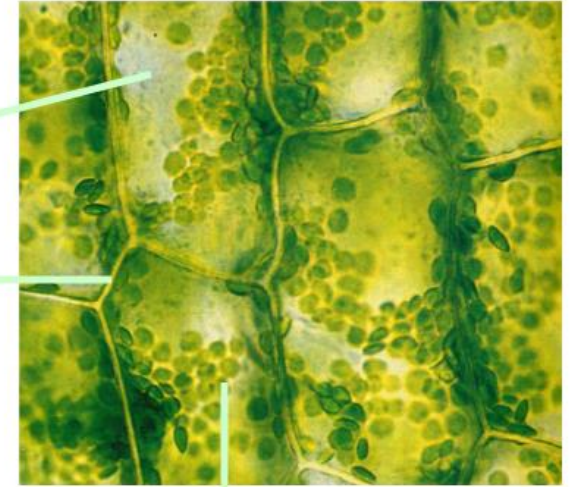
# Φασματική υπογραφή βλάστησης

## Φυσιολογική δομή και ανάκλαση στο NIR

### Leaf biochemical composition

A typical fresh-green leaf contains:

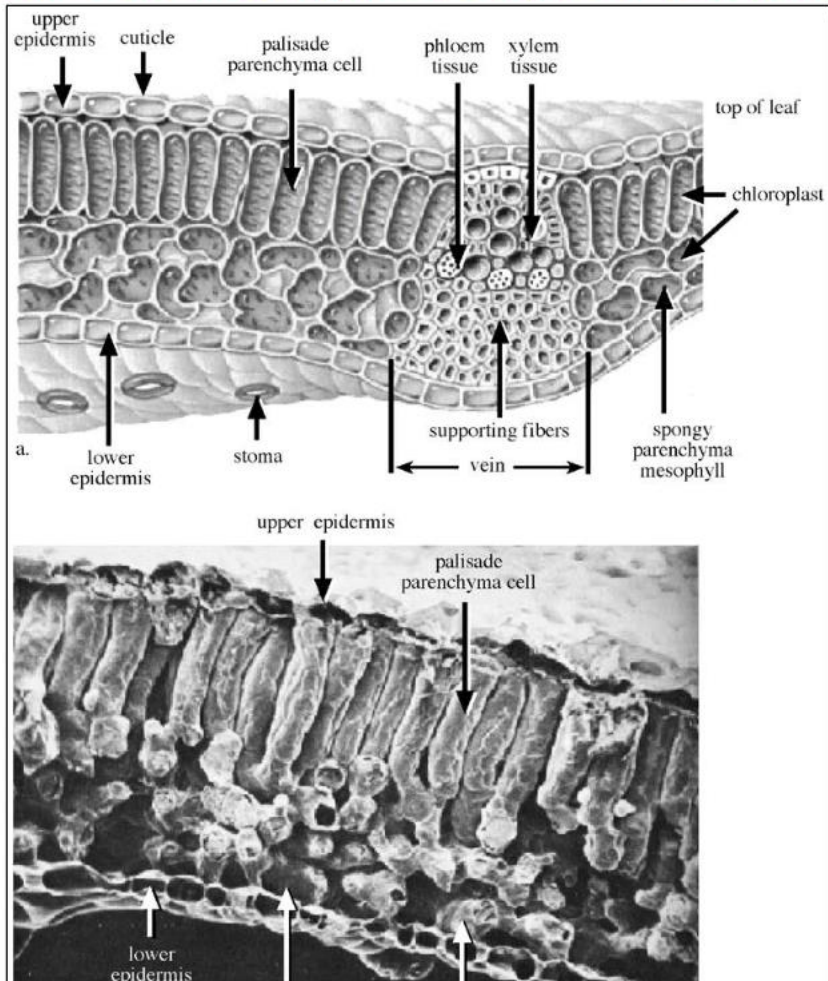
- water (vacuole): 90-95%
- dry matter (cell walls): 5-10%
  - cellulose: 15-30%
  - hemicellulose: 10-30%
  - proteins: 10-20%
  - lignin: 5-15%
  - starch: 0.2-2.7%
  - sugar
  - etc.
- wax (cuticle)
- chlorophylls *a* and *b* (chloroplasts)
- carotenoids (chloroplasts)
- other pigments (cytoplasm)
  - anthocyanins, flavons
  - "brown pigments"
  - etc.



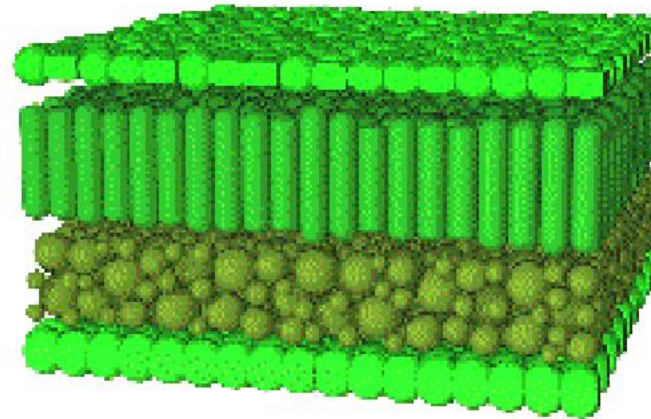
# Φασματική υπογραφή βλάστησης

## Φυσιολογική δομή και ανάκλαση στο NIR

Leaf Functioning is closely tied to anatomy



## Anatomy of a Leaf



3-D model of a leaf  
Goverts et al., 1996



# Φασματική υπογραφή βλάστησης

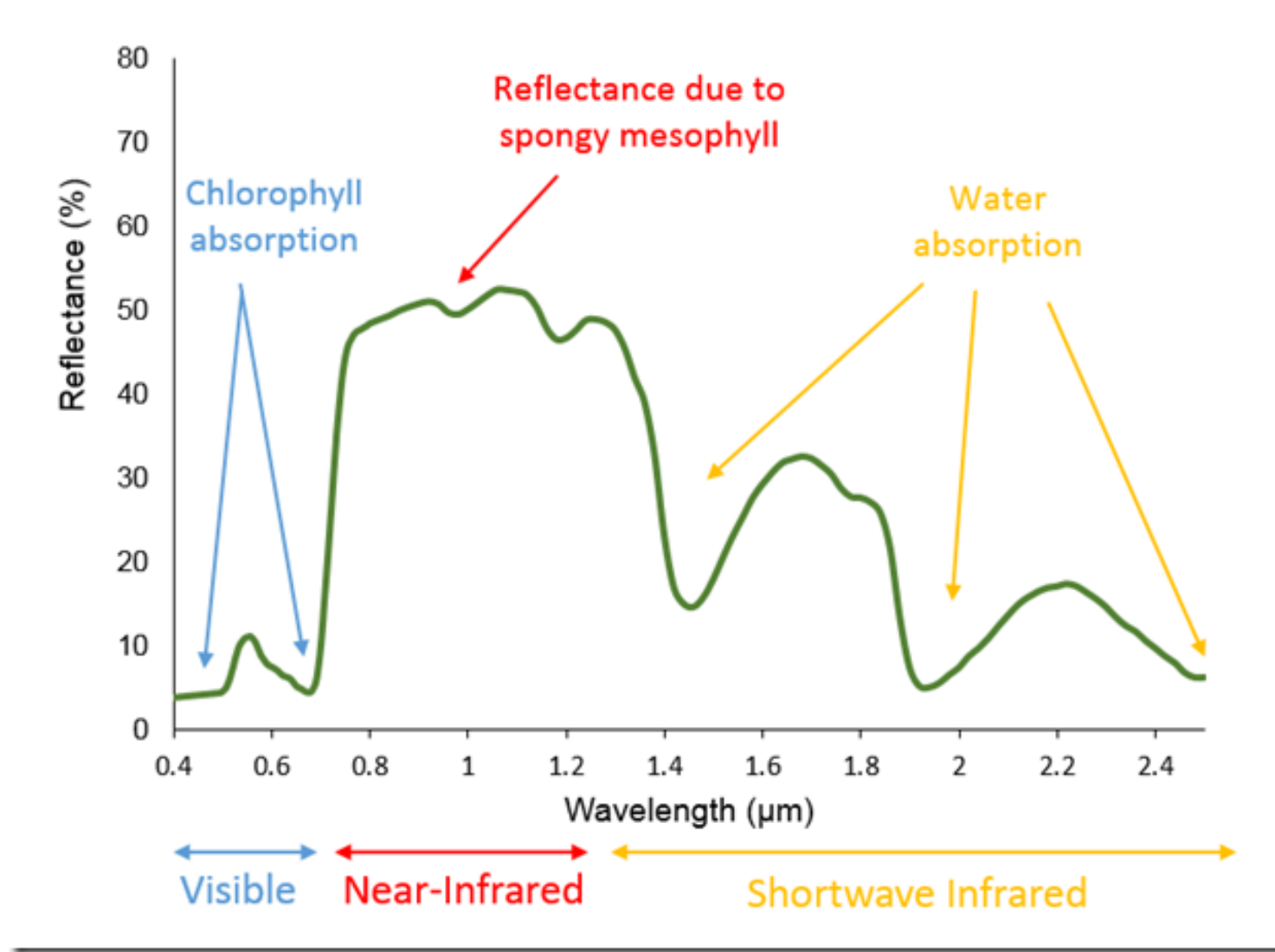
## Φυσιολογική δομή και ανάκλαση στο NIR

Οι συνδυασμένες επιδράσεις των χρωστικών φύλλων και της φυσιολογικής δομής δίνουν σε όλα τα υγιή πράσινα φύλλα τις χαρακτηριστικές ανακλαστικές τους ιδιότητες:

- χαμηλή ανάκλαση κόκκινου και μπλε φωτός, μέσο ανάκλαση του πράσινου φωτός και υψηλή ανάκλαση της εγγύς υπέρυθρης ακτινοβολίας.
- Η διαφορά στην ανάκλαση των φύλλων μεταξύ των ειδών, εξαρτάται από το πάχος των φύλλων, το οποίο επηρεάζει τόσο η περιεκτικότητα σε χρωστικές ουσίες όσο και η φυσιολογική δομή.

# Φασματική υπογραφή βλάστησης

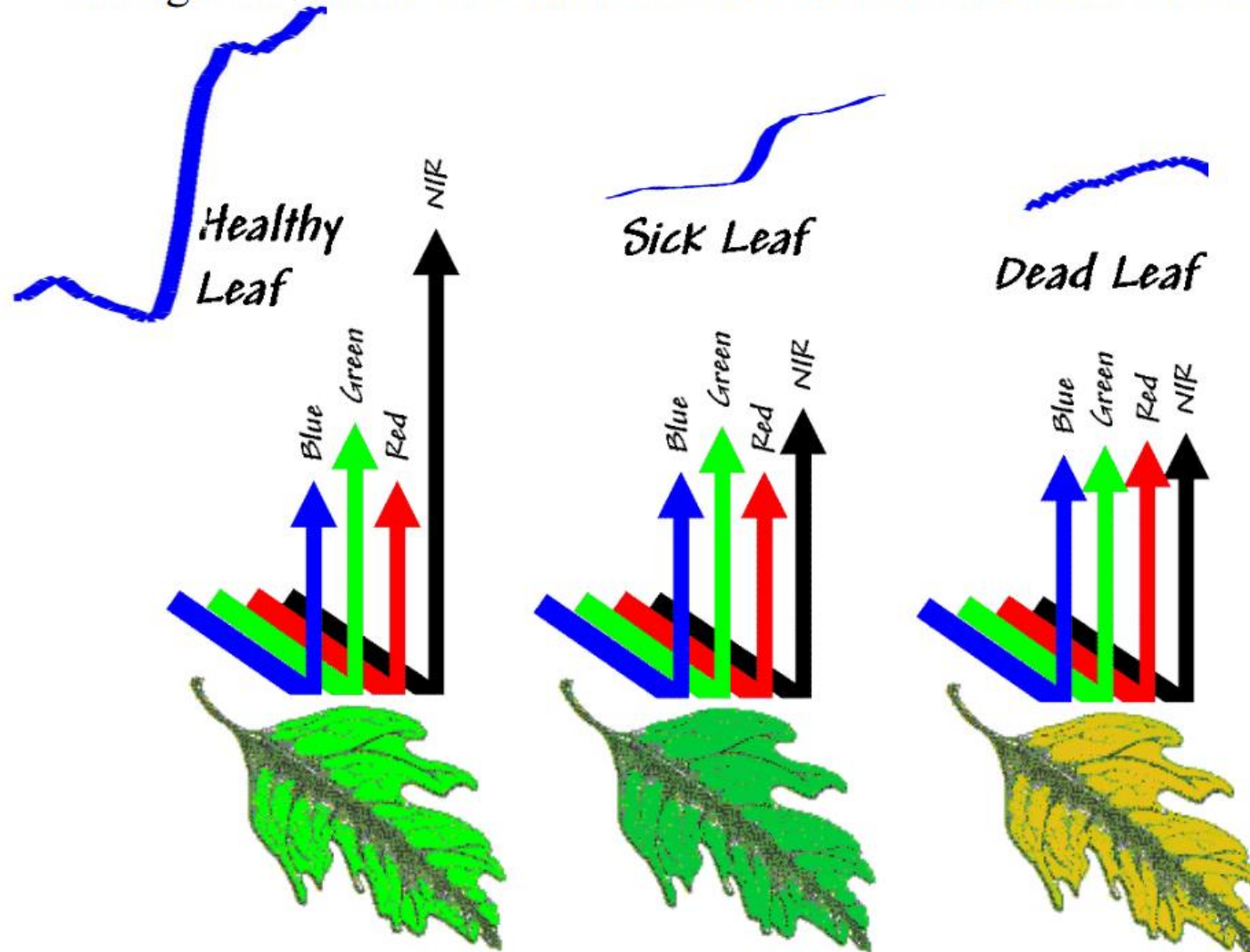
## Φυσιολογική δομή και ανάκλαση στο NIR



# Φασματική υπογραφή βλάστησης

## Φυσιολογική δομή και ανάκλαση στο NIR

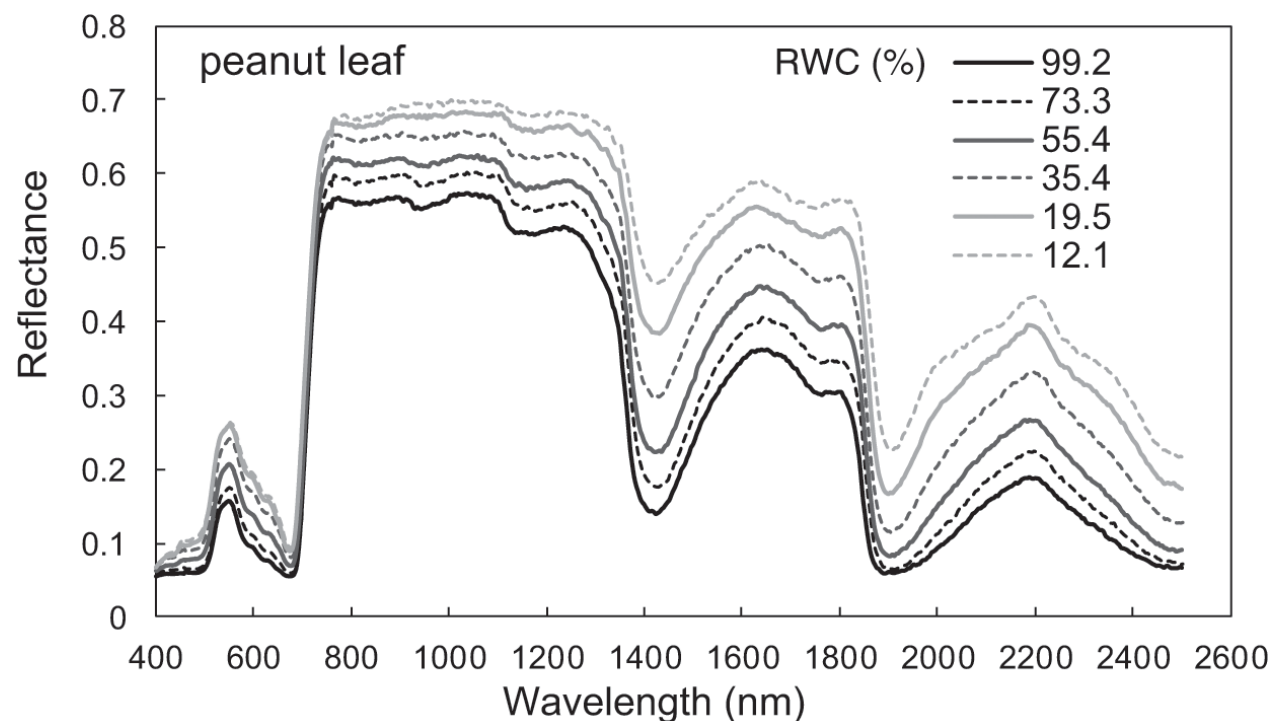
Changes in Visible and Near-Infrared Reflectance with Leaf Health



# Φασματική υπογραφή βλάστησης

## Επίδραση της υγρασίας των φύλλων

Η ανάκλαση των φύλλων μειώνεται ως αποτέλεσμα της απορρόφησης από τρεις μεγάλες απορροφήσεις νερού ζώνες που εμφανίζονται κοντά σε μήκη κύματος 1,4  $\mu\text{m}$ , 1,9  $\mu\text{m}$  και 2,7  $\mu\text{m}$  και δύο μικρές απορρόφησης νερού ζώνες που εμφανίζονται κοντά σε μήκη κύματος 0,96  $\mu\text{m}$  και 1,1  $\mu\text{m}$ .





# Φασματική υπογραφή βλάστησης

## Επίδραση της υγρασίας των φύλλων

Η ανάκλαση του φύλλου μέσα σε αυτές τις ζώνες απορρόφησης νερού σχετίζεται αρνητικά τόσο με την ποσότητα νερού στο φύλλο όσο και με το πάχος του φύλλου.

Ωστόσο, το νερό στην ατμόσφαιρα απορροφά επίσης ακτινοβολία σε αυτές τις ζώνες απορρόφησης νερού και ως εκ τούτου η πλειοψηφία των αισθητήρων περιορίζεται σε τρία «ατμοσφαιρικές παράθυρα» που δεν απορροφώνται από το νερό σε μήκη κύματος από 0,3 έως 1,3  $\mu\text{m}$ · 1,5 έως 1,8  $\mu\text{m}$ . και 2.0 έως 2,6  $\mu\text{m}$ .

Ευτυχώς μέσα σε αυτές τις ζώνες κύματος, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εξακολουθεί να είναι ευαίσθητη στα φύλλα υγρασία.

# Φασματική υπογραφή βλάστησης

## Η επίδραση του υποβάθρου του εδάφους

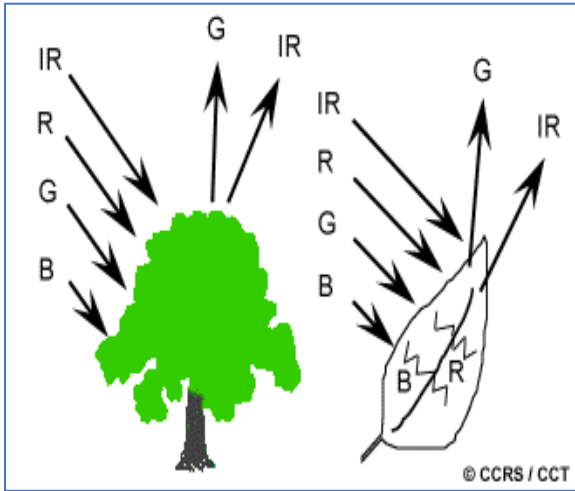
Η αμφίδρομη ανάκλαση του εδάφους έχει σημαντική επίδραση στην αμφίδρομη ανάκλαση του θόλου βλάστησης.

Οι συνδυασμοί εδάφους/φασματικών ζώνων που είναι ακατάλληλοι για την τηλεπισκόπηση της βλάστησης θα πρέπει να εντοπιστούν.

- Για παράδειγμα, σε σκούρα τονισμένα εδάφη με χαμηλή κόκκινη ανάκλαση υπάρχει μικρή αλλαγή στην κόκκινη ανάκλαση του θόλου με αύξηση της τιμής LAI καθώς τα φύλλα έχουν παρόμοιες ιδιότητες ανάκλασης με το έδαφος.
- Σε ένα ανοιχτόχρωμο έδαφος, η σχέση μεταξύ εγγύς υπέρυθρου και το LAI είναι ασθενέστερη από ό, τι σε ένα σκοτεινό έδαφος.

# Ακτινοβολία και στόχοι (παραδείγματα..)

**Φύλλα:** Η χλωροφύλλη απορροφά έντονα την ακτινοβολία στα ερυθρά και μπλε μήκη κύματος, αλλά ανακλά τα πράσινα μήκη κύματος.



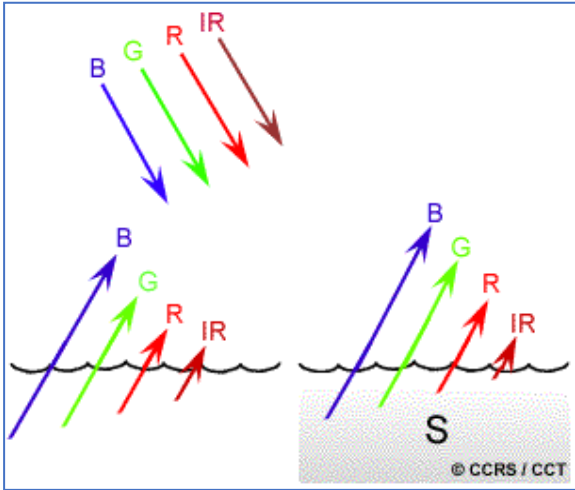
«Πράσινα» το καλοκαίρι διότι η χλωροφύλλη είναι στα μέγιστα ποσοστά

Το φθινόπωρο, υπάρχει λιγότερη χλωροφύλλη στα φύλλα, επομένως λιγότερη απορρόφηση και αναλογικά περισσότερη ανάκλαση στα ερυθρά μήκη κύματος, κάνοντας τα φύλλα να φαίνονται κόκκινα ή κίτρινα.

Η εσωτερική δομή των υγιών φύλλων ενεργούν ως εξαιρετικοί διάχυτοι ανακλαστές των εγγύς υπέρυθρων μηκών κυμάτων.

# Ακτινοβολία και στόχοι (παραδείγματα..)

**Νερό:** Απορροφούνται τα μεγάλα μήκη κύματος του ορατού μέρους του φάσματος και της υπέρυθρης ακτινοβολίας.



Έτσι το νερό συνήθως φαίνεται μπλε ή μπλε-πράσινο λόγω της ισχυρότερης ανάκλασης σε αυτά τα μικρότερα μήκη κύματος, και πιο σκούρο αν εκτεθεί σε ερυθρά ή εγγύς υπέρυθρα μήκη κύματος.

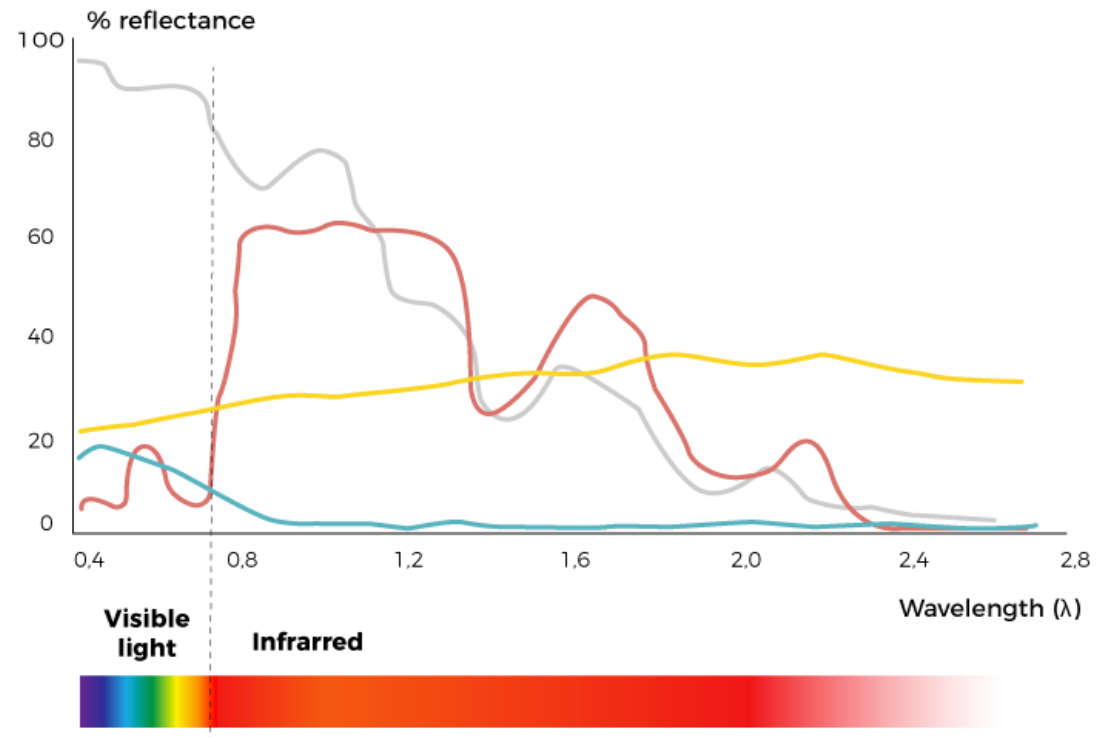
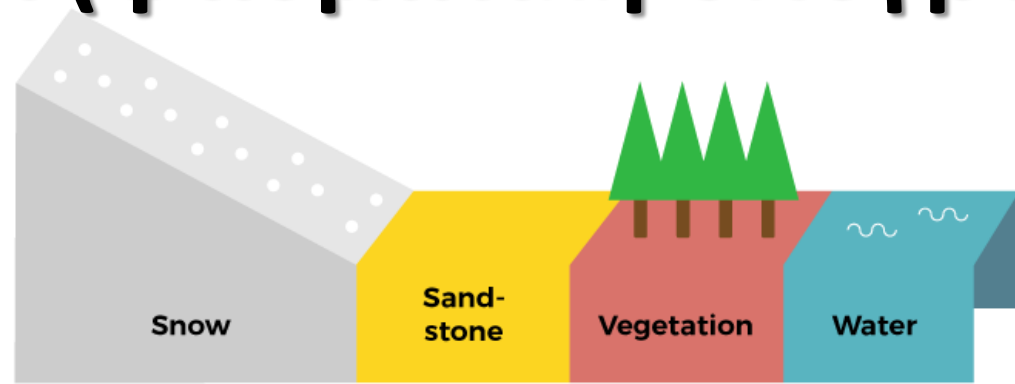
Η «μορφή» της επιφάνειας του νερού (τραχύ, λείο, επιπλέοντα υλικά, κλπ.) μπορεί επίσης να οδηγήσει σε περίπλοκες ερμηνείες που οφείλονται σε πιθανά προβλήματα της κατοπτρικής ανάκλασης, και άλλων επιδράσεων στο χρώμα και στη φωτεινότητα



# Ακτινοβολία και στόχοι (φασματική υπογραφή)

Η φασματική συμπεριφορά κάθε υλικού οργανικού, ανόργανου, φυσικού ή τεχνητού που βρίσκεται στη γήινη επιφάνεια, είναι μοναδική και μάλιστα διαφορετική σε κάθε τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Αυτή συμπεριφορά αποτυπώνεται ως φασματική υπογραφή (ή φασματικό ίχνος ή φασματικό προφίλ) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση υλικών.

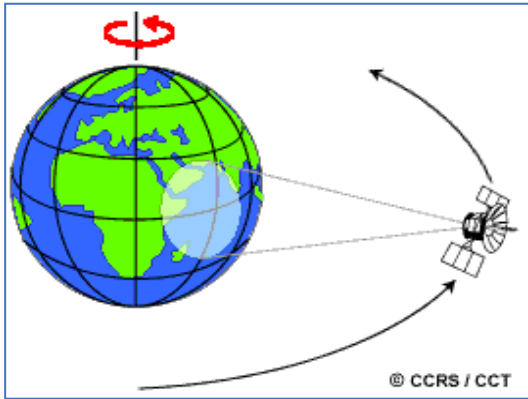




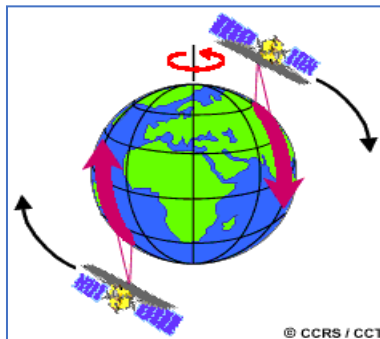
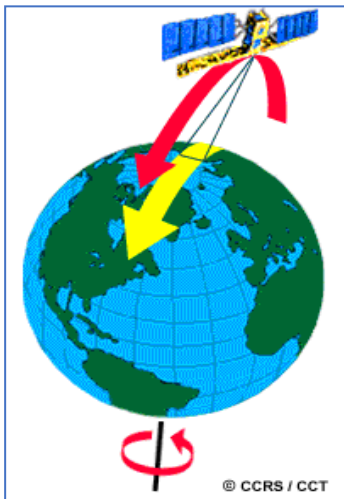
ΤΕΛΟΣ

# Χαρακτηριστικά Δορυφόρων (Τροχιές και Ίχνη)

Η διαδρομή που ακολουθείται από ένα δορυφόρο αναφέρεται ως την **τροχιά** του. Οι δορυφορικές τροχιές ταιριάζουν με την ικανότητα και το στόχο του/των αισθητήρα(ων) που μεταφέρουν.



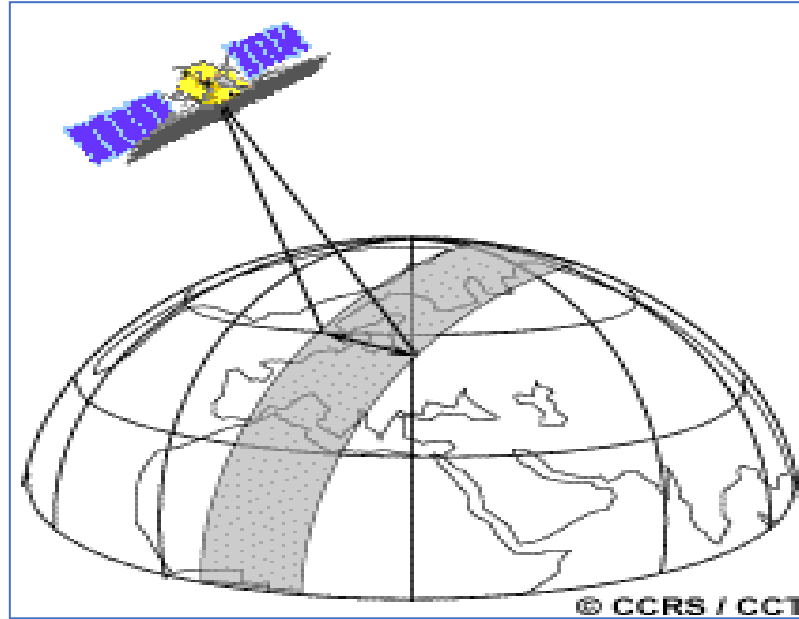
Οι δορυφόροι που βρίσκονται σε πολύ μεγάλο υψόμετρο (36. 000 χλμ.) οι οποίοι μπορούν να προβάλλουν το ίδιο τμήμα της επιφάνειας της Γης ανά πάσα στιγμή, έχουν **γεωστατική τροχιά**. Χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη του καιρού και τηλεπικοινωνίες



Πολλές πλατφόρμες ακολουθούν μια τροχιά (κυρίως Βορρά-Νότου), η οποία, σε συνδυασμό με την περιστροφή της Γης (δυτικά-ανατολικά), τους επιτρέπει να καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της Γης κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης χρονικής περιόδου (**πολική τροχιά**).

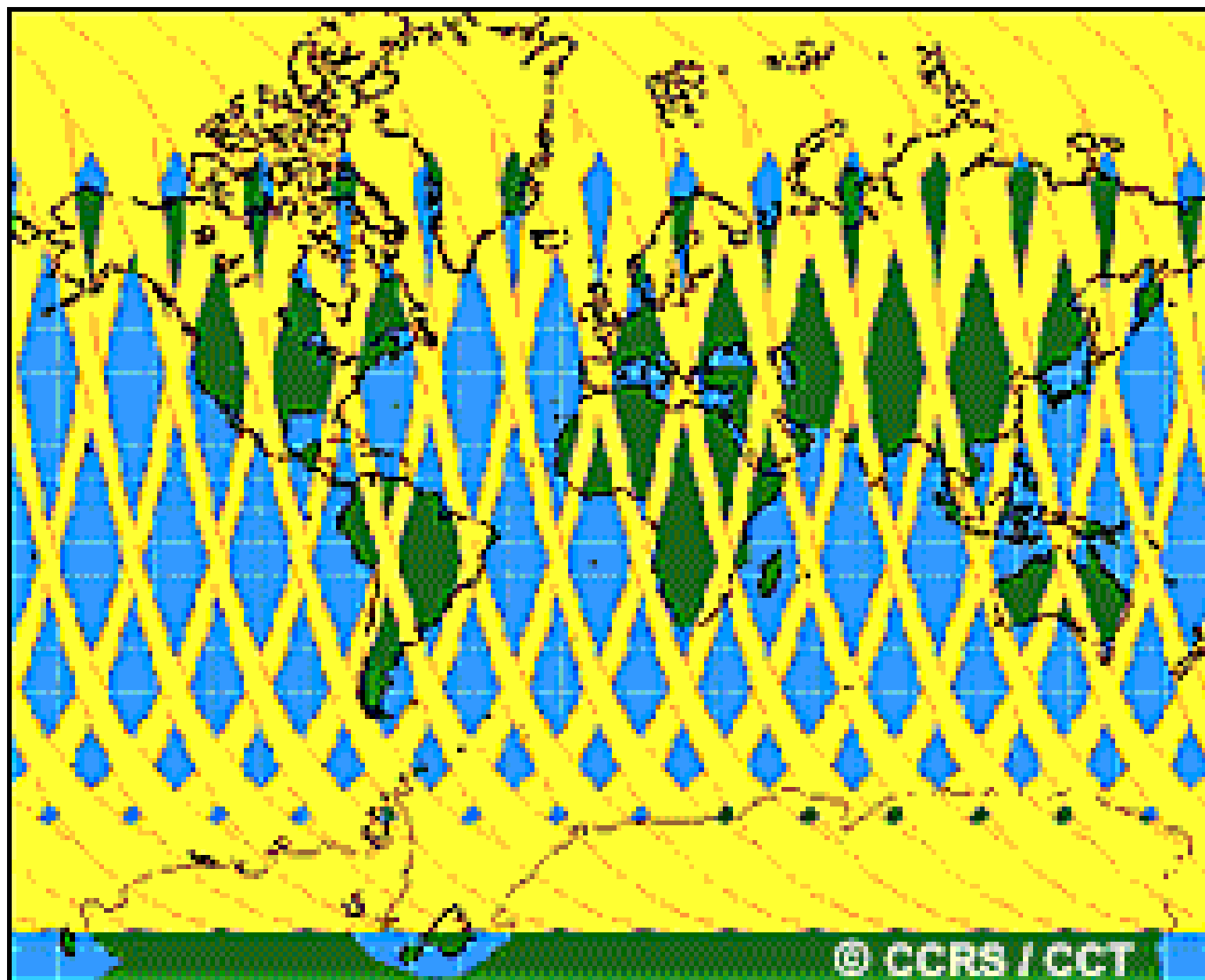
# Χαρακτηριστικά Δορυφόρων (Τροχιές και Ίχνη)

Καθώς ένας δορυφόρος περιστρέφεται γύρω από τη Γη, ο αισθητήρας του "βλέπει" ένα ορισμένο τμήμα της επιφάνειας της Γης. Η περιοχή που απεικονίζεται στην επιφάνεια, αναφέρεται ως το «**ίχνος**»



Φαίνεται ότι ο δορυφόρος στρέφεται προς τα δυτικά, διότι η Γη περιστρέφεται (από δυτικά προς ανατολικά) κάτω από αυτόν. Αυτή η κίνηση επιτρέπει στον δορυφόρο να καλύψει **μια νέα περιοχή για κάθε διαδοχικό πέρασμα**





# Χωρική ανάλυση, Μέγεθος pixel & Κλίμακα

Η ευδιάκριτη λεπτομέρεια σε μια εικόνα εξαρτάται από τη **χωρική ανάλυση** του αισθητήρα και αναφέρεται στο μέγεθος του μικρότερου δυνατού χαρακτηριστικού που μπορεί να ανιχνευθεί.

Οι περισσότερες εικόνες τηλεπισκόπησης αποτελούνται από ένα πλέγμα εικονοστοιχείων ή **pixels**, τα οποία είναι οι μικρότερες μονάδες μιας εικόνας. Τα pixels μιας εικόνας είναι συνήθως τετράγωνα και αντιπροσωπεύουν μια συγκεκριμένη περιοχή σε μια εικόνα.



Εικόνες στις οποίες μόνο μεγάλα χαρακτηριστικά είναι ορατά, λέγεται ότι έχουν **τραχιά ή χαμηλή ανάλυση** ενώ εικόνες **λεπτής ή υψηλής ανάλυσης**, τα μικρά αντικείμενα μπορούν να ανιχνευθούν.



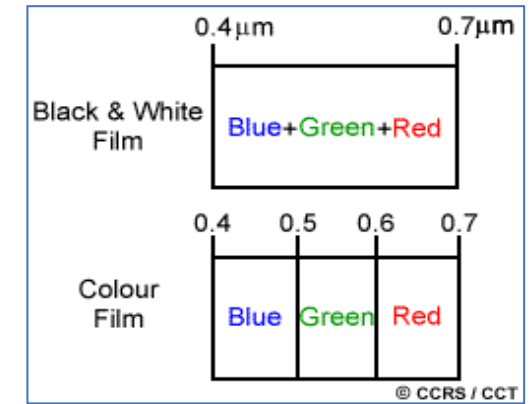




# Φασματική ανάλυση

Η φασματική ανάλυση περιγράφει την ικανότητα ενός αισθητήρα για τον καθορισμό περισσότερων διαστημάτων μήκους κύματος. Συνήθως, όσο υψηλότερη είναι η χωρική ανάλυση, τόσο μικρότερο είναι το εύρος μήκους κύματος ενός συγκεκριμένου καναλιού ή μιας συγκεκριμένης μπάντας

Π.χ. Οι μαύρες και άσπρες εγγραφές σε φιλμ των μεγάλων κύματος έχουν μεγάλη έκταση ή καταλαμβάνουν όλο το ορατό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Η **φασματική τους ανάλυση** είναι αρκετά χαμηλή, καθώς τα διάφορα μήκη κύματος του ορατού φάσματος δεν διακρίνονται. Υψηλότερη όμως είναι η φασματική ανάλυση των έγχρωμων φιλμ...



Πολλά συστήματα τηλεπισκόπησης καταγράφουν ενέργεια σε ξεχωριστές περιοχές μεγάλων κύματος σε ποικίλες φασματικές αναλύσεις και αναφέρονται ως **πολυφασματικοί αισθητήρες**. Σύνθετοι πολυφασματικοί αισθητήρες ονομάζονται **υπερφασματικοί** αισθητήρες που ανιχνεύουν εκατοντάδες φασματικές μπάντες. Η πολύ υψηλή φασματική ανάλυση μας διευκολύνει στη υψηλή διάκριση μεταξύ των διαφορετικών στόχων με βάση τη φασματική τους απόκριση σε κάθε μία από αυτές τις μπάντες.



# Ραδιομετρική ανάλυση

Η διάταξη των εικονοστοιχείων περιγράφει τη χωρική δομή μιας εικόνας, τα ραδιομετρικά χαρακτηριστικά περιγράφουν το πραγματικό περιεχόμενο των πληροφοριών αυτής. Κάθε φορά που λαμβάνεται μία εικόνα από έναν αισθητήρα, η ευαισθησία της στο μέγεθος της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας καθορίζει την **ραδιομετρική ανάλυση**.

Όσο υψηλότερη είναι η ραδιομετρική ανάλυση ενός αισθητήρα, τόσο πιο ευαίσθητη είναι στην ανίχνευση μικρών διαφορών στην ανακλώμενη ή εκπεμπόμενη ενέργεια



Τα δεδομένα εικόνων αντιπροσωπεύονται από θετικούς ψηφιακούς αριθμούς που κυμαίνονται από 0 έως μία επιλεγμένη δύναμη του 2. Κάθε bit καταγράφει έναν εκθέτη δύναμης του 2 (π.χ. 1 bit =  $2^1 = 2$ ). Ο μέγιστος αριθμός των διαθέσιμων επιπέδων φωτεινότητας εξαρτάται από τον αριθμό των bits που χρησιμοποιούνται στην αντιπροσώπηση της καταγεγραμμένης ενέργειας. Έτσι, εάν ένας αισθητήρας χρησιμοποιούσε 8 bits για την καταγραφή των δεδομένων, θα υπήρχαν  $2^8 = 256$  ψηφιακές τιμές διαθέσιμες, που κυμαίνονται από 0 έως 255.

# Επεξεργασία και Ανάλυσης Δορυφορικών Εικόνων

Προκειμένου να επωφεληθούμε και να κάνουμε καλή χρήση των δεδομένων τηλεπισκόπησης, πρέπει να είμαστε σε θέση να εξάγουμε ουσιαστικές πληροφορίες από τις εικόνες (δηλ. να αναγνωρίσουμε στόχους ώστε να τους μετρήσουμε, χαρτογραφήσουμε κ.ο.κ)

Η αναγνώριση στόχων είναι το κλειδί για την ερμηνεία και την εξαγωγή πληροφορίας. Η παρατήρηση των διαφορών μεταξύ των στόχων βασίζονται σε οποιοδήποτε ή σε όλα τα οπτικά στοιχεία του **τόνου**, του **σχήματος**, του **μεγέθους**, της **υφής**, της **σκιάς**, και του **συνδυασμού** αυτών



Τόνος  
Σχετική  
Φωτεινότητα



Σχήμα



Μέγεθος



Μοτίβο



Υφή  
Τονικές  
Διακυμάνσεις

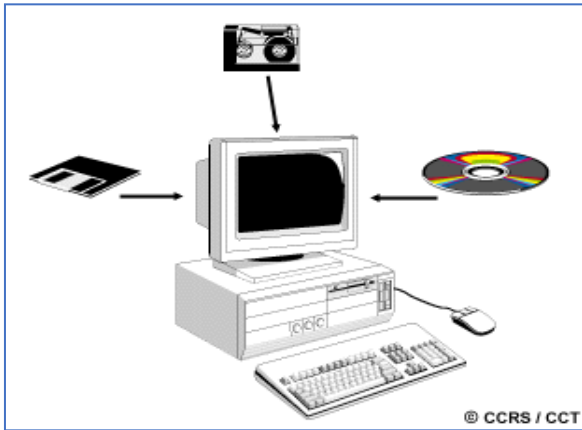


Σκιά

# Επεξεργασία και Ανάλυσης Δορυφορικών Εικόνων

## Ψηφιακή Επεξεργασία

Στο σημερινό κόσμο της προηγμένης τεχνολογίας, όπου τα περισσότερα δεδομένα τηλεπισκόπησης καταγράφονται σε ψηφιακή μορφή, σχεδόν όλη η ερμηνεία της εικόνας και η ανάλυση της περιλαμβάνει κάποιο στοιχείο της ψηφιακής επεξεργασίας.



Οι περισσότερες από τις κοινές λειτουργίες επεξεργασίας εικόνας που διατίθενται στα συστήματα ανάλυσης εικόνας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες:

- ❖ Προεπεξεργασία
- ❖ Ενίσχυση εικόνας
- ❖ Μετασχηματισμός εικόνας
- ❖ Ταξινόμηση και Ανάλυση Εικόνων

# Επεξεργασία και Ανάλυσης Δορυφορικών Εικόνων

Ψηφιακή Επεξεργασία

-

Προεπεξεργασία

Οι λειτουργίες **προεπεξεργασίας** περιλαμβάνουν εκείνες τις λειτουργίες που κανονικά απαιτούνται πριν από την κύρια ανάλυση των δεδομένων και την εξαγωγή των πληροφοριών:

**1) Ραδιομετρικές.** Οι ραδιομετρικές διορθώσεις περιλαμβάνουν διόρθωση των δεδομένων για τυχόν ανεπιθύμητες ανωμαλίες του αισθητήρα ή ατμοσφαιρικό θόρυβο και μετατροπή των δεδομένων έτσι ώστε να αντιπροσωπεύουν επακριβώς την ανακλώμενη ή εκπεμπόμενη ακτινοβολία, που μετριέται από τον αισθητήρα.

**2) Γεωμετρικές.** Οι γεωμετρικές διορθώσεις περιλαμβάνουν τη διόρθωση γεωμετρικών στρεβλώσεων που οφείλονται στις διακυμάνσεις της γεωμετρίας αισθητήρα-Γη και τη μετατροπή των δεδομένων σε πραγματικές συντεταγμένες (π.χ. γεωγραφικό πλάτος και μήκος) επί της επιφάνειας της Γης



# Επεξεργασία και Ανάλυσης Δορυφορικών Εικόνων

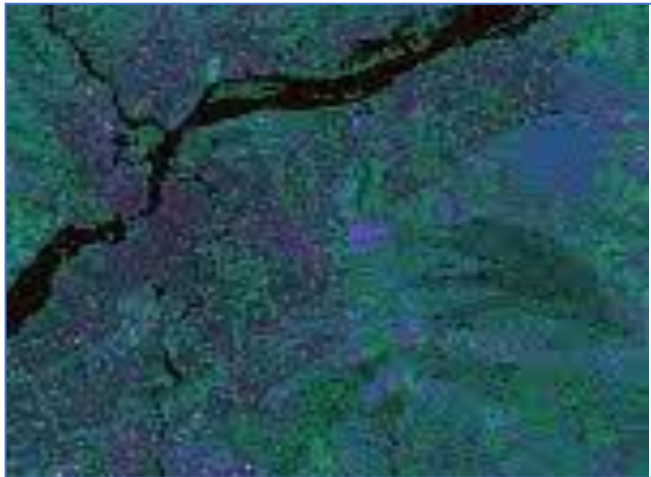
Ψηφιακή Επεξεργασία

-

Ενίσχυση Εικόνας

**Αντικείμενο της ενίσχυσης εικόνας** είναι αποκλειστικά και μόνο η **βελτιώσει την εμφάνιση της εικόνας** έτσι ώστε να βοηθήσει στην οπτική ερμηνεία και ανάλυση.

Παραδείγματα λειτουργιών ενίσχυσης περιλαμβάνουν την διεύρυνση (stretching) αντίθεσης για την αύξηση της τονικής διάκρισης μεταξύ των διαφόρων χαρακτηριστικών σε μια σκηνή και το **χωρικό φιλτράρισμα** για την ενίσχυση (ή καταστολή) συγκεκριμένων χωρικών μοτίβων σε μια εικόνα.



# Επεξεργασία και Ανάλυσης Δορυφορικών Εικόνων

Ψηφιακή Επεξεργασία

-

Μετασχηματισμοί Εικόνας

Οι **μετασχηματισμοί εικόνας** είναι λειτουργίες παρόμοιες με τις έννοιες αυτές της ενίσχυσης εικόνας. Ωστόσο, σε αντίθεση με άλλες λειτουργίες ενίσχυσης εικόνας, οι μετασχηματισμοί εικόνας συνήθως περιλαμβάνουν συνδυασμένη επεξεργασία των δεδομένων από πολλαπλές φασματικές μπάντες.

Οι αριθμητικές λειτουργίες (π.χ. αφαίρεση, πρόσθεση, πολλαπλασιασμός, διαίρεση) εκτελούνται για να συνδυάσουν και να μετατρέψουν τις αρχικές ζώνες σε «νέες» εικόνες οι οποίες εμφανίζουν ή τονίζουν με καλύτερο τρόπο ορισμένα χαρακτηριστικά στη σκηνή.

Θα εξετάσουμε μερικές από αυτές λειτουργίες συμπεριλαμβανομένων διαφόρων μεθόδους **φασματικού** λόγου και μια διαδικασία που ονομάζεται **ανάλυση κύριων συνιστωσών** που χρησιμοποιείται για την αποτελεσματικότερη παρουσίαση των πληροφοριών σε πολυ-κάναλες εικόνες.

# Επεξεργασία και Ανάλυσης Δορυφορικών Εικόνων

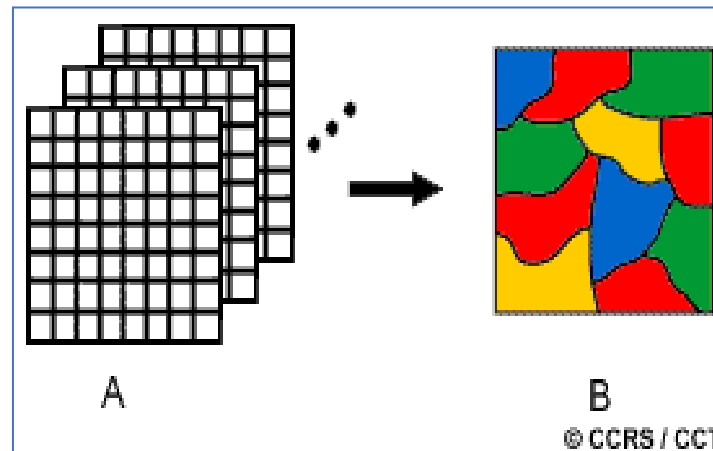
Ψηφιακή Επεξεργασία

-

Ταξινόμηση και Ανάλυση Εικόνας

Οι λειτουργίες **ταξινόμησης και ανάλυσης εικόνας** χρησιμοποιούνται για την ψηφιακή αναγνώριση και ταξινόμηση εικονοστοιχείων στα δεδομένα. Η **ταξινόμηση** εκτελείται συνήθως σε πολυ-κάναλα σύνολα δεδομένων (A) η οποία διαδικασία αντιστοιχίζει κάθε pixel σε μια εικόνα σε μια συγκεκριμένη κατηγορία ή θέμα (B) βασισμένη σε στατιστικά χαρακτηριστικά των τιμών φωτεινότητας των pixel.

Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι ταξινομήσεων οι επιβλεπόμενες και οι μη επιβλεπόμενες.



# Δορυφόροι..;

## Resolution of some Multispectral Sensors

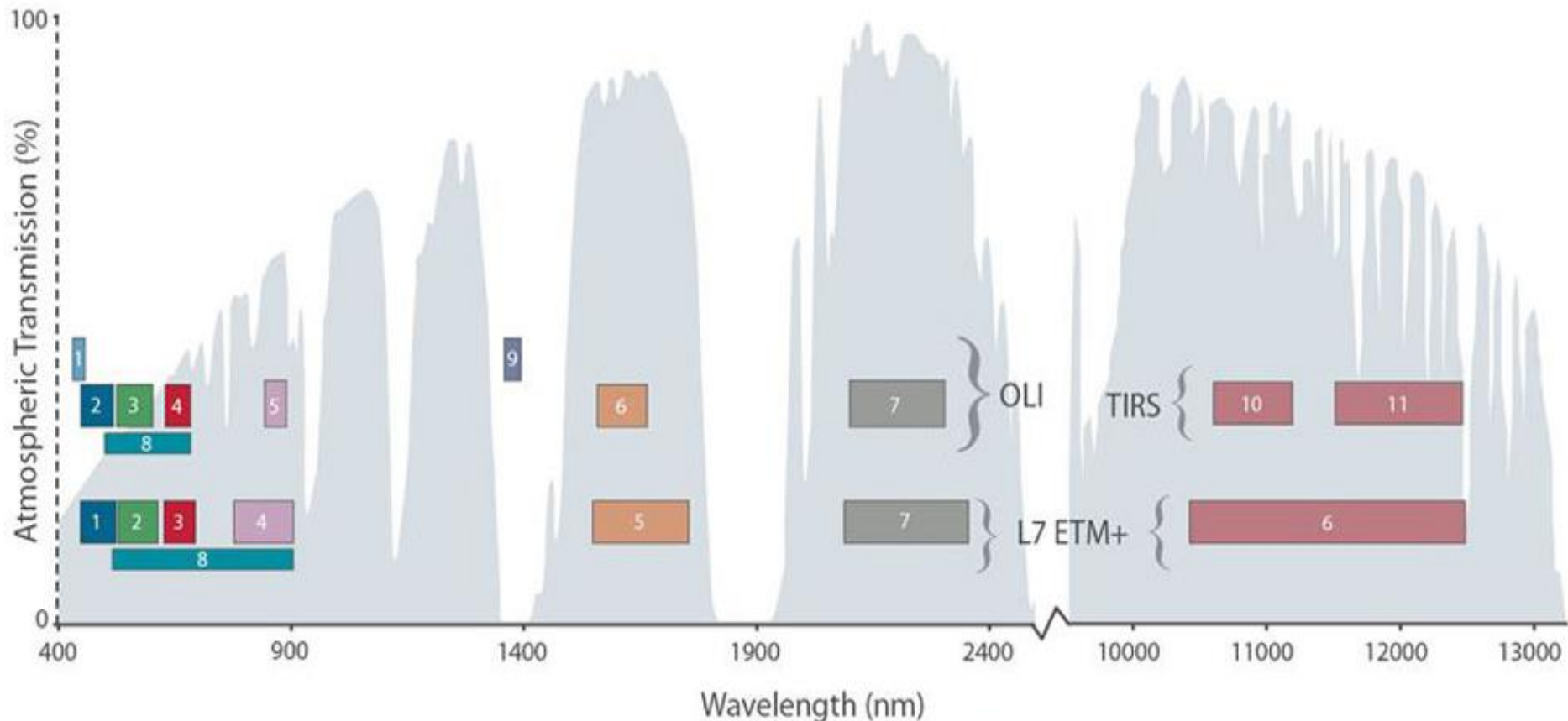
	Spatial	Spectral	Temporal
AVHRR	1.1 x 1.1 km	5 bands	twice daily
Modis *	250 x 250 m	36 bands	daily
Landsat	30 x 30 m	6 bands	16 days
Aster	15 x 15 m	4 bands	?
SPOT 5	10 x 10 m	4 bands	by order
Hyper-Spectral	4 x 4 m	128 bands	air craft
IKONOS	4 x 4 m	4 bands	by order



# Δορυφόροι..;

## LandSat

Το Πρόγραμμα LANDSAT είναι η επιχείρηση με την μακρύτερη λειτουργία για την απόκτηση εικόνων της γης από το διάστημα. Ο πρώτος δορυφόρος LANDSAT ξεκίνησε από τη NASA το 1972. Ο πιο πρόσφατος, το LANDSAT 8 όπου εκτοξεύτηκε στις 11/2/2013. Τα εργαλεία των δορυφόρων LANDSAT έχουν πάρει εκατομμύριες εικόνες. Αυτές οι εικόνες αποτελούν μοναδική πηγή πληροφοριών για την έρευνα της παγκόσμιας αλλαγής και εφαρμογές στην γεωργία, χαρτογραφία, γεωλογία, δασοκομία, χωροταξία, εποπτεία, εκπαίδευση και εθνική ασφάλεια.ί



Bandpass wavelengths for Landsat 8 OLI and TIRS sensor, compared to Landsat 7 ETM+ sensor

# Εργαστηριακές εφαρμογές....

1<sup>η</sup> Μέρα

ENVI 5.3 Παρουσίαση

Άνοιγμα εικόνων

Διαχείριση καναλιών – Data Management Tool

Δημιουργία Πολυφασματικής Εικόνας – Layer Stacking

Ιδιότητες Καναλιών – Edit ENVI Header

Απεικόνιση Καναλιών Εικόνας – Band Animation

Ενίσχυση Εικόνας – Stretching Tool

Επιλογή Περιοχής Μελέτης – Subset Data from Rois

Φασματική Υπογραφή – Spectral Profile

Διάγραμμα Διασποράς – Scatter Plot

2<sup>η</sup> Μέρα

Αναζήτηση Δορυφορικών Εικόνων – Eolisa, USGS

Μετασχηματισμός Εικόνας - PCA

Μετασχηματισμός Εικόνας - NDVI

Ραδιομετρική Διόρθωση – Radiometric Calibration

Ατμοσφαιρική Διόρθωση – QUAC

RPC Ορθοαναγωγή

Βελτίωση Χωρικής Ανάλυσης – Pan – Sharpenign

Μετασχηματισμός Tasseled Cap

Πράξεις Καναλιών, Δείκτες Βλάστησης, Δείκτης Πυρκαγιών

Αλλαγές Καλύψεων γης/ Προ – Ταξινομικά – Color Slice

Μη Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση – Un Supervise Classification

# Εργαστηριακές εφαρμογές....

3<sup>η</sup> Μέρα

... Ότι δεν προλάβουμε

3D Ανάλυση Ανάγλυφου

View-shed Analysis

Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση

Ευχαριστούμε





Sensor	Band	Spectral Range (nm)	Color	IFOV (m)
LandSat 5TM	1	0.45-0.52	Blue	30
	2	0.52-0.60	Green	30
	3	0.63-0.69	Red	30
	4	0.76-0.90	Near-IR	30
	5	1.55-1.75	Interm-IR	30
	6	10.40-12.50	Thermal-IR	120
	7	2.08-2.35	Mid.-IR	30

Κανάλι 1= 0.485 μm

Κανάλι 2= 0.560 μm

Κανάλι 3=0.660 μm

Κανάλι 4= 0.830 μm

Κανάλι 5=1.650 μm

Κανάλι 7= 2.215 μm