



[www.aegean.gr](http://www.aegean.gr)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Σχολή Περιβάλλοντος  
Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας



## Θαλάσσια Τηλεπισκόπηση και οργάνωση πληροφορίας

Διάλεξη 2. Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

Δρ. Κωνσταντίνος Ν. Τοπουζέλης

# Περιεχόμενα μαθήματος

Το μάθημα αποτελείται από τις ακόλουθες ενότητες:

- (1) Εισαγωγή στην Θαλάσσια Τηλεπισκόπηση
- (2) Τροχιές, δέκτες και δορυφόροι
- (3) Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και τηλεπισκόπηση
- (4) Ψηφιακή δορυφορική τηλεπισκοπική απεικόνιση
- (5) Ψηφιακή επεξεργασία απεικόνισης
- (6) Γεωμετρική διόρθωση – ταξινόμηση απεικόνισης
- (7) Θαλάσσια τηλεπισκόπηση: από τα δεδομένα στις εφαρμογές
- (8) Εισαγωγή στις μετρήσεις επιφανειακής θερμοκρασίας θάλασσας
- (9) Εισαγωγή στις δορυφορικές μετρήσεις ωκεάνιου χρώματος
- (10) Εισαγωγή στη μικροκυματική τηλεπισκόπηση
- (11) Φωτοερμηνεία θαλάσσιων και ατμοσφαιρικών φαινομένων
- (12) Ολοκληρωμένες εφαρμογές θαλάσσιας τηλεπισκόπησης



Δίκτυο Εκπαίδευσης  
**moodle.aegean.gr**



[Συνδεθείτε / Login](#)

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

- **Ιστορική αναδρομή**
- **Δορυφορικές τροχιές**
- **Διαδικασία τηλεπισκόπησης**
- **Παραδείγματα δεδομένων**
- **Διακριτική ικανότητα**
- **Συστήματα δορυφορικών δεκτών**
- **Δορυφόροι**
- **Γιατί τηλεπισκόπηση;**



« Τηλεπισκόπηση (remote sensing) είναι η τέχνη, επιστήμη και τεχνολογία απόκτησης αξιόπιστης πληροφορίας για τα φυσικά αντικείμενα, φαινόμενα και συμβάντα μέσα από καταγραφή, επεξεργασία και ανάλυση της αλληλεπίδρασή τους με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. »

- ASPRS -



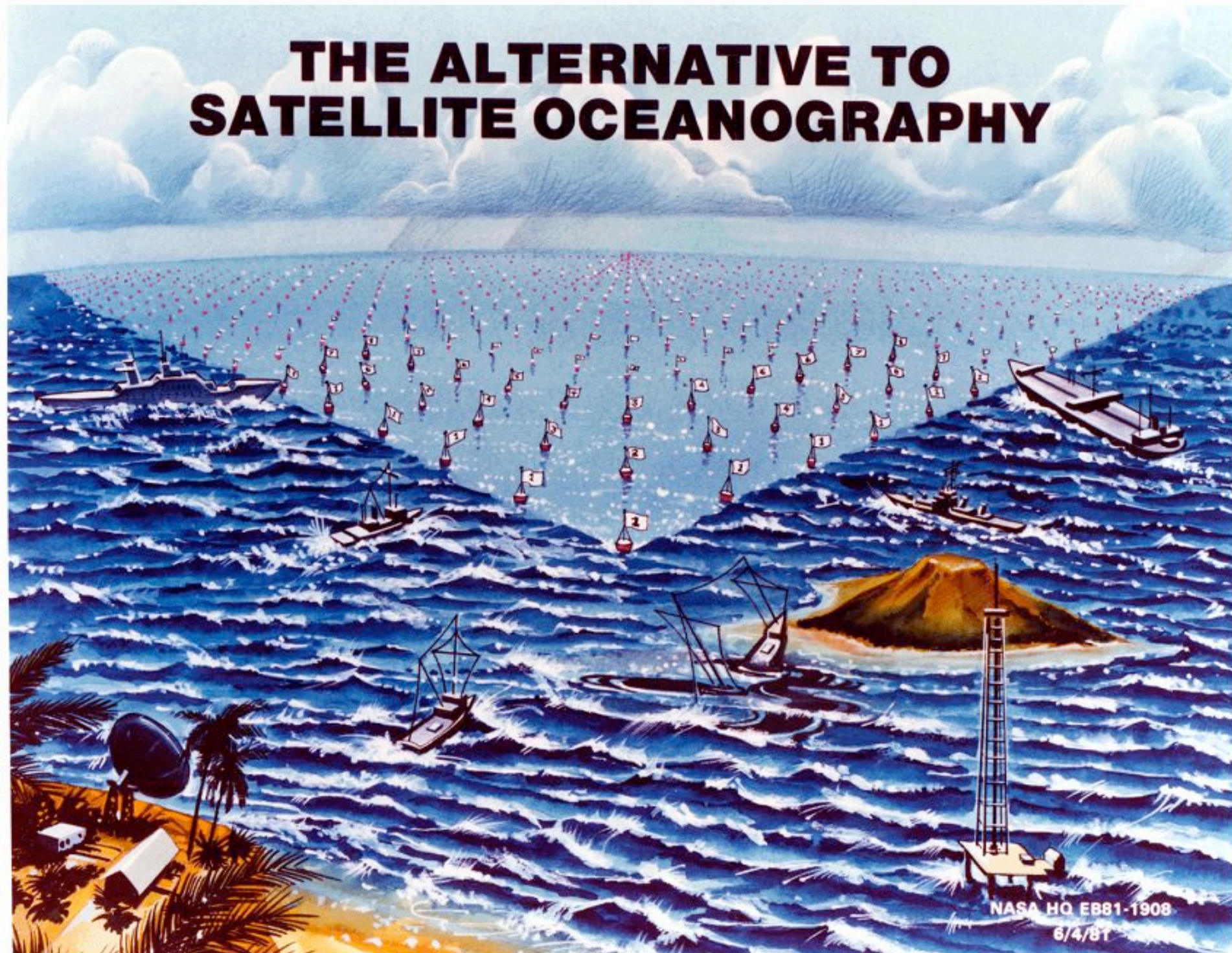
« Μια δορυφορική τηλεπισκοπική απεικόνιση δεν είναι απλά μια εικόνα της θαλάσσιας επιφάνειας: τυπικά αποτελείται από εκατομμύρια μετρήσεις μιας συγκεκριμένης παραμέτρου, σε ένα γνωστό επίπεδο ακρίβειας (precision) και επαναληπτικότητας (accuracy). »

- Robinson I., 1985 -





# THE ALTERNATIVE TO SATELLITE OCEANOGRAPHY



NASA HQ EB81-1908

6/4/81

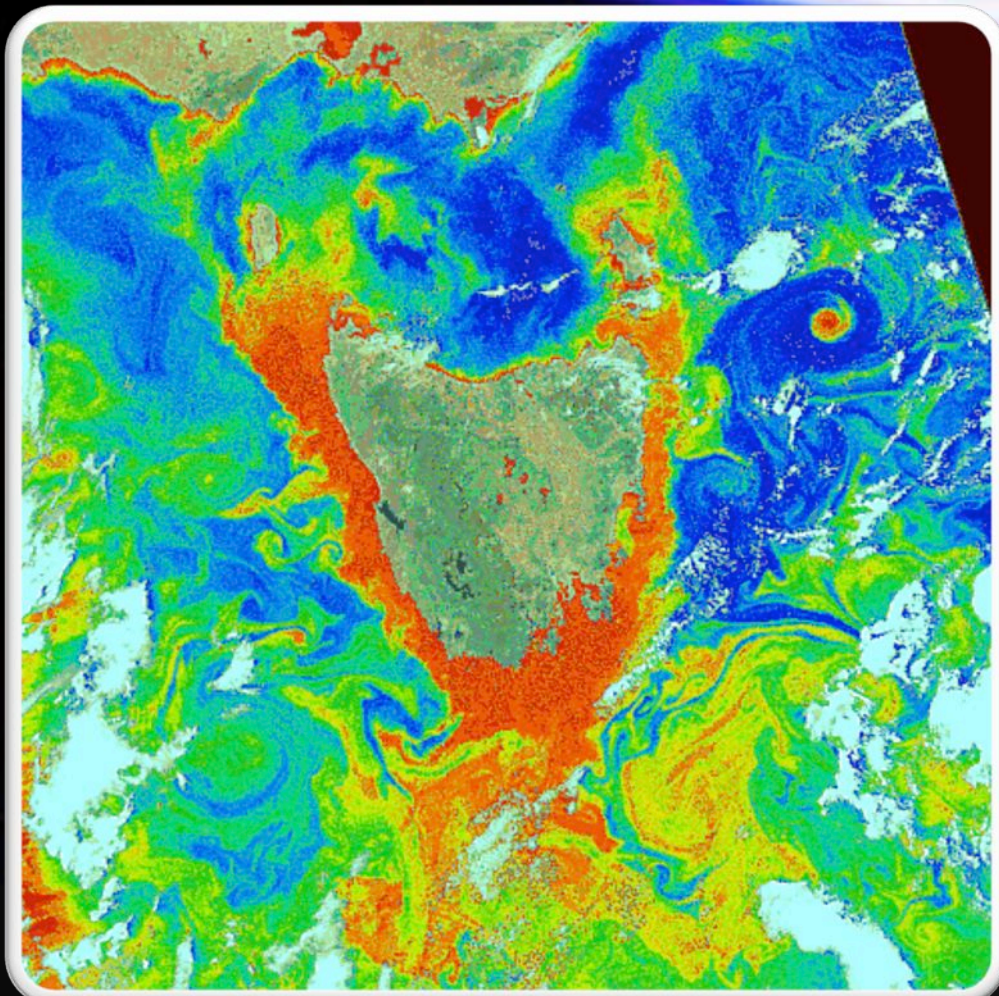


**Спутник-1,  
Sputnik 1**

**4 Οκτωβρίου  
1957**

**24 Οκτωβρίου  
1978**

**Coastal Zone  
Color Scanner  
(CZCS)**





# Σημαντικότεροι σταθμοί της Τηλεπισκόπησης

- 1800: Ανακάλυψη της υπέρυθρης περιοχής του φάσματος
- 1839: Αρχή της Φωτογραφίας
- 1850-60: Φωτογραφία από μπαλόνια
- 1873: Ανάπτυξη της θεωρίας της Ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας από το James Clerk Maxwell
- 1909: Φωτογραφίες από Αεροπλάνα
- 1910-20: 1ος Παγκόσμιος Πόλεμος- αναγνώριση από αεροφωτογραφίες
- 1920-1930: Ανάπτυξη και αρχικές εφαρμογές των αεροφωτογραφιών και της φωτογραμμετρίας
- 1930-1940 Ανάπτυξη RADAR στη Γερμανία, ΗΠΑ και Μ. Βρετανία
- 1940-1950: 2ος Παγκόσμιος Πόλεμος: εφαρμογές του μη ορατού φάσματος, εκπαίδευση στην απόκτηση και ερμηνεία αεροφωτογραφιών.
- 1950-60: Στρατιωτική Έρευνα και ανάπτυξη

# Σημαντικότεροι σταθμοί της Τηλεπισκόπησης

- 1957: Τοποθέτηση σε τροχιά του **Sputnic-1** της Σοβιετικής Ένωσης
- 1960-1970: Πρώτη χρήση του όρου **Remote Sensing** - Τηλεπισκόπηση. Μετεωρολογικοί δορυφόροι TIROS
- 1972: Τοποθέτηση σε τροχιά του **Landsat-1** της NASA
- 1970-1980: Ραγδαία ανάπτυξη των τεχνικών **ψηφιακής επεξεργασίας εικόνων**. Τοποθέτηση σε τροχιά των δορυφόρων Landsat-2 και Landsat-3
- 1980: USSR Meteor satellite
- 1980-1990: Landsat 4 και 5 νέα γενιά των συστημάτων Landsat
- 1986: Τοποθέτηση σε τροχιά του **Γαλλικού δορυφόρου SPOT-1**
- 1988: Τοποθέτηση σε τροχιά του Ινδικού δορυφόρου IRS-1A
- 1991: Τοποθέτηση σε τροχιά του Ευρωπαϊκού δορυφόρου ERS-1
- 1995: IRS-1C , ERS-2
- 1998: Τοποθέτηση σε τροχιά του Γαλλικού δορυφόρου SPOT-4
- 1999: Τοποθέτηση σε τροχιά του δορυφόρου IKONOS-2
- 2000-1: Quickbird, ENVISAT etc...
- 2004-5: Ο πρώτος και ο δεύτερος μετεωρολογικός δορυφόρος Meteosat δεύτερης γενιάς (MSG-1 και MSG-2 ή Meteosat-8 και 9)
- 2009: NOAA-19 = ο τελευταίος της σειράς μετεωρολογικών δορυφόρων NOAA
- 2009: World-View 2 high resolution multi-spectral satellite

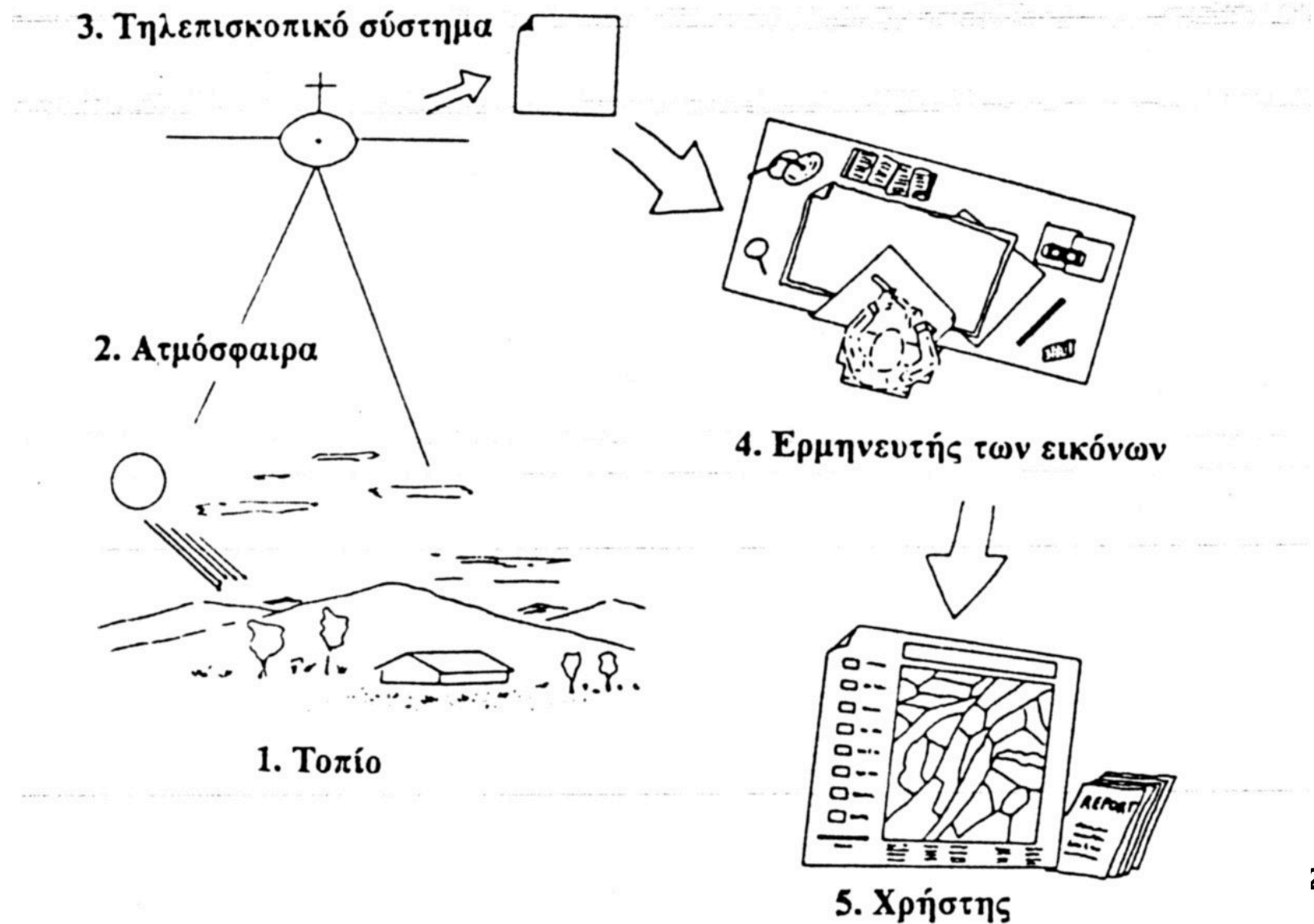


# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

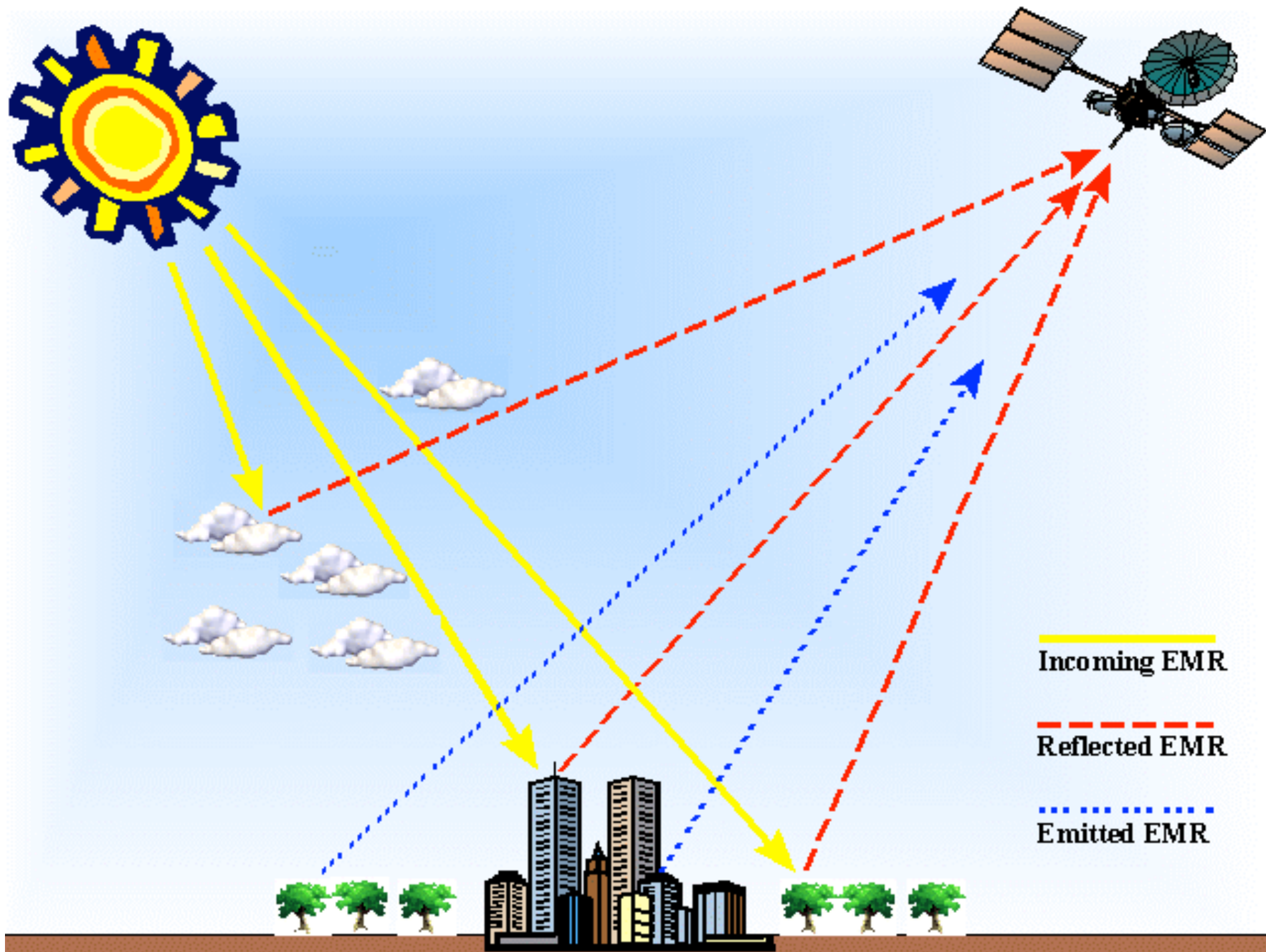
1978 – Η NASA εκτοξεύει τρεις δορυφόρους στοχευόμενους στην θαλάσσια τηλεπισκόπηση:

- TIROS-N με  
ραδιόμετρο AVHRR για την μέτρηση της επιφανειακής θερμοκρασίας της θάλασσας,
- Seasat με  
αλτίμετρο ραντάρ για την μέτρηση του ύψους της θαλάσσιας επιφάνειας,  
μικροκυματικό ραδιόμετρο και  
ραντάρ συνθετικού ανοίγματος (SAR), μετρώντας την τραχύτητα της θαλάσσιας επιφάνειας,
- Nimbus-7 με  
δέκτη μέτρησης του χρώματος της θαλάσσιας επιφάνειας.

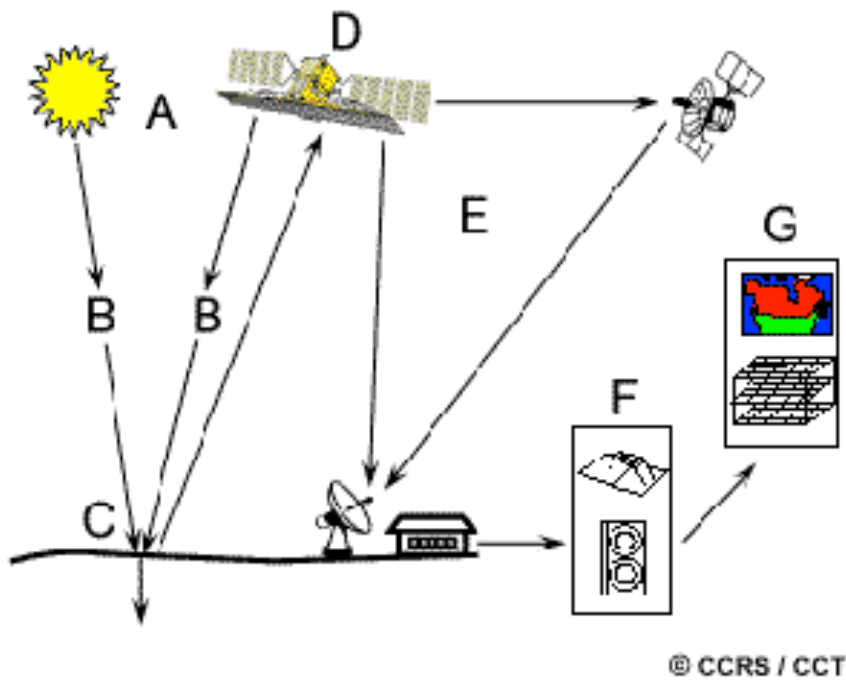
# Διαδικασία Τηλεπισκόπησης







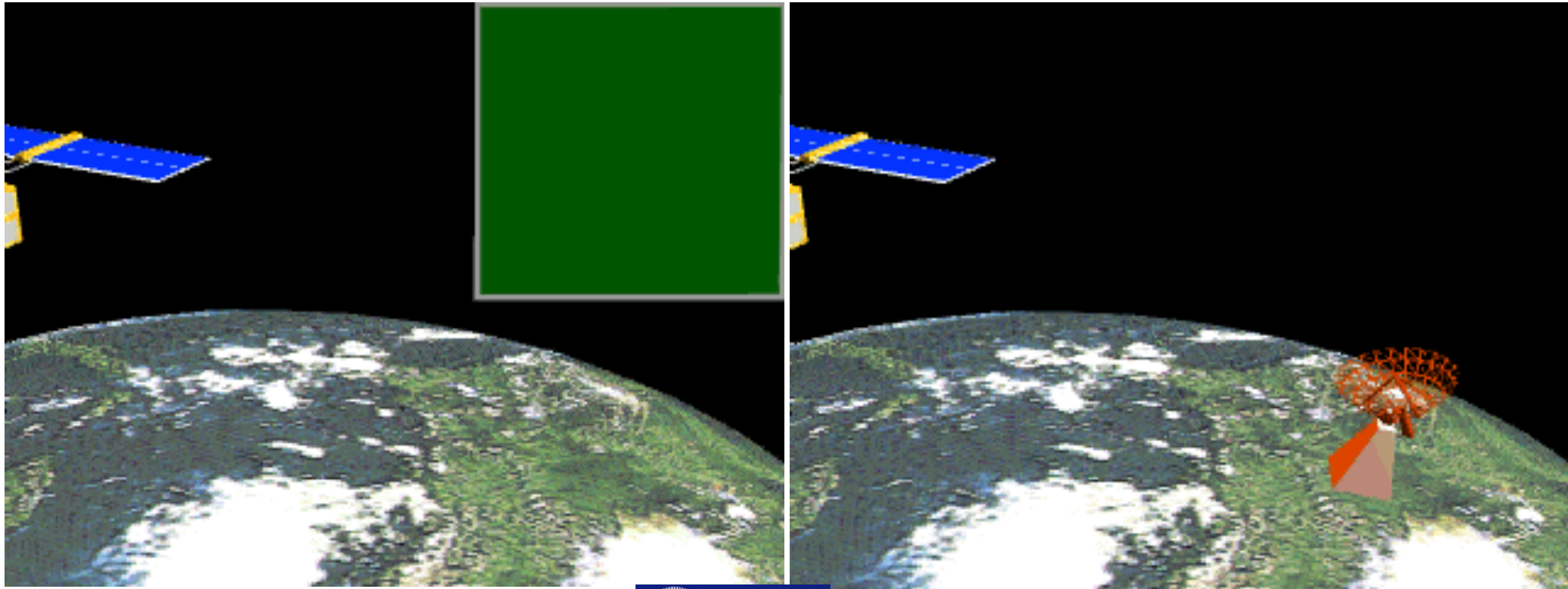
# Διαδικασία Τηλεπισκόπησης



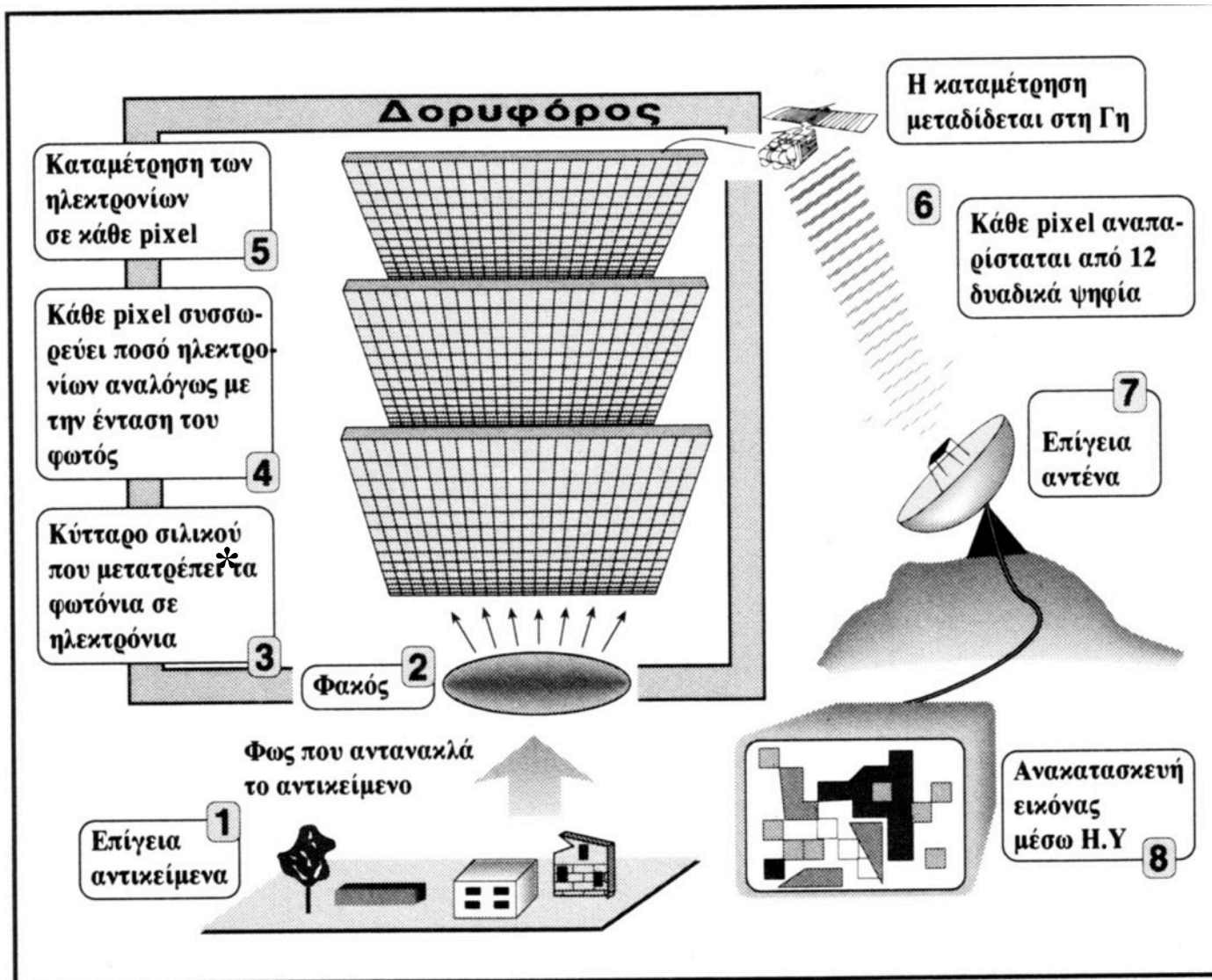
- A. Ύπαρξη πηγής (source) που εκπέμπει την ενέργεια-ακτινοβολία.
- B. Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας-ατμόσφαιρας.
- C. Η ακτινοβολία αλληλεπιδρά με τον στόχο και επιστρέφει.
- D. Καταγραφή της ενέργειας από τον αισθητήρα.
- E. Αναμετάδοση (transmission), καταγραφή και ανάλυση του σήματος,
- F. Ερμηνεία και ανάλυση,
- G. Εφαρμογές.



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι



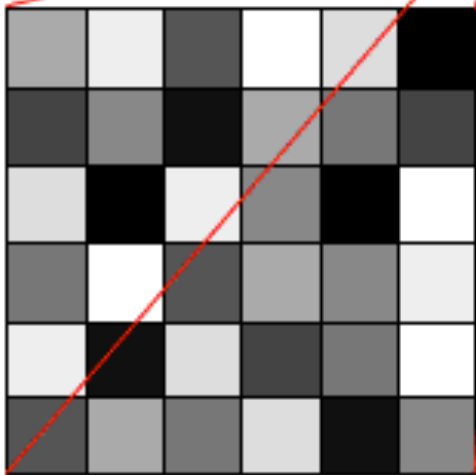
# Δημιουργία - μετάδοση - ανακατασκευή εικόνας



\*silicon nitride ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) cells: Κύτταρα Νιτρίδιου του Πυριτίου

# Δημιουργία - μετάδοση - ανακατασκευή εικόνας

© CCRS / CCT

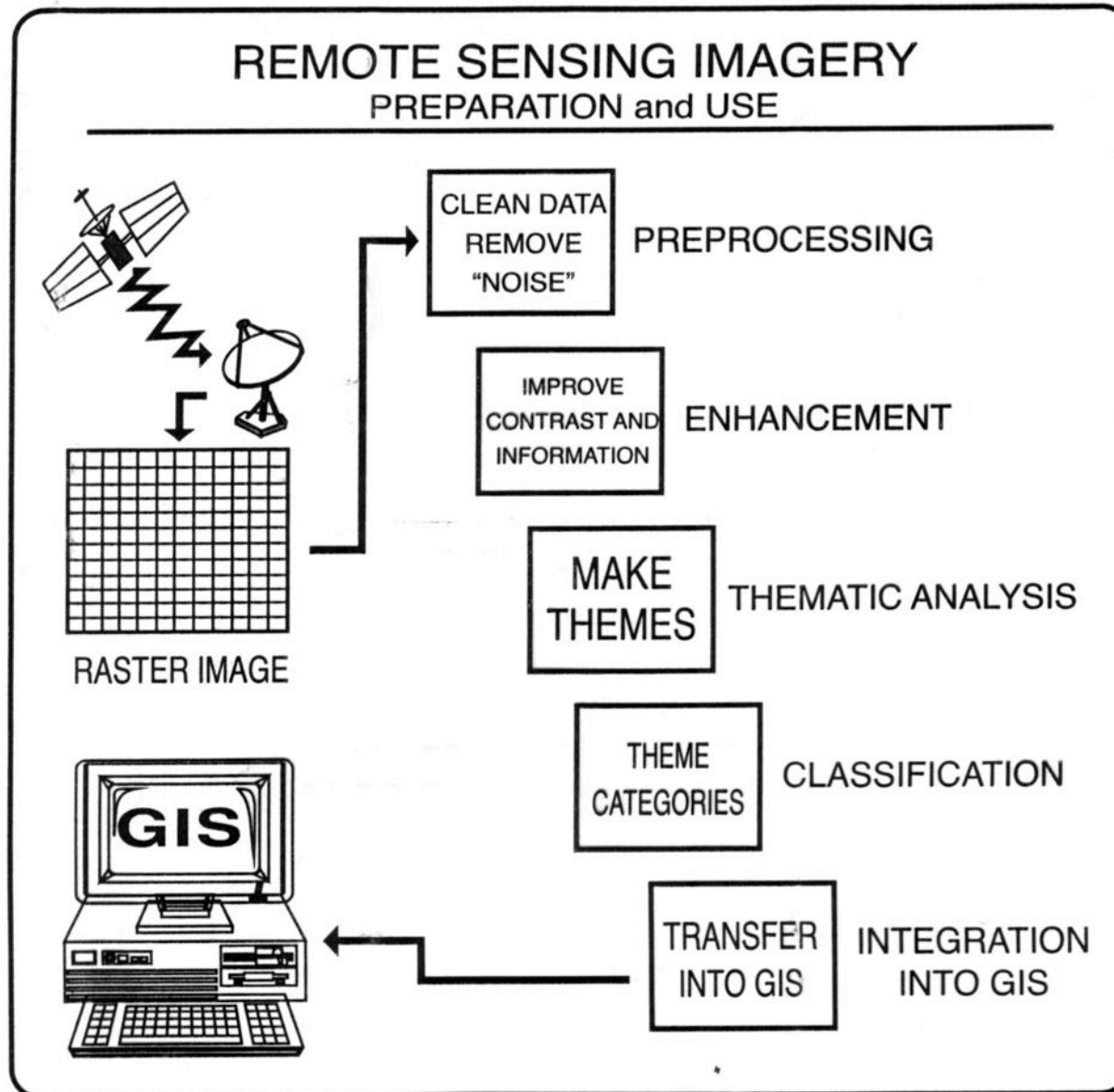


170	238	85	255	221	0
68	136	17	170	119	68
221	0	238	136	0	255
119	255	85	170	136	238
238	17	221	68	119	255
85	170	119	221	17	136

- Το λαμβανόμενο σήμα αποθηκεύεται και επεξεργάζεται ηλεκτρονικά.
- Τα λαμβανόμενα σήματα μετατρέπονται σε απεικόνιση (image).
- Η ψηφιακή απεικόνιση (digital image) υποδιερείται στα εικονοστοιχεία (pixels)
- Αναπαρίστανται η λαμπρότητα (brightness) ή κάποια άλλη φυσική ιδιότητα του στόχου με μία αριθμητική τιμή ή ένα ψηφιακό αριθμό (digital number).



# Προετοιμασία και χρήση τηλεπισκοπικών δεδομένων



**ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΒΕΛΤΙΩΣΗ**

**ΑΝΑΛΥΣΗ**  
(ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ  
ΘΕΜΑΤΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦ.)

**ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ**

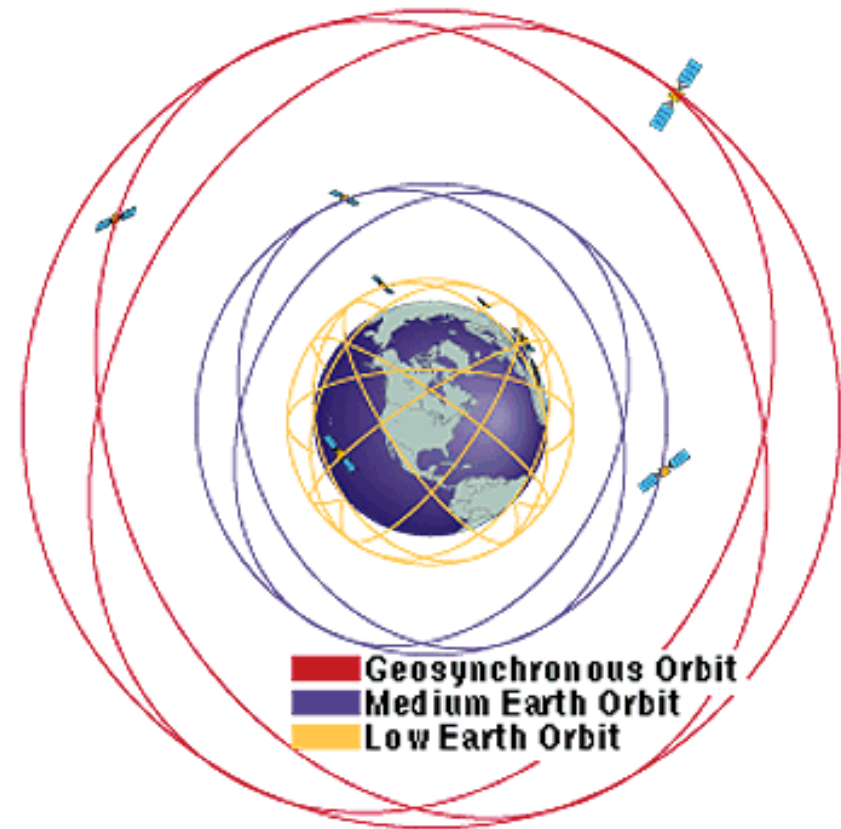
**ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΕ ΣΓΠ**

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Δορυφορικές τροχιές

### Υψόμετρο δορυφόρων

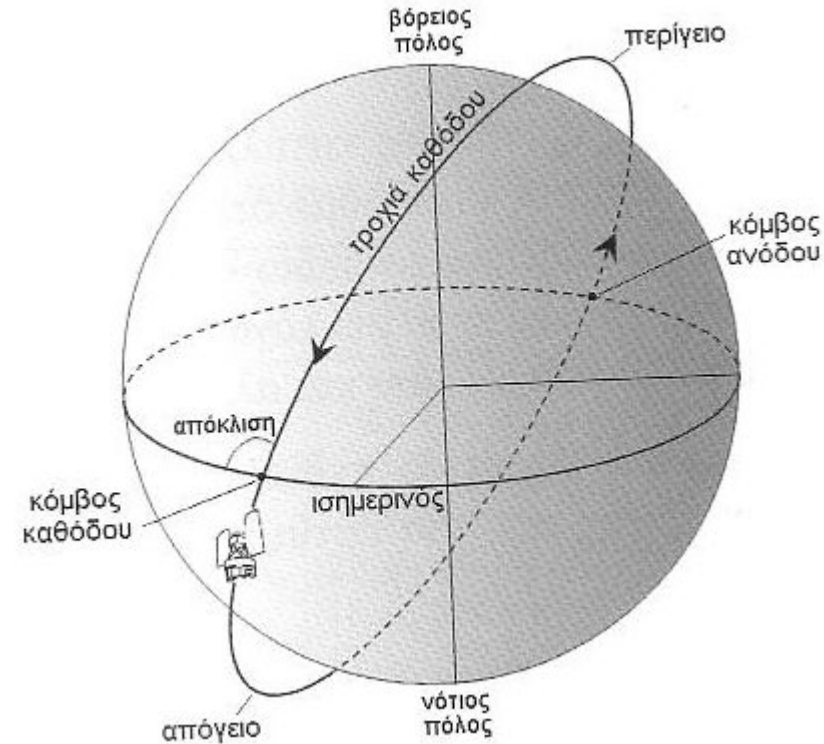
- **Γεωστατικής Τροχιάς**  
Geostationary orbit (GEO) 36.000 km
- **Μεσαίας Τροχιάς**  
Medium earth orbit (MEO)
- **Χαμηλής Τροχιάς**  
Low earth orbit (LEO) 160 – 2.000 km



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Δορυφορικές τροχιές

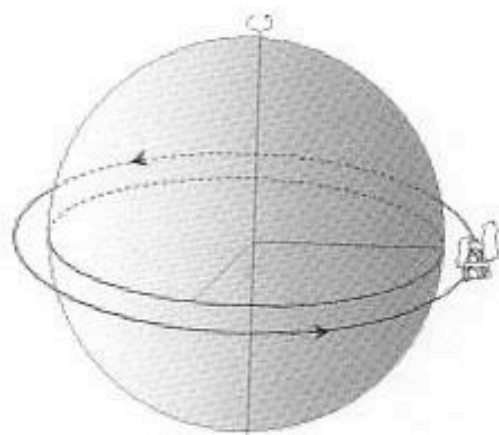
- **απόγειο (apogee)**, το πιο απομακρυσμένο σημείο της τροχιάς,
- **περίγειο (perigee)**, το πλησιέστερο σημείο,
- **την τροχιά ανόδου (ascending orbit)**, όπου ο δορυφόρος κινείται από τον νότο προς τον βορρά,
- **την τροχιά καθόδου (descending orbit)**, όπου ο δορυφόρος κινείται από τον βορρά προς τον νότο,
- **απόκλιση (inclination)**, γωνία της τροχιάς του δορυφόρου και του ισημερινού κατά την τροχιά καθόδου.



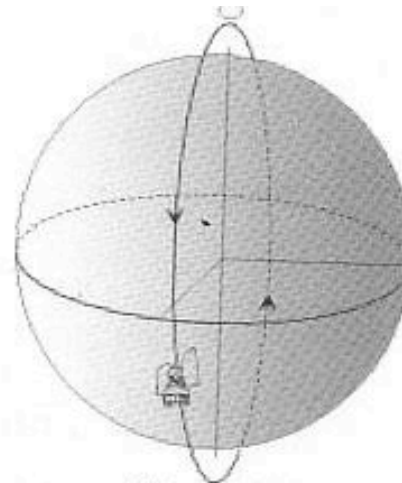
Πηγή: Καρτάλης και Φεΐδας, 2006



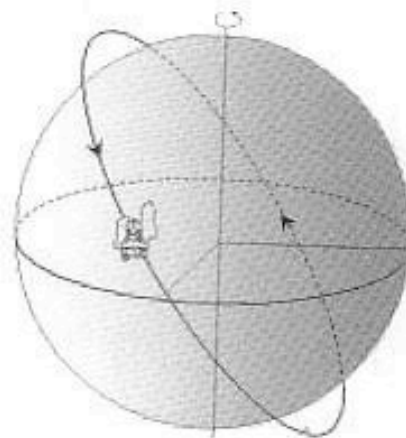
# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι



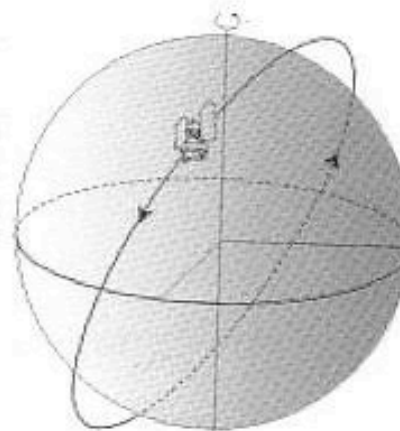
Ισημερινή τροχιά



Πολική τροχιά



Πλάγια πρόδρομη τροχιά



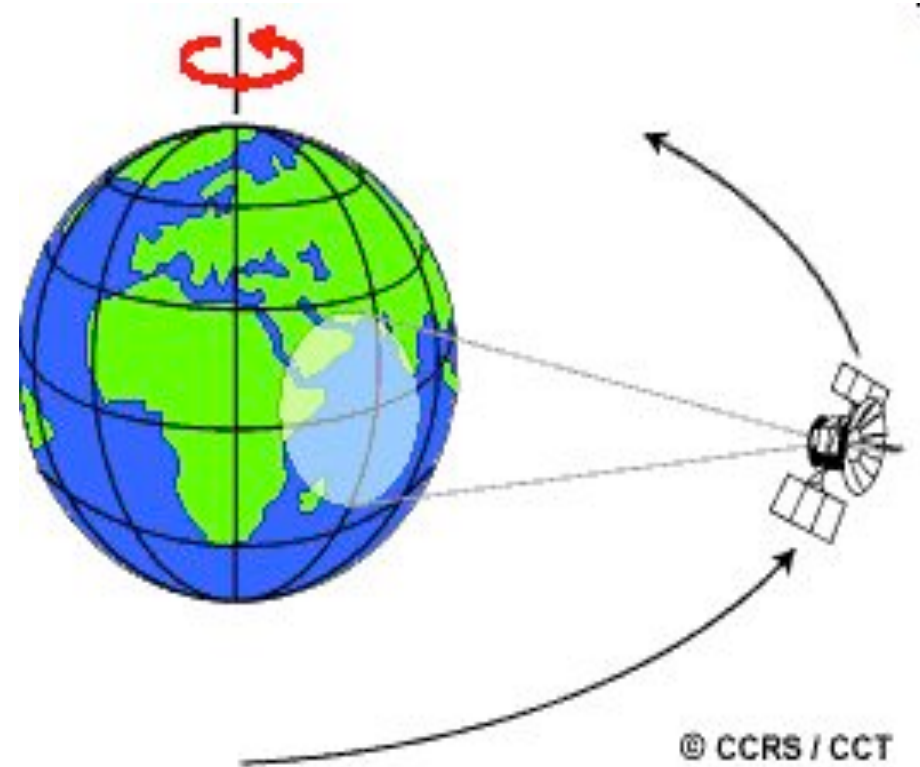
Πλάγια ανάδρομη τροχιά

Πηγή: Καρτάλης και Φείδας, 2006

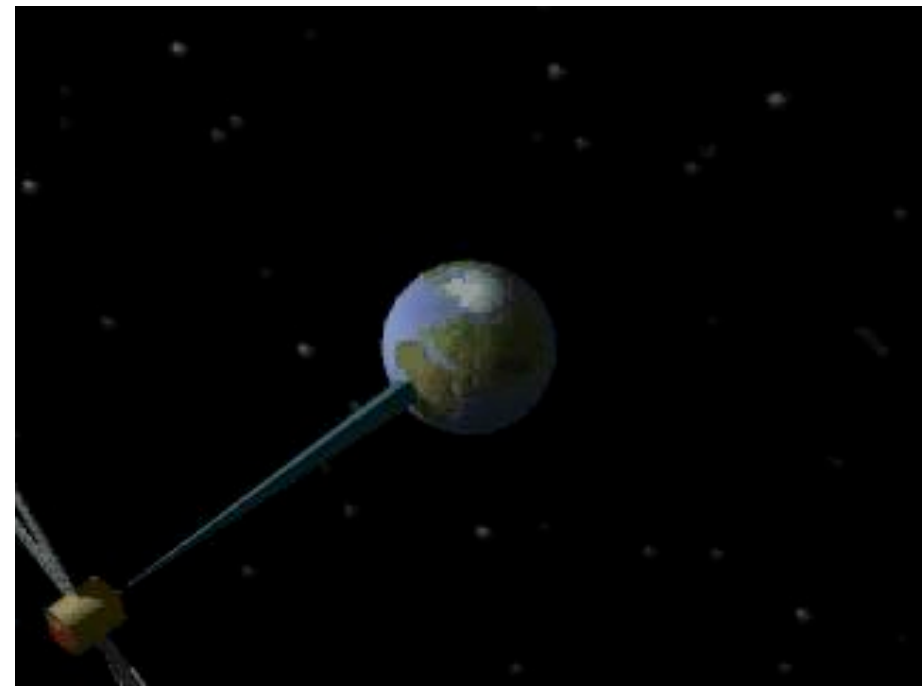
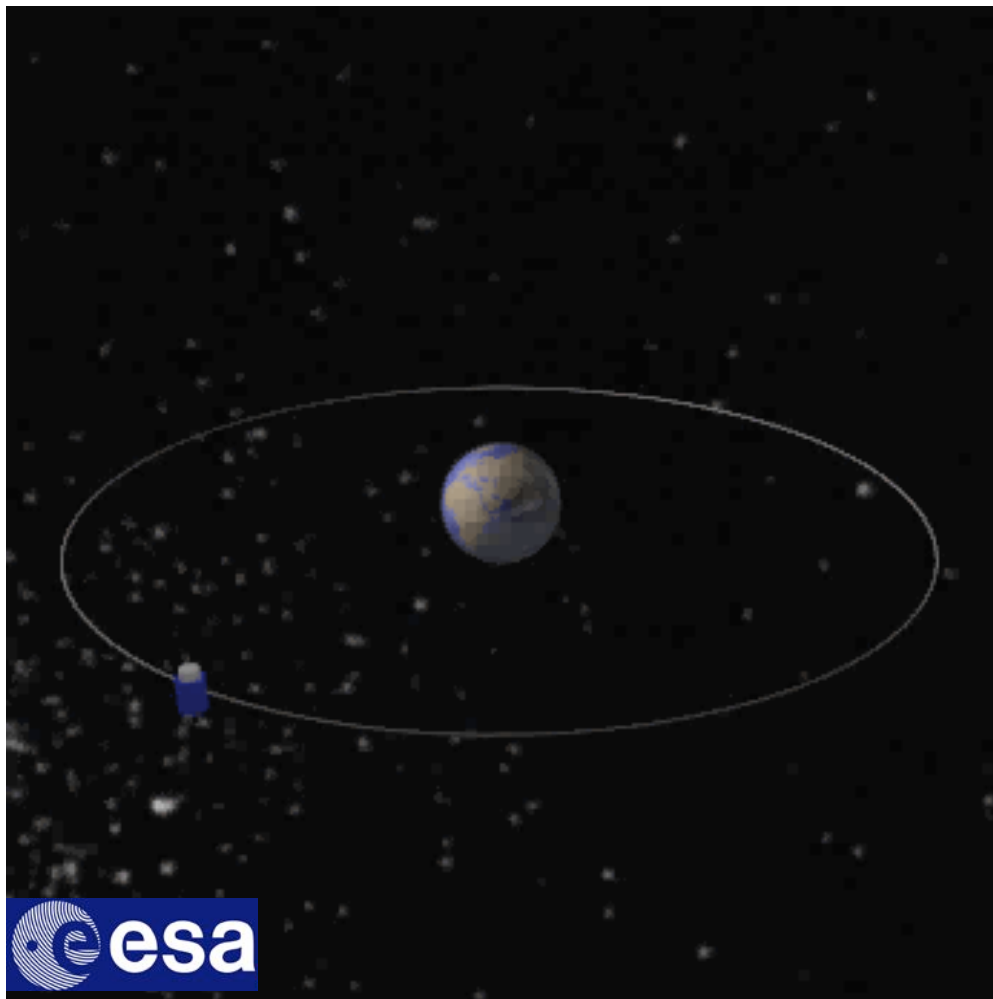
# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Δορυφορικές τροχιές

- Γεωστατική Τροχιά - Geostationary orbit (GEO) 36.000 km
- πάνω από τον ισημερινό,
- γωνιακή ταχύτητα ίση με αυτή της γης,
- Μεγάλη χρονική διακριτική ικανότητα.
- Meteosat (EUMETEOSAT), GOES (USA), GMS (Japan).



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

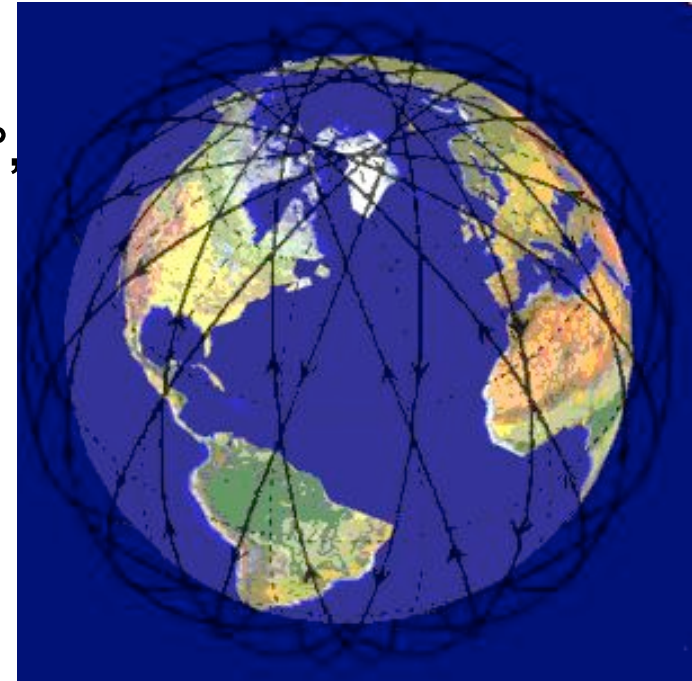




# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Δορυφορικές τροχιές

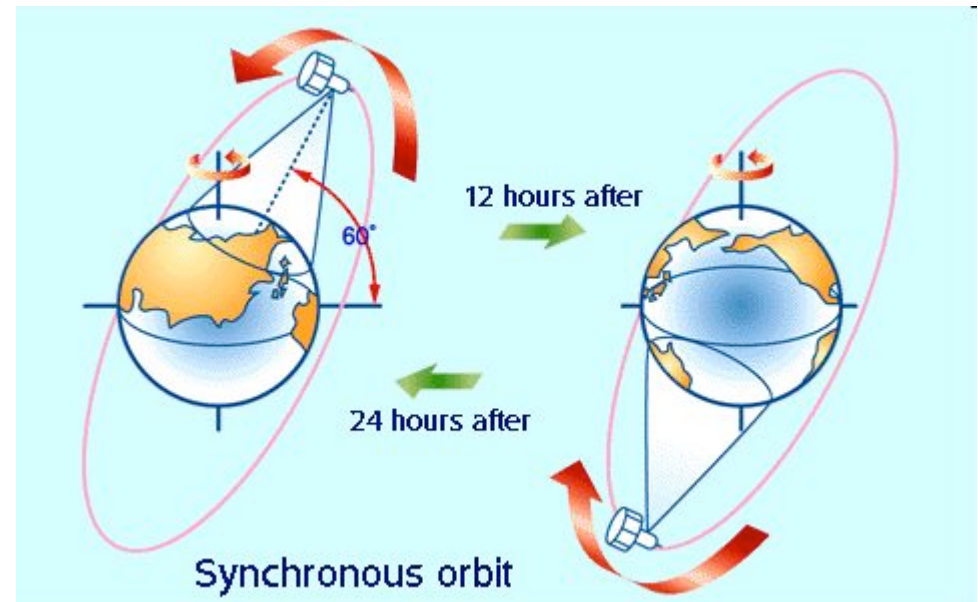
- Σχεδόν πολική ή πλάγια τροχιά (near-polar orbit),
- Η απόκλιση της τροχιάς είναι διαφορετική των  $90^\circ$ ,
- Οι περισσότεροι δορυφόροι ανήκουν σε αυτή την τροχιά,
- Κινούνται σε:
  - ανατολική κατεύθυνση (όπως η γη) = πρόδρομη (prograde orbit)
  - Δυτική κατεύθυνση = ανάδρομη τροχιά (retrograde orbit).



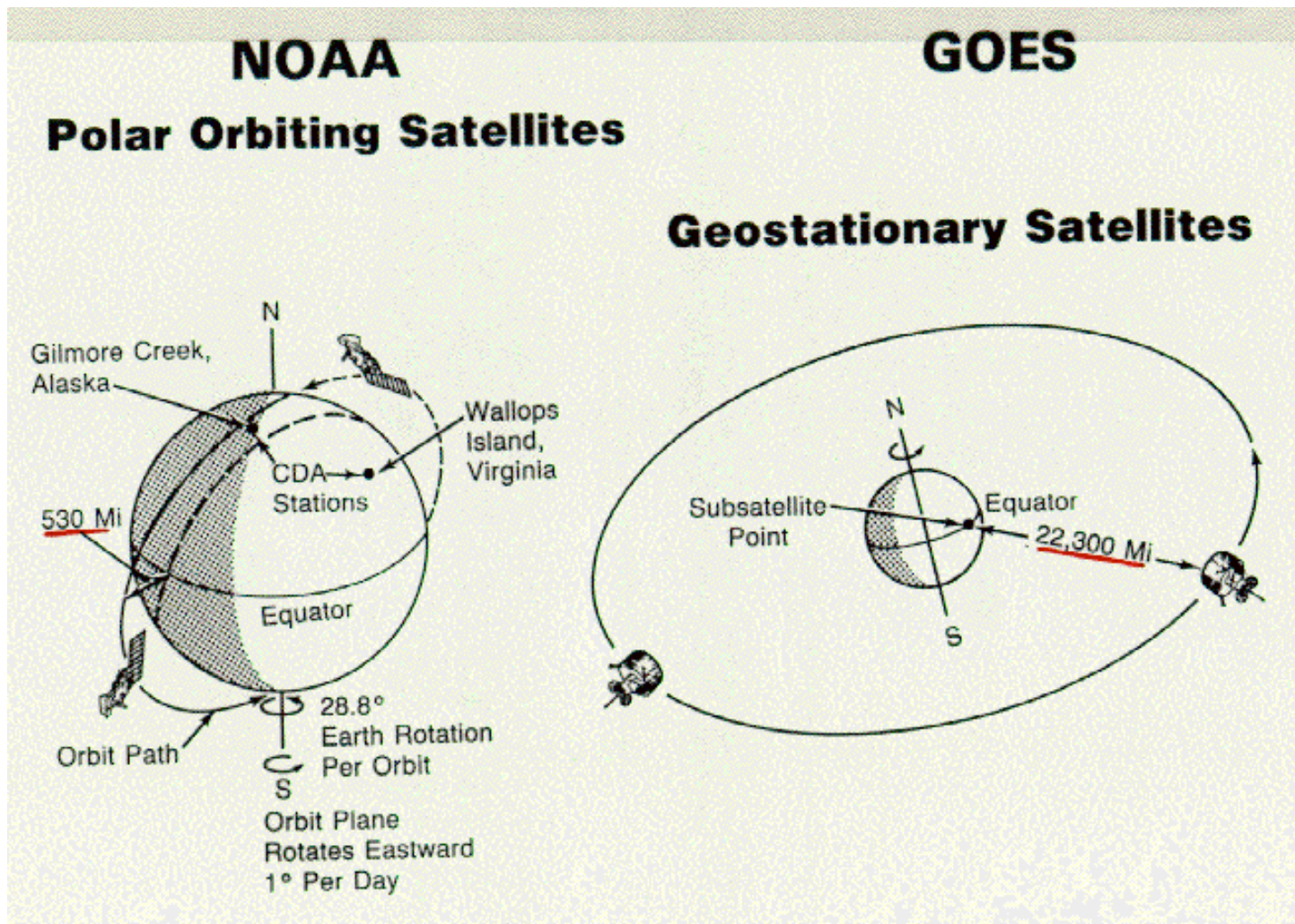
# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Δορυφορικές τροχιές

- Ηλιοσύγχρονη τροχιά (Sun Synchronous Orbit)
- Η γωνία μεταξύ του επιπέδου της τροχιάς του δορυφόρου και της διεύθυνσης του άξονα γης-ήλιου είναι σταθερή,
- Ο δορυφόρος περνά πάνω από κάθε περιοχή πάντοτε την ίδια τοπική ώρα,
- Ίδιες συνθήκες φωτισμού = ίδια ηλιακή γωνία σε όλες τις περιοχές με ίδια παράλληλο.



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

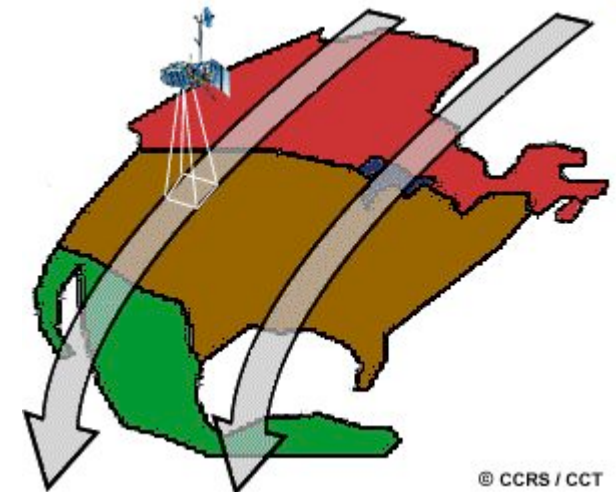
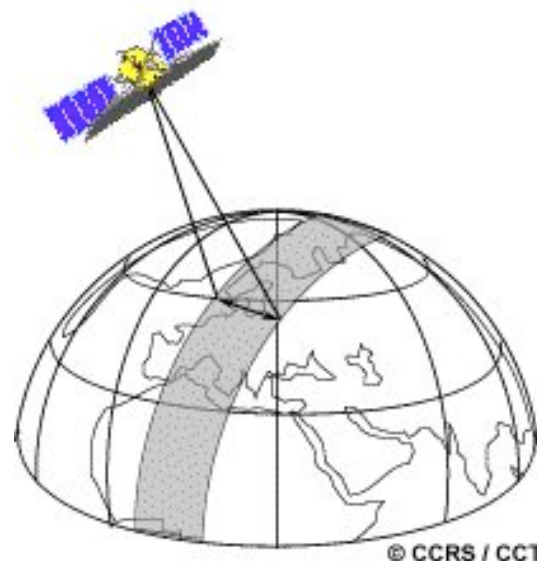
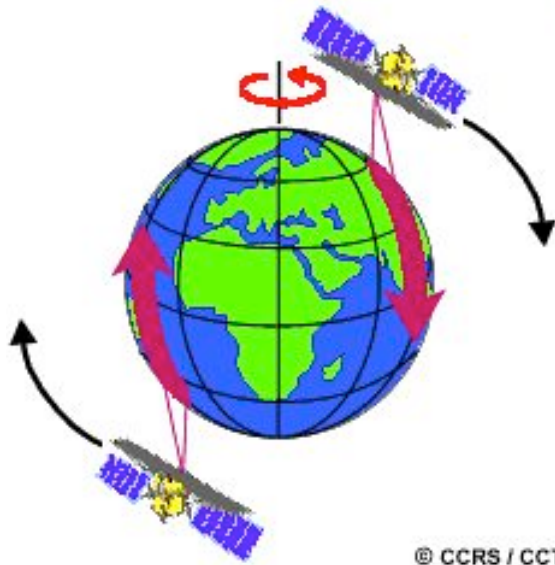


<http://www.iitap.iastate.edu/gcp/satellite/images/image7.gif>



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

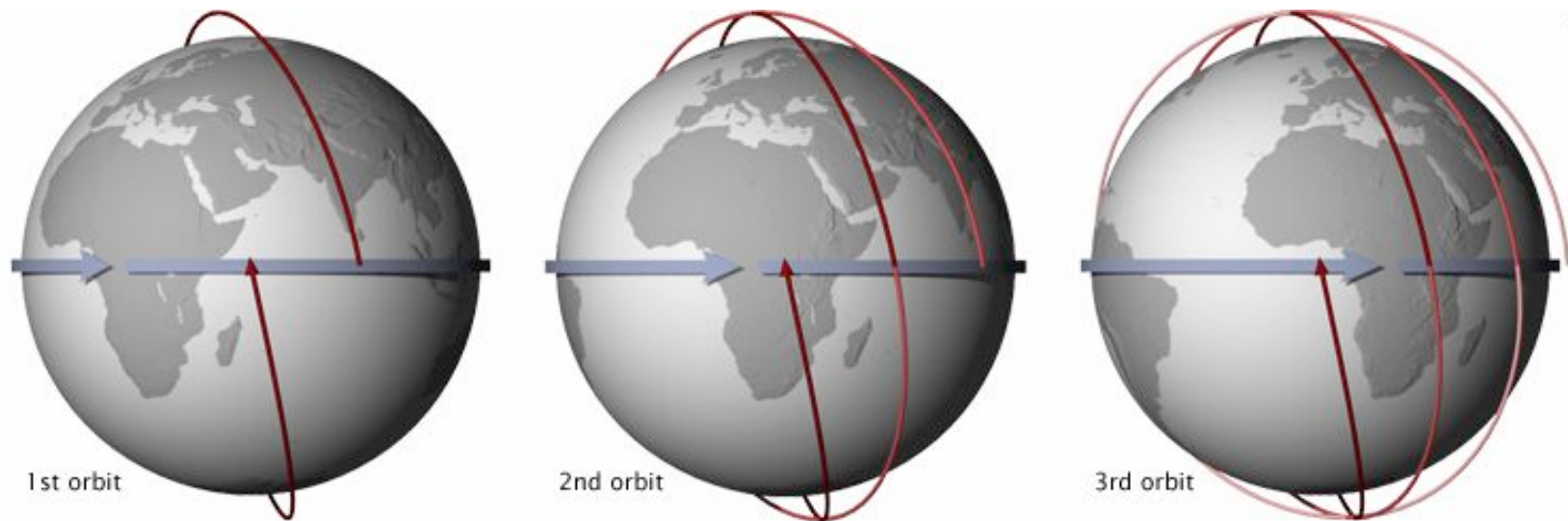
## Δορυφορικές τροχιές



- Καθώς ο δορυφόρος ακολουθεί την τροχιά του σαρώνει ένα τμήμα του γήινου εδάφους που ονομάζεται λωρίδα (swath).
- Τυπικές τιμές για το εύρος τέτοιων λωρίδων κυμαίνονται από δεκάδες έως λίγες εκατοντάδες χιλιόμετρα.

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

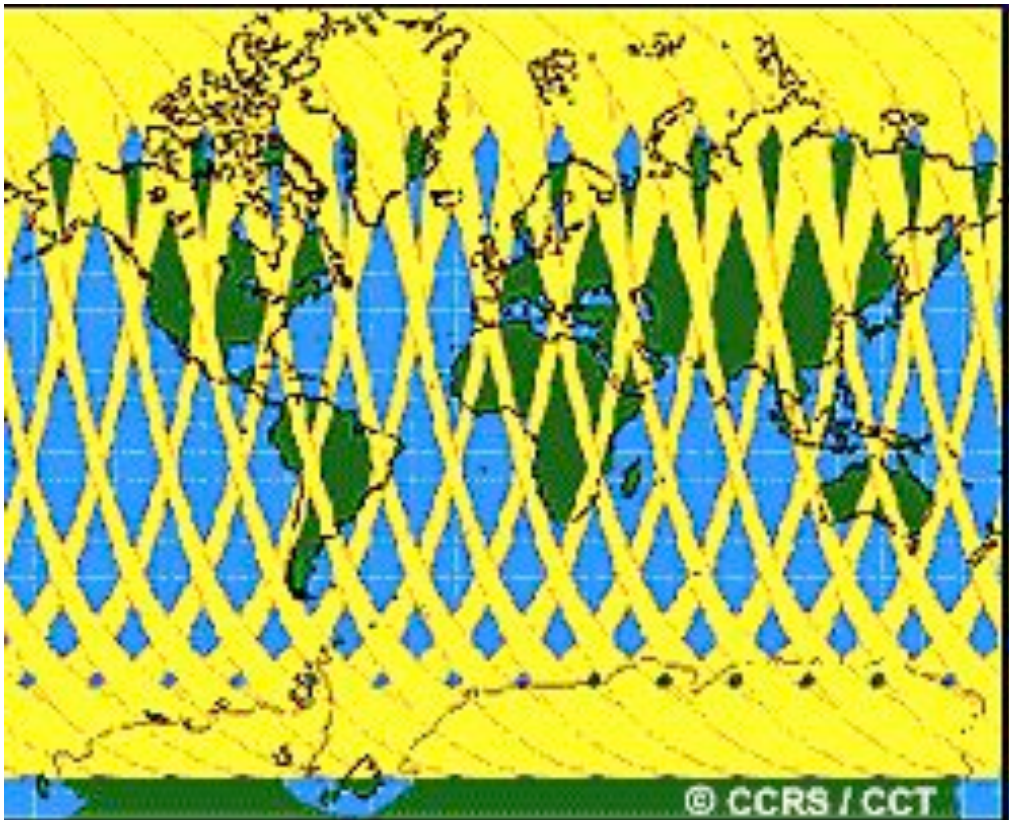
## Δορυφορικές τροχιές



- Εάν η Γη δεν περιστρέφονταν τότε ο δορυφόρος θα κάλυπτε πάντα το ίδιο τμήμα της επιφάνειάς της.
- Λόγω της περιστροφής της καλύπτεται διαφορετικό κομμάτι και ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα καλύπτεται σχεδόν ολόκληρη η επιφάνεια της Γης.

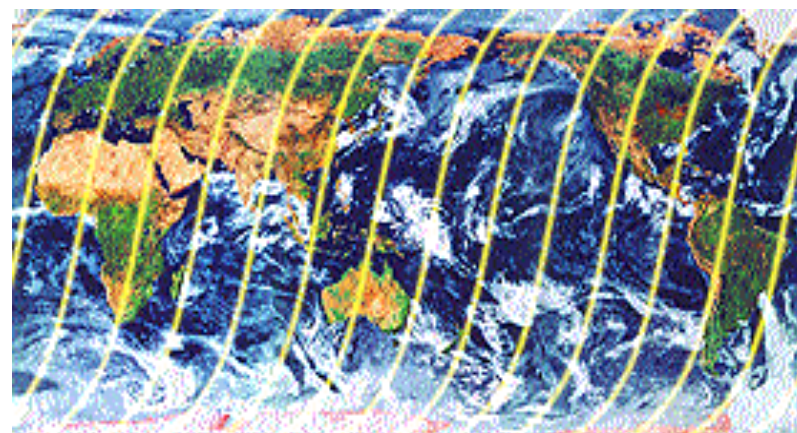
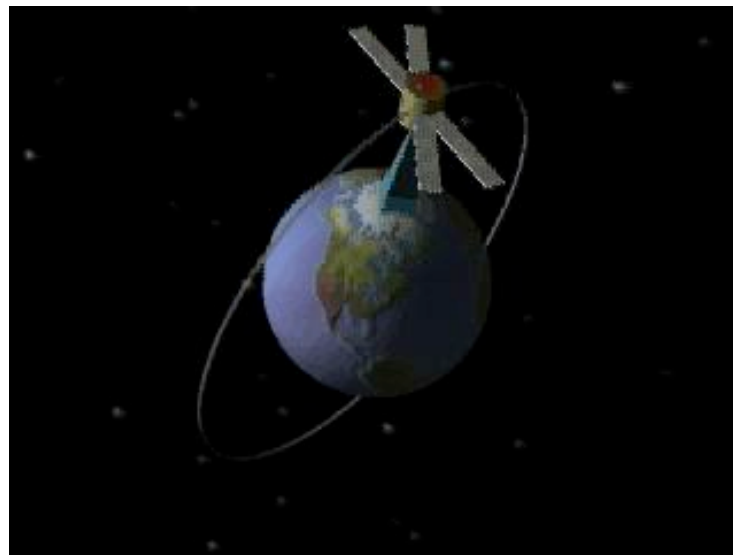
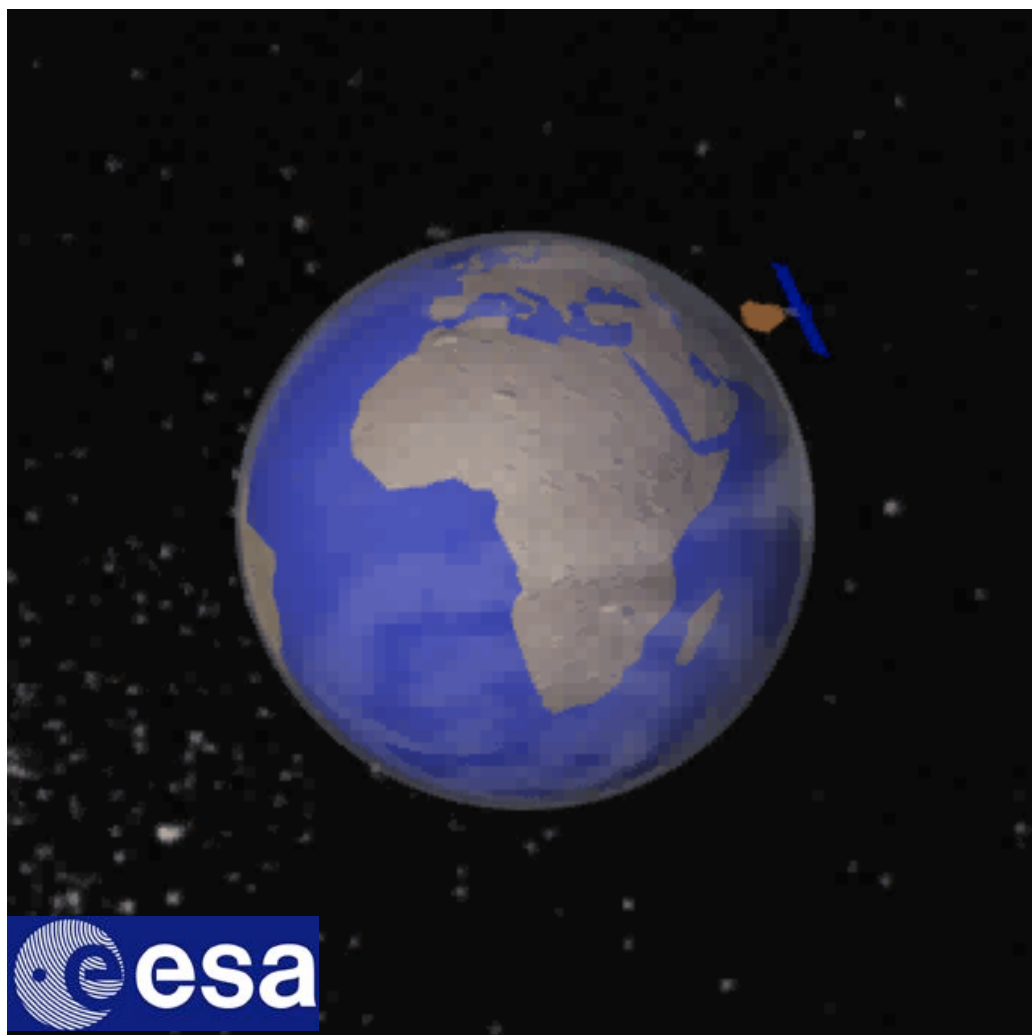
# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Δορυφορικές τροχιές



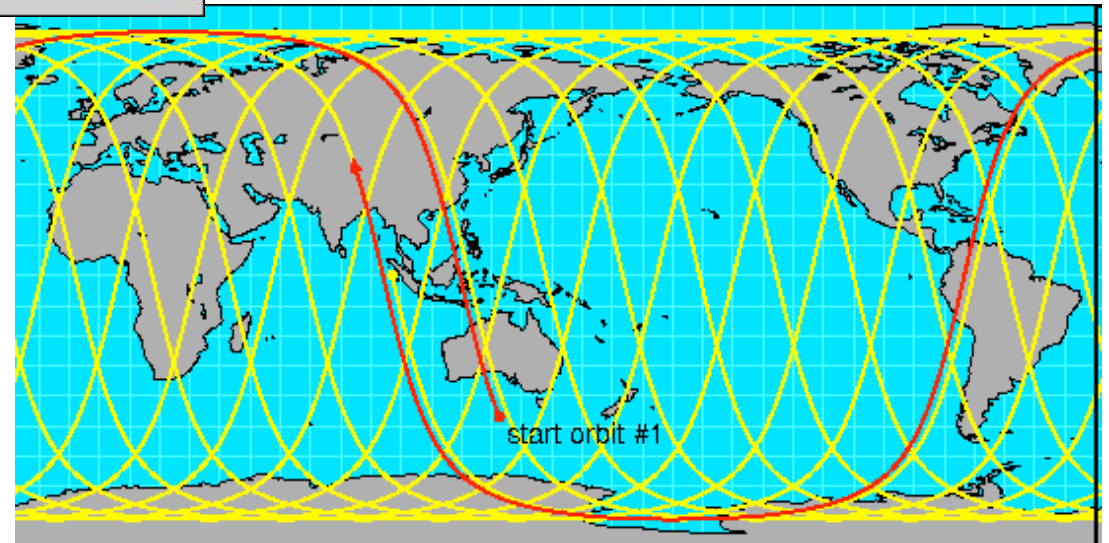
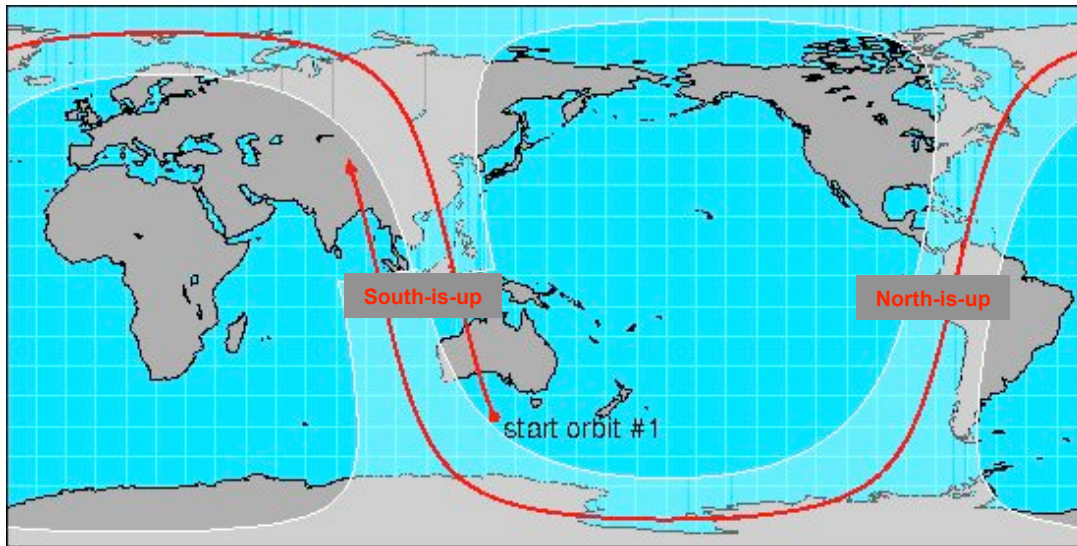
- Σε εγγύς-πολικές τροχιές οι περιοχές κοντά στους πόλους σαρώνονται πιο αποτελεσματικά από τις μακρινές περιοχές (λόγω της αλληλεπικάλυψης των παρακείμενων λωρίδων).
- Περίοδος επανόδου (revisit period): ο χρόνος για να καλυφθεί ένας πλήρης κύκλος περιφορών του δορυφόρου (επανέρχεται στο ίδιο σημείο).

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι





# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Διακριτική ικανότητα

Χωρική, φασματική, ραδιομετρική, χρονική.

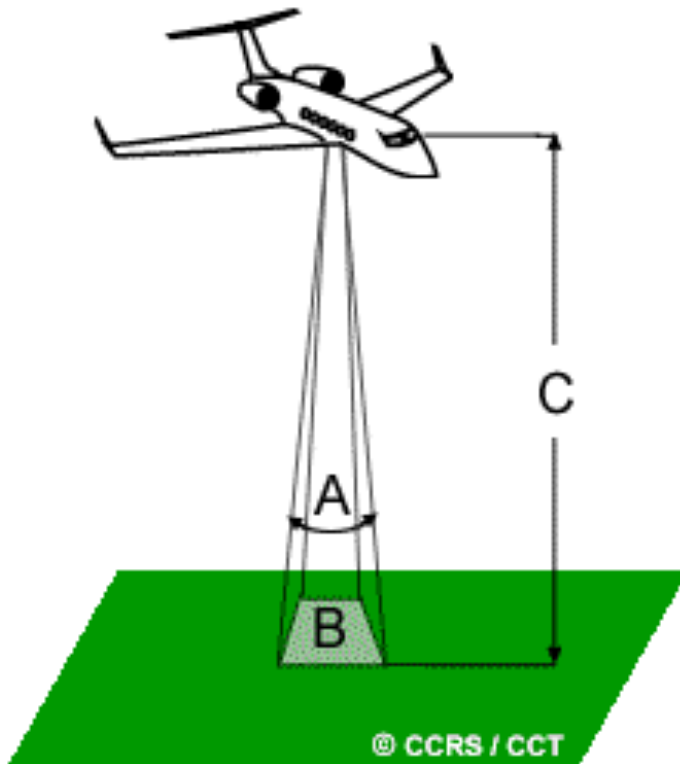
- Στιγμαϊκό οπτικό πεδίο A (IFOV –Instantaneous field of view) = στερεά γωνία (σε sterads) υπό την οποία φαίνεται συγκεκριμένος στόχος (B) από ύψος (C),

- Επιφάνεια (B) = κύτταρο διάκρισης (resolution cell),

- Θα πρέπει το μέγεθός του να είναι μεγαλύτερο ή ίσο από το κύτταρο διάκρισης. Μικρότερο δεν μπορεί να ανιχνευτεί,

- Η μέση λαμπρότητα από όλα τα στοιχεία του κυττάρου καταγράφεται σε ένα εικονοστοιχείο,

- Σημείο στόχου με πολύ μεγαλύτερη λαμπρότητα από την μέση = πιθανός εντοπισμός στόχου με αύξηση του αριθμού των εικονοστοιχείων.



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

Διακριτική ικανότητα  
Χωρική, φασματική, ραδιομετρική, χρονική.





# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

Διακριτική ικανότητα

Χωρική, φασματική, ραδιομετρική, χρονική.

**Χωρική Διακριτική Ικανότητα – Χωρική ανάλυση  
(spatial resolution)**

- Η ικανότητα διάκρισης δύο αντικειμένων που βρίσκονται πολύ κοντά σε μια εικόνα ή το ελάχιστο μήκος που έχει ένας στόχος ή μία λεπτομέρειά του και μπορεί να γίνει διακριτή.
- Απεικονίσεις χαμηλής ανάλυσης (low resolution) = χαμηλή διακριτική ικανότητα = μεγάλες κλίμακες,
- Απεικονίσεις υψηλής ανάλυσης (high resolution) = υψηλή διακριτική ικανότητα = μικρές κλίμακες.



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

Διακριτική ικανότητα  
Χωρική, φασματική, ραδιομετρική, χρονική.



Landsat 7 MSS, 30m GSD



La IKONOS panchromatic, 1m GSD



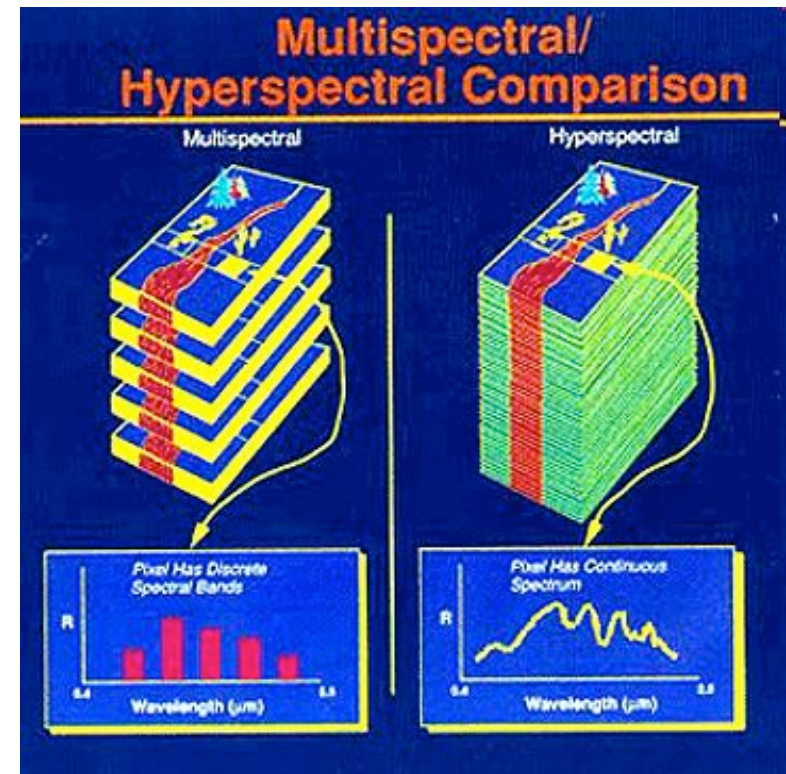
QuickBird pan, 0.6m GSD

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

Διακριτική ικανότητα  
Χωρική, φασματική, ραδιομετρική, χρονική.

## Φασματική Διακριτική Ικανότητα (spectral resolution)

- Η ικανότητα που έχει να διακρίνει σε στενό εύρος συχνοτήτων ή ισοδύναμα σε στενό κανάλι-μπάντα,
- Αισθητήρες με ευρύ φάσμα συχνοτήτων και με διαφορετικές φασματικές διακριτικές ικανότητες,
- Πολύ-φασματικοί αισθητήρες (multi-spectral sensors), υπερ-φασματικοί (hyper-spectral sensors).



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

Διακριτική ικανότητα  
Χωρική, φασματική, ραδιομετρική, χρονική.

## Ραδιομετρική Διακριτική Ικανότητα (radiometric resolution)

- Η ικανότητα του αισθητήρα να διακρίνει στην ίδια συχνότητα μικρές διαφορές στην λαμπρότητα (δηλ. την λαμβανόμενη ισχύ) από δύο διαφορετικά σημεία του στόχου και άρα να τα διαχωρίζει σε διαφορετικά εικονοστοιχεία.

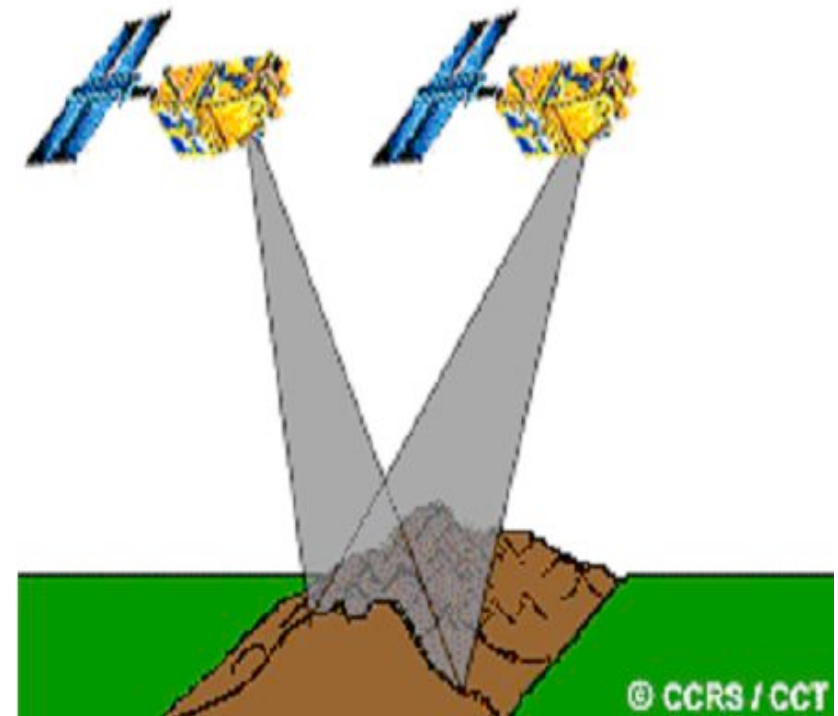


# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

Διακριτική ικανότητα  
Χωρική, φασματική, ραδιομετρική, χρονική.

## Χρονική Διακριτική Ικανότητα (temporal resolution)

- Ο χρόνος επανόδου του δορυφόρου στο ίδιο σημείο,
- Μετά από ένα πλήρη κύκλο περιφοράς της Γης ο δορυφόρος επιστρέφει και καλύπτει ξανά το ίδιο αρχικό σημείο από το οποίο ξεκίνησε,
- Η περίοδος είναι της τάξεως των αρκετών ημερών.
- Λόγω αλληλεπικάλυψης γειτονικών λωρίδων παρατήρησης μειώνεται σε λίγες μέρες.



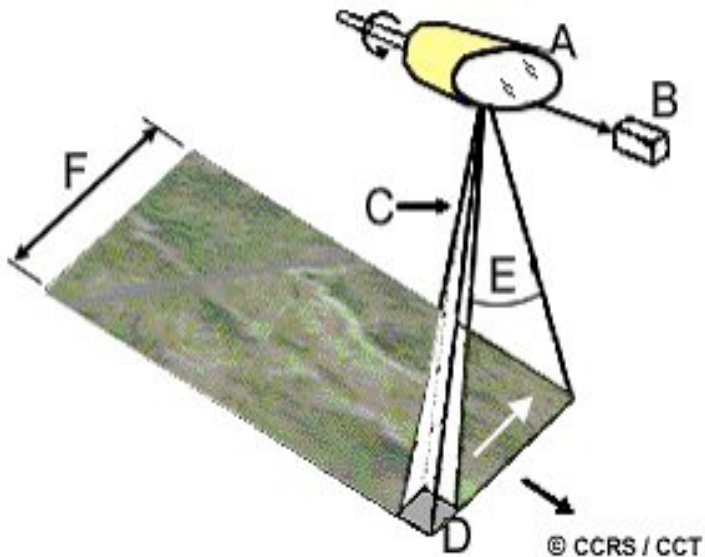


# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Συστήματα δεκτών – Πολυφασματική σάρωση

Δύο τρόποι σάρωσης:

1. Εγκάρσια σάρωση (across-track scanning) προς την τροχιά του συστήματος και,
2. Διαμήκης σάρωση (along-track scanning).



- Εγκάρσια σάρωση = κάθετη σάρωση προς την διεύθυνση κίνησης της πλατφόρμας-φορέα του αισθητήρα,

- Κάθετα προς τις λωρίδες σάρωσης (swathes) της επιφάνειας τα Γης.

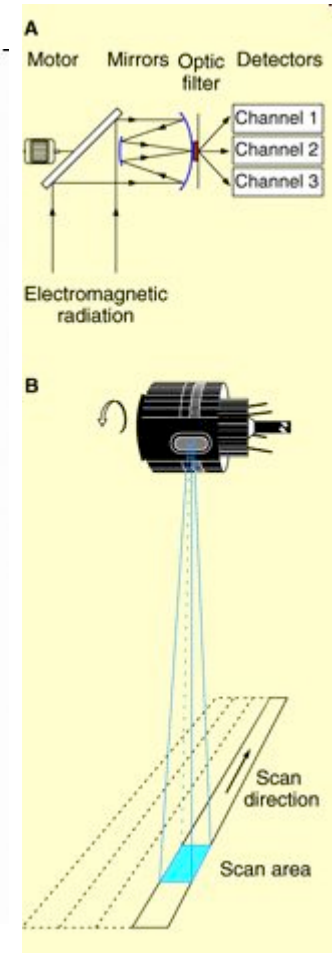
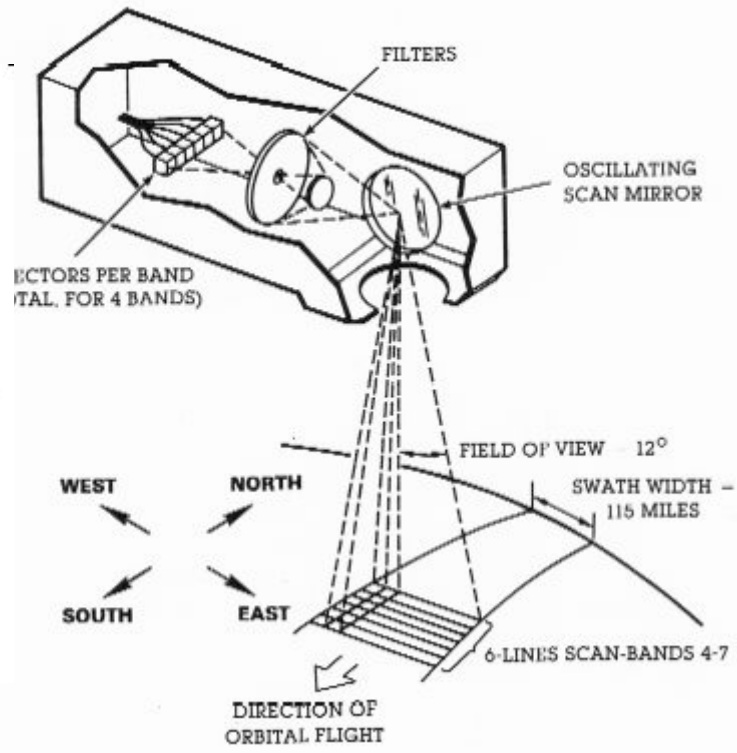
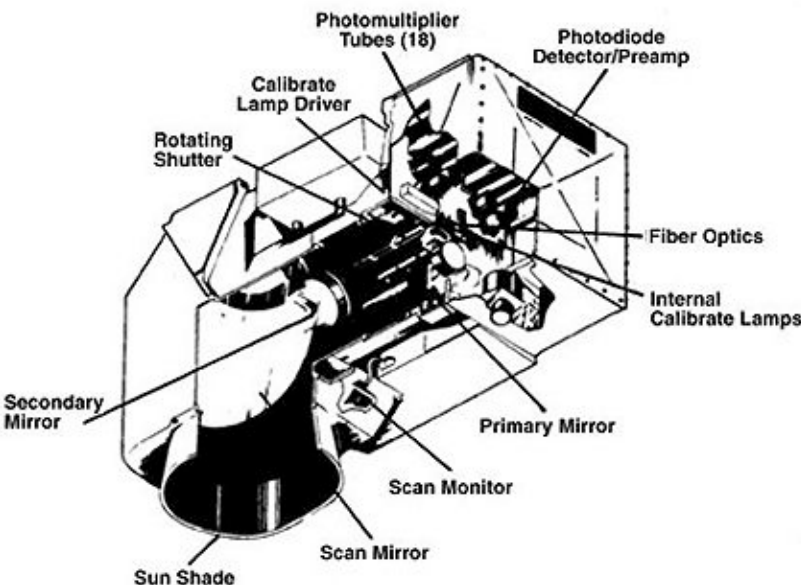
- Με την χρήση περιστρεφόμενου καθρέπτη-αισθητήρα (A).

- Διαχωρισμός από μία σειρά ανιχνευτών (B) ευαίσθητων σε διάφορα μήκη κύματος.

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

Συστήματα δεκτών – Πολυφασματική σάρωση

## Landsat MMS MSS SCANNING ARRANGEMENT

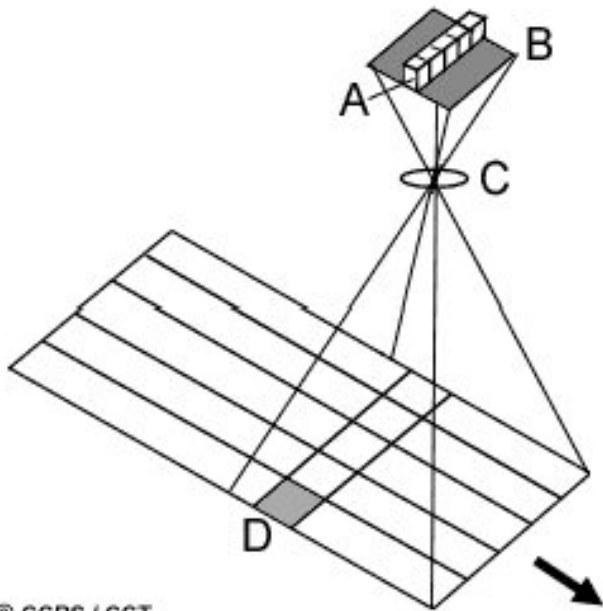


# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Συστήματα δεκτών – Πολυφασματική σάρωση

Δύο τρόποι σάρωσης:

1. Εγκάρσια σάρωση (across-track scanning) προς την τροχιά του συστήματος και,
2. Διαμήκης σάρωση (along-track scanning).



© CCRS / CCT

- Διαμήκης σάρωση = χρησιμοποίηση της διαμήκης κίνηση της πλατφόρμας-φορέα,
- Σειρά από ανιχνευτές (A), τοποθετημένους στο εστιακό σημείο (B) ενός συστήματος φακών (C),
- Κάθε ανιχνευτής λαμβάνει σήμα από το καθένα κύτταρο διάκρισης (resolution cell) (D).

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Συστήματα δεκτών – Πολυφασματική σάρωση

Δύο τρόποι σάρωσης:

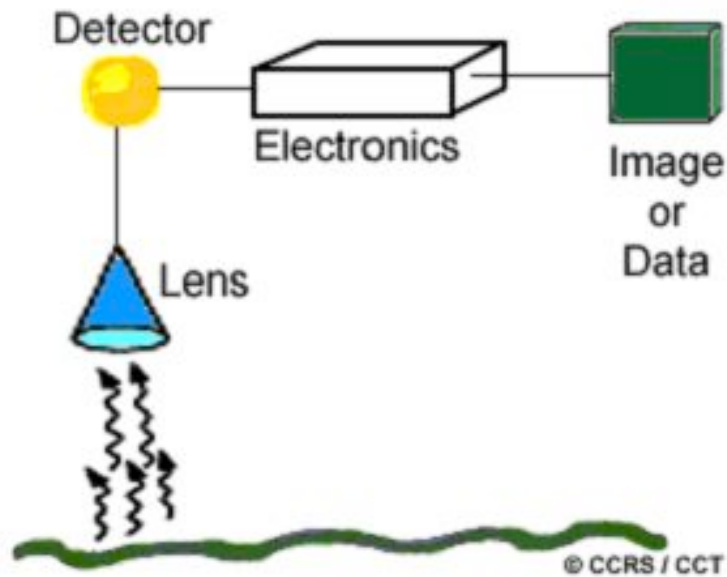
1. Εγκάρσια σάρωση (across-track scanning) προς την τροχιά του συστήματος και,
2. Διαμήκης σάρωση (along-track scanning).

- Τα συστήματα με διαμήκεις ανιχνευτές πλεονεκτούν έναντι των εγκάρσιων συστημάτων (;),
- Με τα πρώτα επισκοπείται το κάθε κύτταρο διάκρισης (resolution cell D) περισσότερο χρόνο,
- Αυξάνεται η μέση λαμβάνουσα ενέργεια = αύξηση της ραδιομετρική διακριτική ικανότητας,
- Αυξημένος χρόνος παρατήρησης = μικρότερο IFOV + μικρότερο φασματικό εύρος παρατήρησης για κάθε ανιχνευτή,
- Αυξημένος χρόνος παρατήρησης = αύξηση της χωρικής και φασματικής διακριτικής ικανότητα του συστήματος.



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Συστήματα δεκτών – Θερμική παρατήρηση



- Πολλοί δέκτες (multi-spectral systems MSS) ανιχνεύουν θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τους στόχους καθώς και οπτική και ανακλώμενη θερμική ακτινοβολία.

- Θερμικοί ανιχνευτές (παθητικά συστήματα) = εγκάρσια συστήματα ανίχνευσης εκπεμπόμενης θερμικής ενέργειας.

- Εσωτερική θερμοκρασία αναφοράς - ευαισθησία  $\approx 0.1 \text{ C}$ .

- Προϊόν εικόνα σχετικών θερμοκρασιακών διαφορών. Υψηλότερες θερμοκρασίες ανοικτή απόχρωση του γκρι.

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Θαλάσσια τηλεπισκόπηση – Μη ενεργοί δορυφόροι

SENSOR	AGENCY	SATELLITE	OPERATING DATES	SWATH (km)	RESOLUTION (m)	# OF BANDS	SPECTRAL COVERAGE(nm)	ORBIT
<a href="#">CZCS</a>	NASA (USA)	Nimbus-7 (USA)	24/10/78 - 22/6/86	1556	825	6	433-12500	Polar
<a href="#">CMODIS</a>	CNSA (China)	SZ-3 (China)	25/3/02 - 15/9/02	650-700	400	34	403-12,500	Polar
<a href="#">COCTS</a>	CNSA (China)	HY-1A (China)	15/5/02 - 1/4/04	1400	1100	10	402-12,500	Polar
<a href="#">CZI</a>	CNSA (China)	HY-1A (China)	15/5/02 - 1/4/04	500	250	4	420-890	Polar
<a href="#">GLI</a>	NASDA (Japan)	ADEOS-II (Japan)	14/12/02 - 24/10/03	1600	250/1000	36	375-12,500	Polar
<a href="#">MMRS</a>	CONAE (Argentina)	SAC-C (Argentina)	21/11/00 ~ 2009	360	175	5	480-1700	Polar
<a href="#">MOS</a>	DLR (Germany)	IRS P3 (India)	21/3/96 - 31/5/04	200	500	18	408-1600	Polar
<a href="#">OCI</a>	NEC (Japan)	ROCSAT-1 (Taiwan)	27/01/99 - 16/6/04	690	825	6	433-12,500	Polar
<a href="#">OCTS</a>	NASDA (Japan)	ADEOS (Japan)	17/8/96 - 29/6/97	1400	700	12	402-12,500	Polar
<a href="#">OSMI</a>	KARI (Korea)	KOMPSAT-1 /Arirang-1(Korea)	20/12/99 - 31/1/08	800	850	6	400-900	Polar
<a href="#">POLDER</a>	CNES (France)	ADEOS (Japan)	17/8/96 - 29/6/97	2400	6 km	9	443-910	Polar
<a href="#">POLDER-2</a>	CNES (France)	ADEOS-II (Japan)	14/12/02 - 24/10/03	2400	6000	9	443-910	Polar

(Πηγή: [http://www.ioccg.org/sensors\\_ioccg.html](http://www.ioccg.org/sensors_ioccg.html))

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Θαλάσσια τηλεπισκόπηση - Ενεργοί δορυφόροι

SENSOR	AGENCY	SATELLITE	LAUNCH DATE	SWATH (km)	RESOLUTION (m)	BANDS	SPECTRAL COVERAGE (nm)	ORBIT
<a href="#">COCTS</a>	CNSA (China)	HY-1B (China)	11 April 2007	1400	1100	10	402 - 12,500	Polar
<a href="#">CZI</a>	CNSA (China)	HY-1B (China)	11 April 2007	500	250	4	433 - 695	Polar
<a href="#">HICO</a> - Hyperspectral Imager for the Coastal Ocean	ONR & DOD Space Test Programme	Japanese Experi. Module-Exposed Facility (JEM-EF) on Int. Space Stn.	18 Sept. 2009	50 km (selected coastal scenes)	100	124	380 - 1000	51.6°, 15.8 orbits p/d
<a href="#">MERIS</a>	ESA (Europe)	ENVISAT (Europe)	1 March 2002	1150	300/1200	15	412-1050	Polar
<a href="#">MODIS-Aqua</a>	NASA (USA)	Aqua (EOS-PM1)	4 May 2002	2330	250/500/1000	36	405-14,385	Polar
<a href="#">MODIS-Terra</a>	NASA (USA)	Terra (EOS-AM1)	18 Dec. 1999	2330	250/500/1000	36	405-14,385	Polar
<a href="#">OCM</a>	ISRO (India)	IRS-P4 (India)	26 May 1999	1420	360/4000	8	402-885	Polar
<a href="#">OCM-2</a>	ISRO (India)	<a href="#">Oceansat-2</a> (India)	23 Sept. 2009	1420	360/4000	8	400 - 900	Polar
<a href="#">POLDER-3</a>	CNES (France)	Parasol	18 Dec. 2004	2100	6000	9	443-1020	Polar
<a href="#">SeaWiFS</a>	NASA (USA)	OrbView-2 (USA)	1 Aug. 1997	2806	1100	8	402-885	Polar

(Πηγή: [http://www.ioccg.org/sensors\\_ioccg.html](http://www.ioccg.org/sensors_ioccg.html))

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Θαλάσσια τηλεπισκόπηση - Μελλοντικοί δορυφόροι

SENSOR	AGENCY	SATELLITE	SCHEDULED LAUNCH	SWATH (km)	RESOLUTION (m)	# OF BANDS	SPECTRAL COVERAGE (nm)	ORBIT
<a href="#">HSI</a>	DLR (Germany)	<a href="#">EnMAP</a>	2013	30	30	228	420 - 2450	Polar
<a href="#">GOCI</a>	KARI/KORDI	COMS-1 (South Korea)	29 March 2010	2500	500	8	400 - 865	Geostationary
<a href="#">OLCI</a>	ESA (Europe)	<a href="#">GMES-Sentinel 3A (ESA/EUMETSAT)</a>	2013	1270	300/1200 m	21	400 - 1020	Polar
OLCI	ESA (Europe)	<a href="#">GMES-Sentinel 3B (ESA/EUMETSAT)</a>	April 2015	1265	260	21	390 - 1040	Polar
<a href="#">S-GLI</a>	JAXA (Japan)	GCOM-C (Japan)	2014	1150 - 1400	250/1000	19	375 - 12,500	Polar
Multi-spectral Optical Camera	INPE (Brazil)/ CONAE (Argentina)	<a href="#">SABIA-MAR</a>	2015	200/2200 km	200/1100 m	16	380 - 11,800	Polar
<a href="#">VIIRS</a>	NOAA / IPO	NPP (USA)	2011	3000	370 / 740	22	402 - 11,800	Polar
VIIRS	NOAA / IPO	NPOESS C-1 (USA)	2014	3000	370 / 740	22	402 - 11,800	Polar

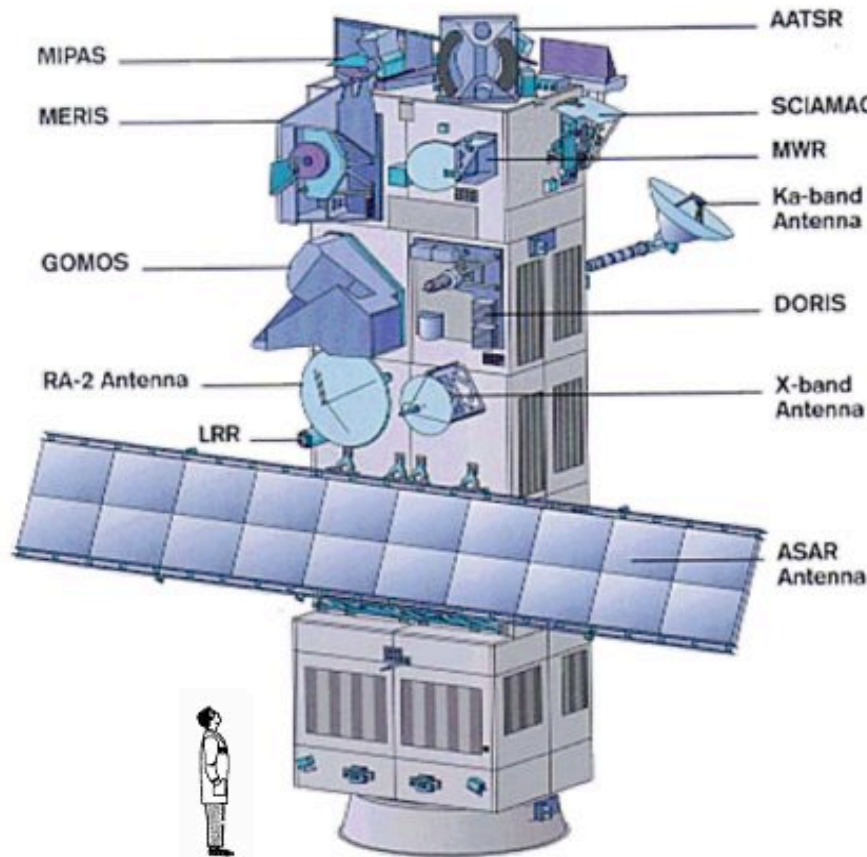
(Πηγή: [http://www.ioccg.org/sensors\\_ioccg.html](http://www.ioccg.org/sensors_ioccg.html))



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι



**ENVISAT: the largest civilian EO satellite**



**• Dimensions**

Launch configuration:  
length 10.5 m  
envelope diameter 4.6 m  
In-Orbit configuration:  
**26m x 10m x 5m**

**• Mass**

Total satellite **8140 Kg**  
Payload 2050 Kg

**• Power**

Solar array power:  
6.5 kW (EOL)  
Average power demand:

	Sun (watts)	Eclipse (watts)
Payload	1700	1750
Satellite	3275	2870

**• Orbit**

**800 km** as ERS, sun synchronous  
10:00, i.e. 30 minutes before ERS-2



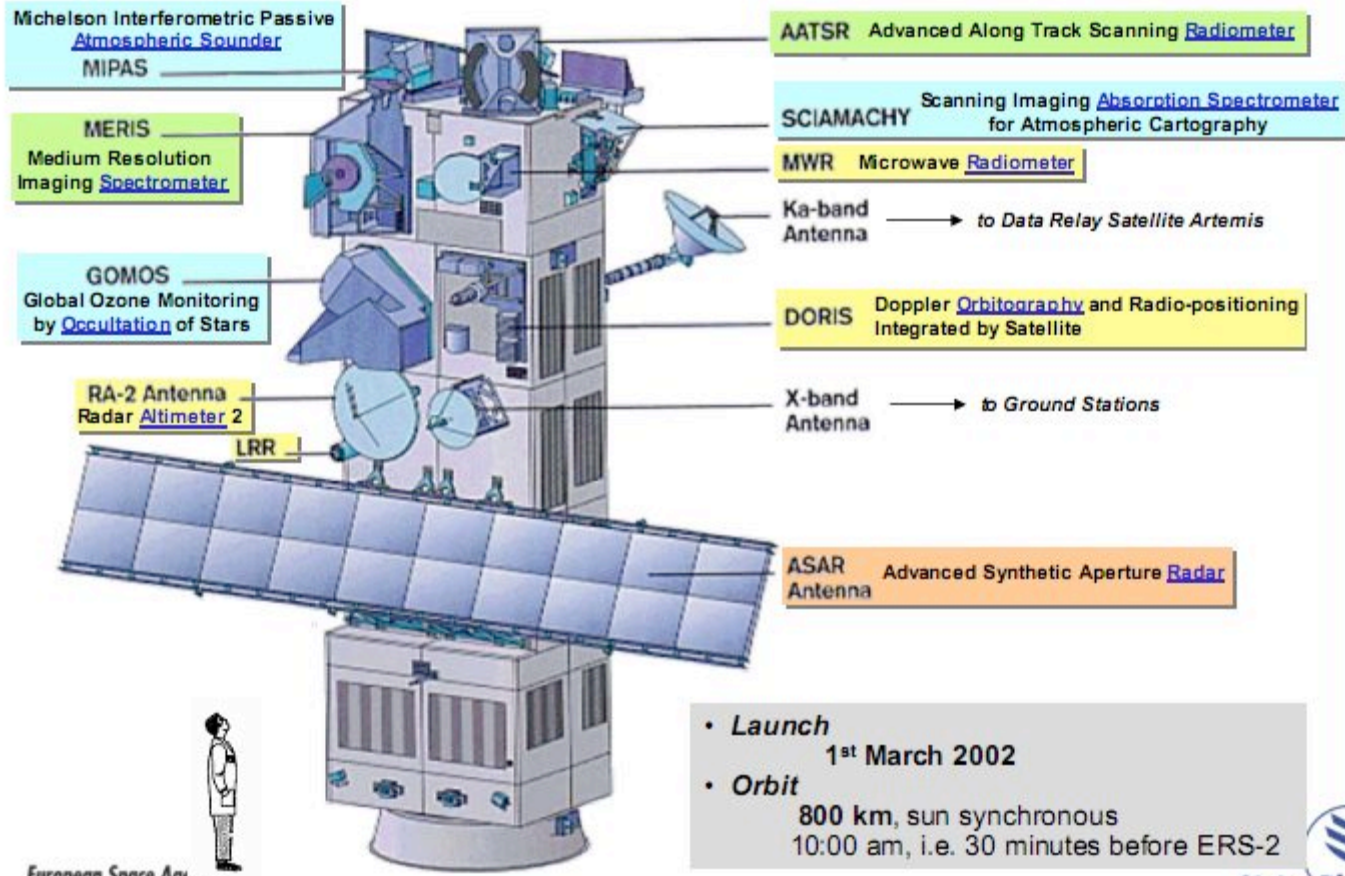
European Space Agency  
Agence spatiale européenne



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι



## ENVISAT: 10 ways to monitor the Earth



- **Launch**  
1<sup>st</sup> March 2002
- **Orbit**  
800 km, sun synchronous  
10:00 am, i.e. 30 minutes before ERS-2

European Space Agency  
Agence spatiale européenne



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## MERIS

*ME*diuM *RE*solution *IM*aging *SP*ectrometer

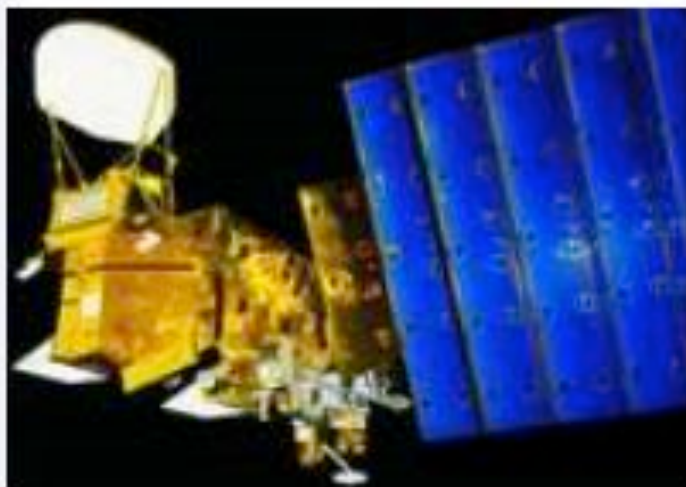


AGENCY	ESA (Europe)
SATELLITE	Envisat-1 (Europe)
LAUNCH DATE	01/03/02
SWATH (km)	1150
RESOLUTION (m)	300/1200
# OF BANDS	15
SPECTRAL COVERAGE(nm)	412-1050

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## MODIS - Aqua

*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*



AGENCY	NASA (USA)
SATELLITE	Aqua (EOS-PM1)
LAUNCH DATE	04/05/02
SWATH (km)	2330
RESOLUTION (m)	1000
# OF BANDS	36
SPECTRAL COVERAGE(nm)	405-14385



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## SeaWiFS

*Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor*



AGENCY	NASA (USA)
SATELLITE	OrbView-2 (USA)
LAUNCH DATE	01/08/97
SWATH (km)	2806
RESOLUTION (m)	1100
# OF BANDS	8
SPECTRAL COVERAGE(nm)	402-885

# Επιλογή δεδομένων

- Η επιλογή των δεδομένων με τα οποία θα δουλέψουμε έχει να κάνει με:
  - Το φαινόμενο που θέλουμε να μελετήσουμε
  - Κλίμακα
  - Διαθεσιμότητα
  - Κόστος



# Λονδίνο - Αεροφωτογραφία





# Λονδίνο – δορυφόρος ΙΚΟΝΟΣ



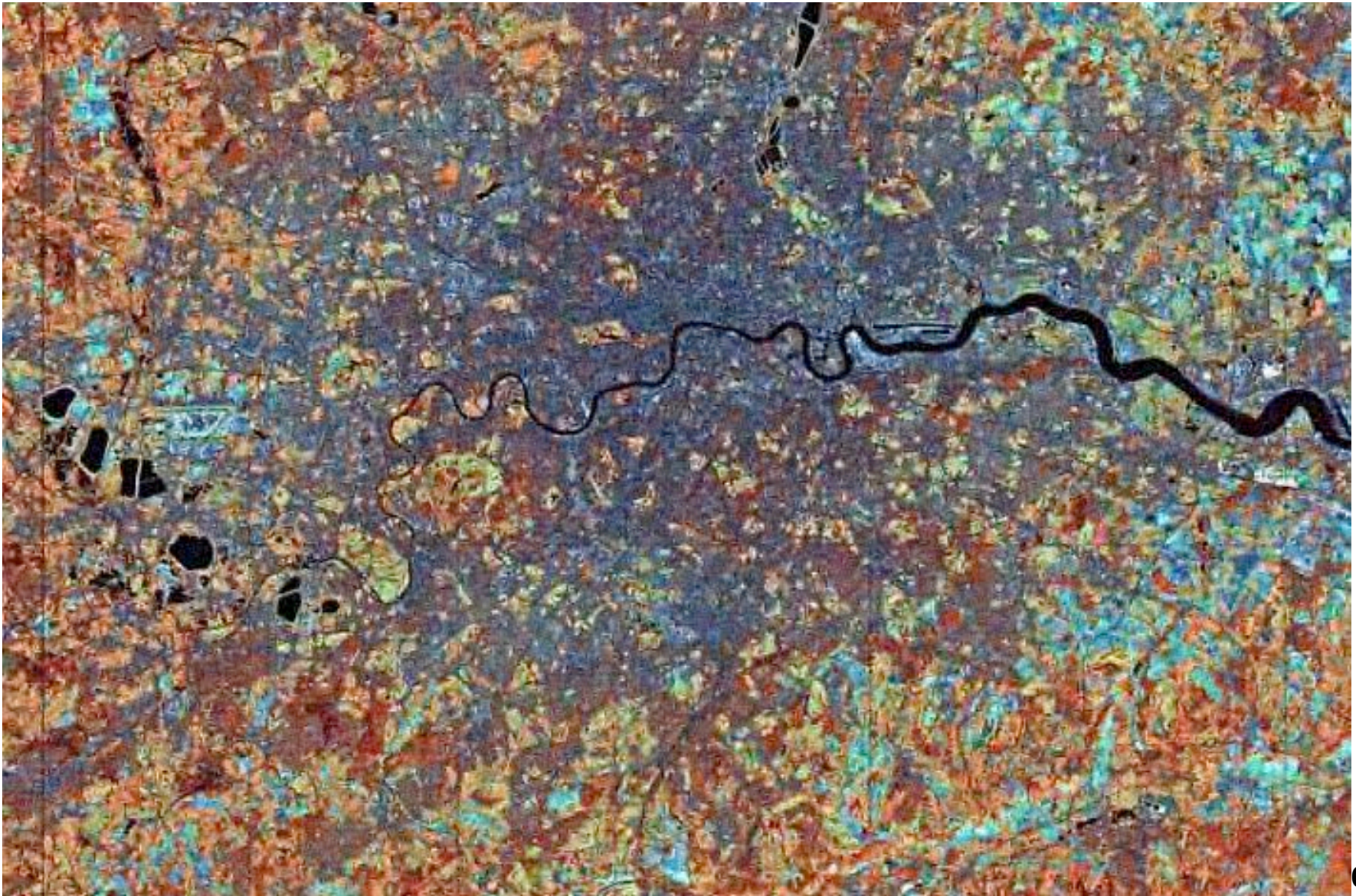


*Λονδίνο – LIDAR (Light **D**etection and **R**anging)*



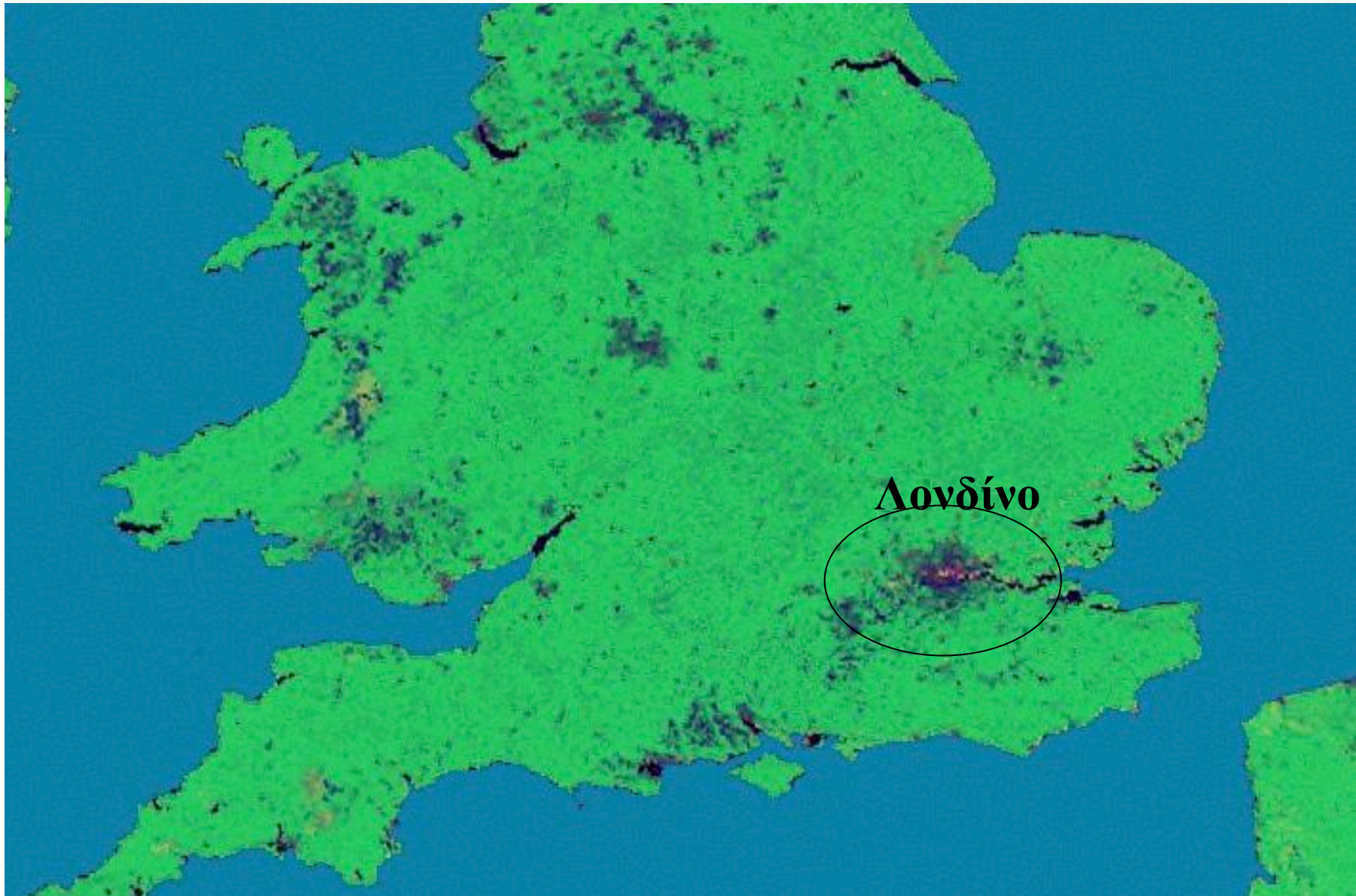


*Λονδίνο – LANDSAT 5*





*Αγγλία – AVHRR  
(Advanced Very High Resolution Radiometer)*



# Παράδειγμα προβλήματος

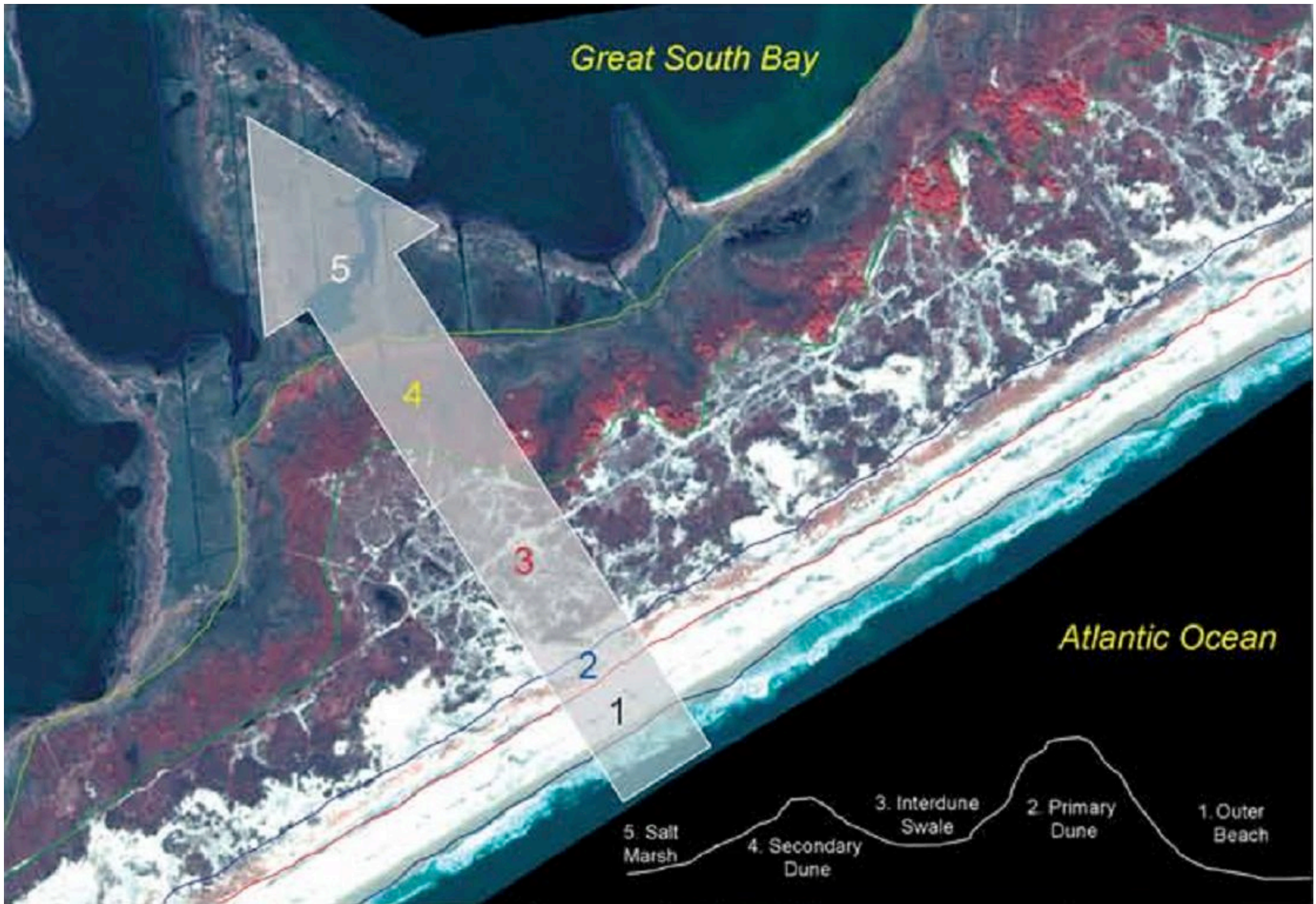
- **Πρόβλημα:**

- Το ΥΠΕΚΑ χρειάζεται μια οικονομικά συμφέρουσα μέθοδο για την παρακολούθηση των παράκτιων περιοχών (ακτών) [που ζητούν επιδότηση από την ΕΕ].
- Οι **παραδοσιακές μέθοδοι** είναι χρονοβόρες.
- Η χρηματοδότηση βασίζεται στα αιτήματα των δήμων.

- **Λύση:**

- **Landsat, SPOT, Ikonos, QuickBird και Radar** τηλεπισκοπικά δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάθε χρόνο για την **ενημέρωση του ακτολογίου** και τις αλλαγές για όλη τη χώρα.
- Οι παραγόμενοι χάρτες διατίθενται σε **ερευνητές πεδίου** που αναλαμβάνουν τον έλεγχο της περιοχής (όπου υπάρχει διαφωνία με το δήμο).
- Εξέταση **χρονοσειράς δορυφορικών εικόνων** για να διαπιστωθούν οι **αλλαγές σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια**.





# Γιατί Τηλεπισκόπηση;

- **Πλεονεκτήματα:**
  - Έκταση κάλυψης και περιοδικότητα
  - Συνέχεια (ομοιογένεια) των δεδομένων λόγω μεγάλης κάλυψης
  - Σε μορφή κατάλληλη για ψηφιακή επεξεργασία
  - Σε συνδυασμό με τα Σ.Γ.Π. συμβάλουν στη στήριξη αποφάσεων
  - Συμπληρωματικός ρόλος σε άλλες πηγές δεδομένων
  - Το κόστος συλλογής δεδομένων είναι χαμηλό σε σχέση με επίγειες μεθόδους
  - Τα μαθηματικά μοντέλα πρόβλεψης έχουν σταθερή πηγή εισόδου
- **Μειονεκτήματα:**
  - Τεράστια μάζα δεδομένων
  - Ακρίβεια μετρήσεων

# Σωστή χρήση τηλεπισκόπησης

- Διεπιστημονικότητα
- Αξιολόγηση της χρησιμότητας των Τηλεπισκοπικών δεδομένων για το συγκεκριμένο πρόβλημα
- Κατανόηση του τρόπου κατά τον οποίο συλλέγονται τα δεδομένα
- Βασικές γνώσεις για την Η/Μ ακτινοβολία, του τρόπου και της ποιότητας μετάδοσης των δεδομένων
- Γνώσεις ψηφιακής επεξεργασίας των δεδομένων τηλεπισκόπησης
- Ειδικές γνώσεις για το υπό μελέτη αντικείμενο

# Σωστή χρήση τηλεπισκόπησης

- Καταστρατήγηση του ιδιωτικού βίου (δορυφόροι με χωρική διακριτική ικανότητα εκατοστών και ιδιαίτερα υψηλή φασματική διακριτικότητα)
- Εθνική κυριαρχία (διεθνής κατασκοπία)
- Τεχνολογία στα χέρια των αναπτυσσόμενων χωρών
- Η Πληροφορία είναι 'δύναμη'
- Οικονομία



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Envisat MERIS

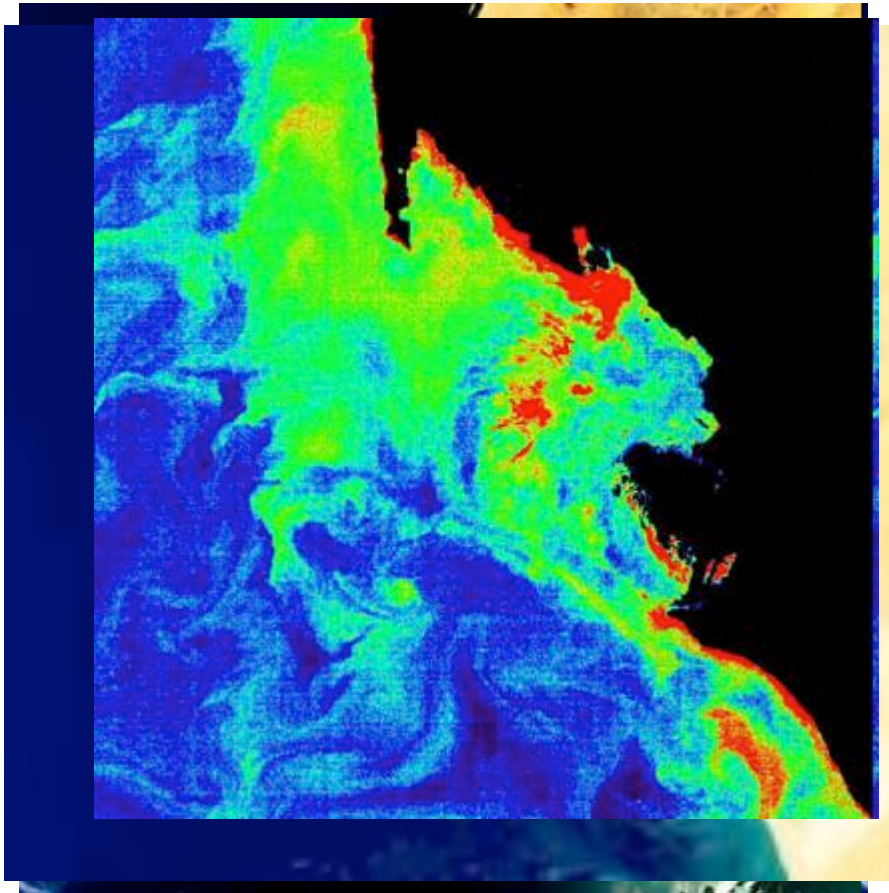


- Μαυριτανία (δυτική ακτή της Αφρικής),
- Αυξημένη συγκέντρωση φυτοπλανκτού λόγω ανοδικής κίνησης του νερού (upwelling zone),
- Η πρωτοφανής ανάλυση (300m) επέτρεψε τον εντοπισμό μικρο-δομών στην περιοχή,
- Βορειοανατολικοί άνεμοι μετακινούν «βαθύ» και πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά νερό στην επιφάνεια,
- Διαχείριση των αλιευτικών πόρων.

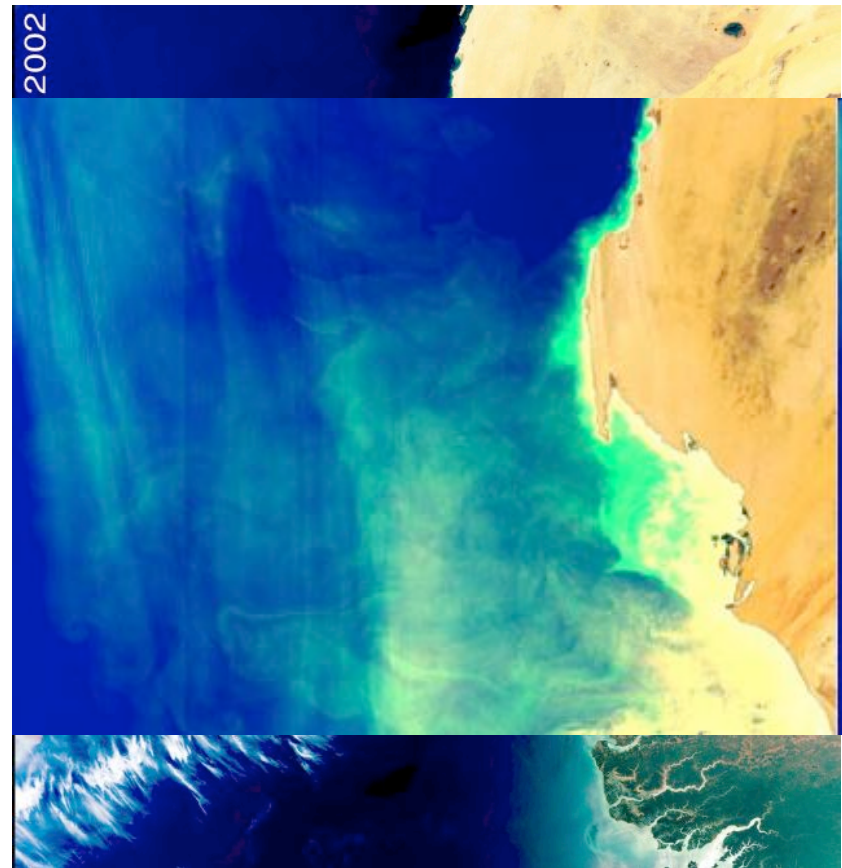
28 Μαρτίου 2002

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

Envisat MERIS

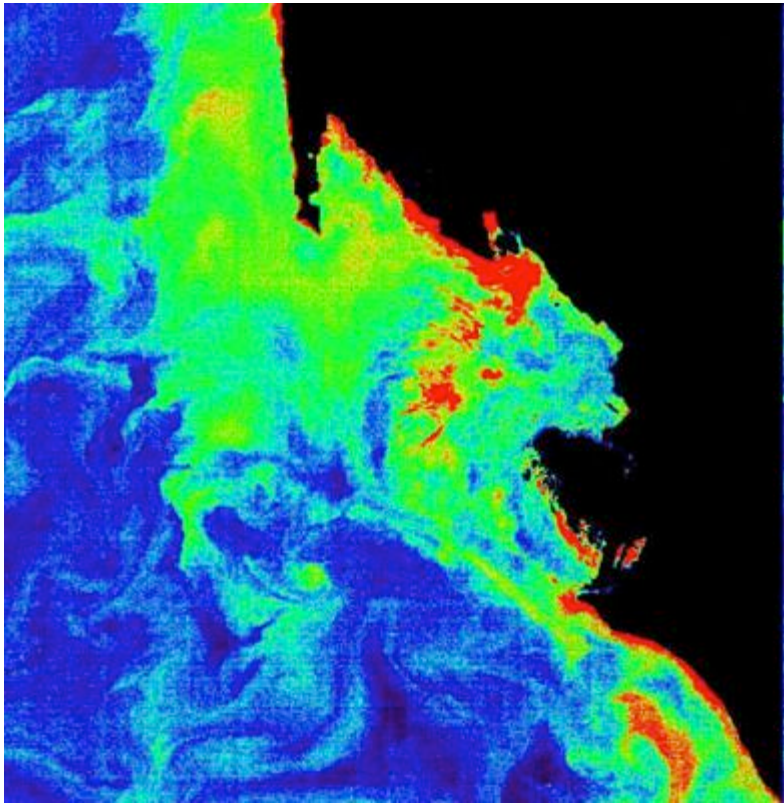


28 Μαρτίου 2002



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Envisat MERIS



- Ο MERIS είχε σχεδιαστεί για τη μέτρηση της συγκέντρωσης του φυτοπλαγκτού = συγκέντρωση της χλωροφύλλης (χρωστική ουσία που χρησιμοποιείται από το φυτοπλαγκτόν για την φωτοσύνθεση),
- Ακρίβεια συγκέντρωσης χλωροφύλλης 0.01 mgr/lit, ή 1/100 000 000 gr/lit,
- Upwelling zones από ισχυρούς ανέμους - αληγείς άνεμοι (trade winds) – παράλληλοι με την ακτή,
- Διαχείριση των αλιευτικών πόρων.

28 Μαρτίου 2002



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Envisat MERIS



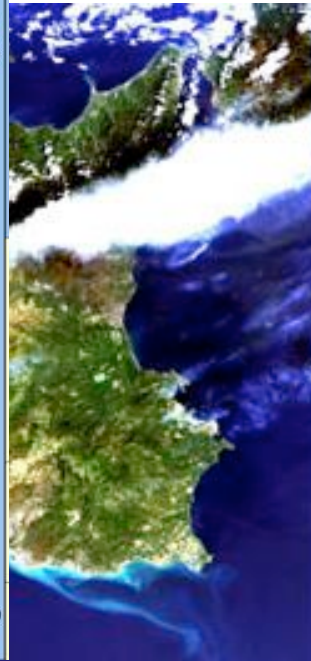
- Σύμπλεγμα ποταμιών (Casamance) με βαριά απορροή φερτών υλικών στην θάλασσα,
- Μεταφορά ιζημάτων λόγω εσωτερικής διάβρωσης του εδάφους,
- Περιοχή μεταβατικής ζώνης μεταξύ σαβάνας στα βόρεια και τροπικής βλάστησης στα νότια,
- Παρακολούθηση εντατικοποίησης της χρήσης της γης -> αυξημένη διάβρωση και απώλεια εδαφών .

28 Μαρτίου 2002



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## Envisat MERIS

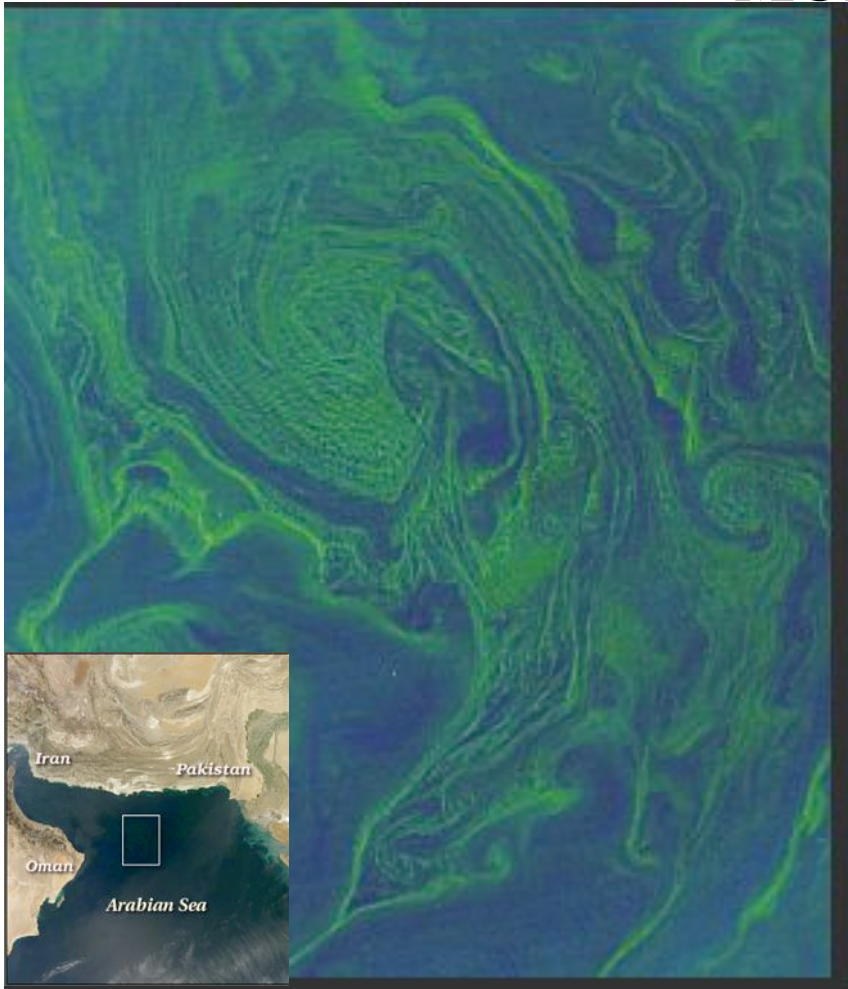


- Ιταλία, Σικελία, ηφαίστειο Αίτνα,
- Διάβρωση των ακτών από ρεύματα στο στενό της Σικελίας,
- Αιωρούμενα σωματίδια μετακινούνται από τις παραλίες στο νοτιοανατολικό άκρο του νησιού.

21 Μαρτίου 2002

# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

## MODIS Aqua



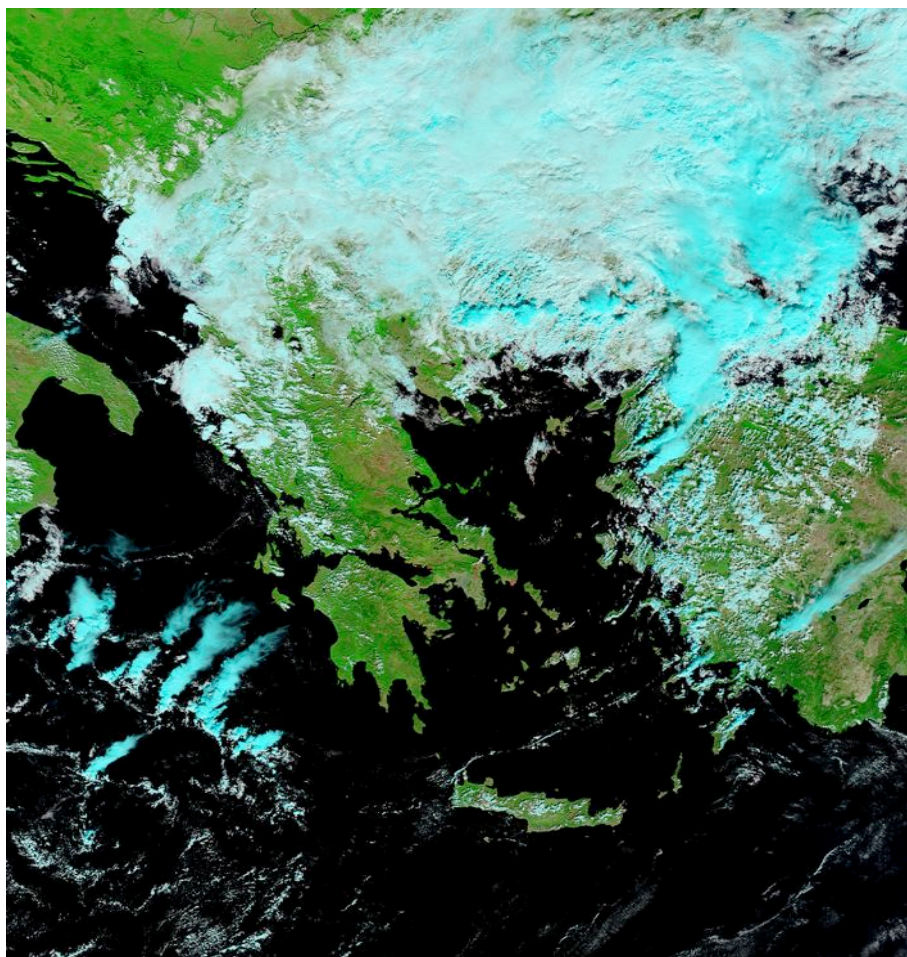
- Αύξηση φυτοπλαγκτού στην Αραβική Θάλασσα προς το τέλος των μουσώνων του χειμώνα,
- Φυτοπλαγκτό σε πολύ πράσινες λεπτές λωρίδες σε περιοχή με ταραχώδη δίνη,
- Τοπικές μελέτες κάνουν λόγο για «συστηματική μετατόπιση ειδών, από διάτομο σε *Noctiluca miliaris*» και «αποτελεί δείκτη ότι η Αραβική θάλασσα γίνεται περισσότερο ευτροφική»,
- Ταυτοποίηση των ειδών φυτοπλαγκτού από δορυφορικά δεδομένα και μόνο = απερισκεψία.

18 Φεβρουαρίου 2010



# Τροχιές - δέκτες - δορυφόροι

MODIS Terra



**ΒΛΑΣΤΗΣΗ**



**ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ**