



Project funded by
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

Δορυφορικές εικόνες και εφαρμογές τους

Συλλογή δορυφορικών εικόνων από το αποθετήριο του προγράμματος Copernicus

Δρ. Νικόλαος Κόκκος

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Ιούνιος 15, 2022



CERTH
CENTRE FOR
RESEARCH & TECHNOLOGY
HELLAS



Παρακολούθηση της Γης

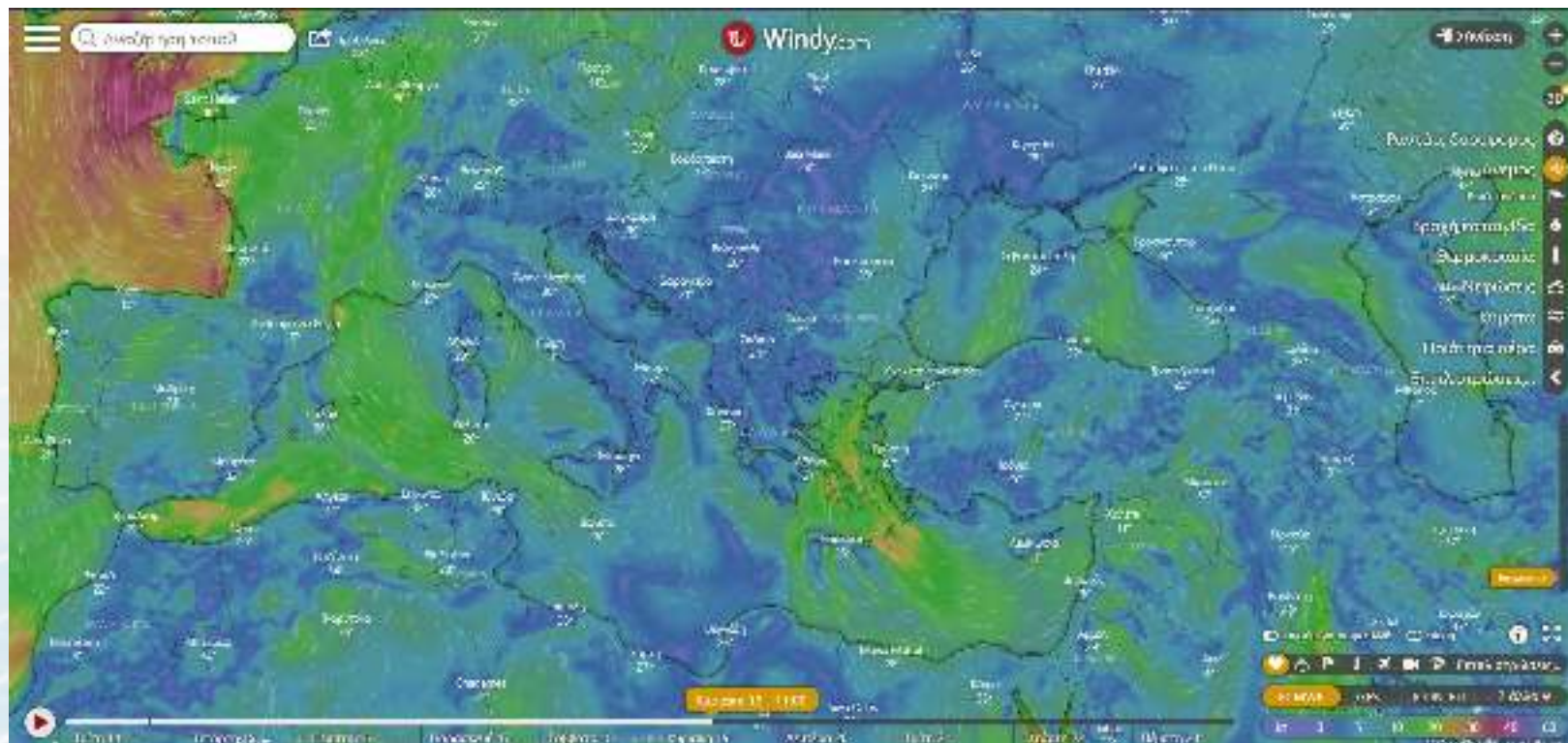


Στην εποχή μας, τόσο οι φυσικές διεργασίες όσο και οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες προκαλούν συνεχείς μεταβολές στη γη και το περιβάλλον στο οποίο ζούμε.

Δημιουργείται λοιπόν, ολοένα και περισσότερο επιτακτική ανάγκη για παρακολούθηση και παρατήρηση της γης προκειμένου να μπορεί να υπάρξει άμεση αντιμετώπιση στα προβλήματα που προκύπτουν αλλά και να γίνεται καλύτερη διαχείριση και προστασία του περιβάλλοντος.



Παρακολούθηση της Γης



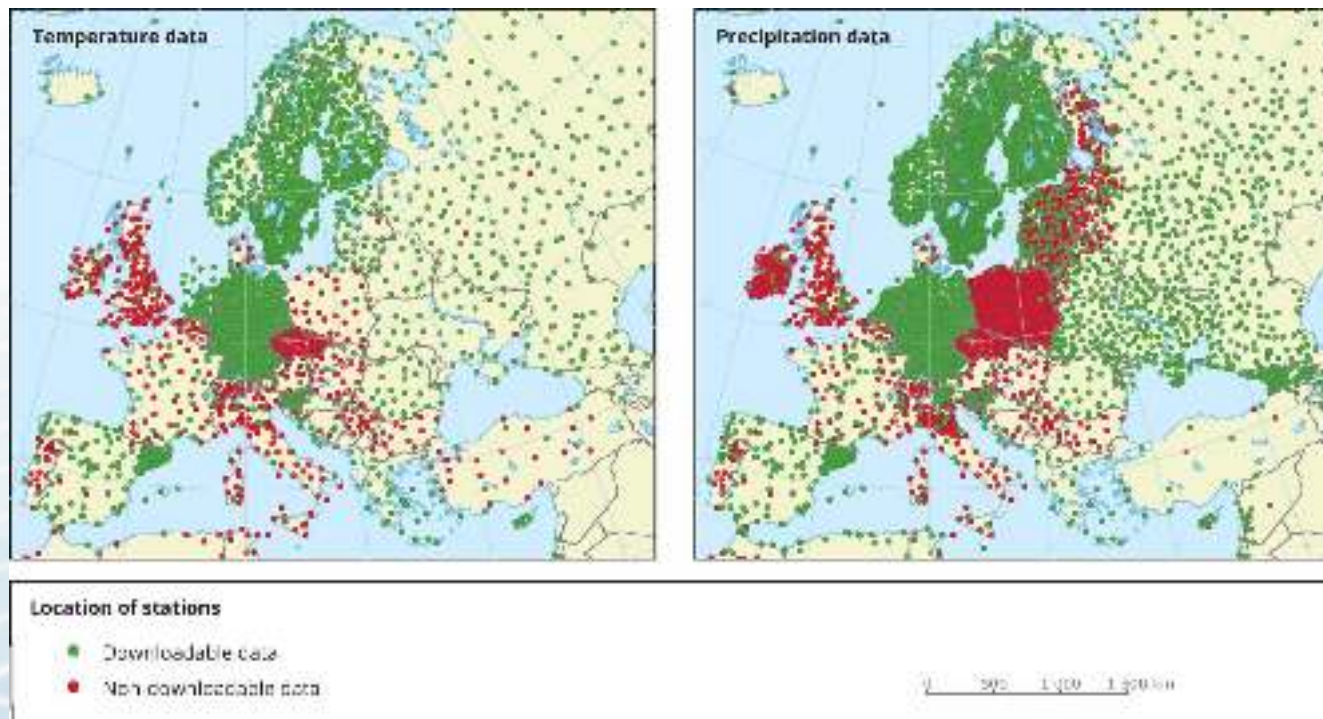
Παρακολούθηση της Γης



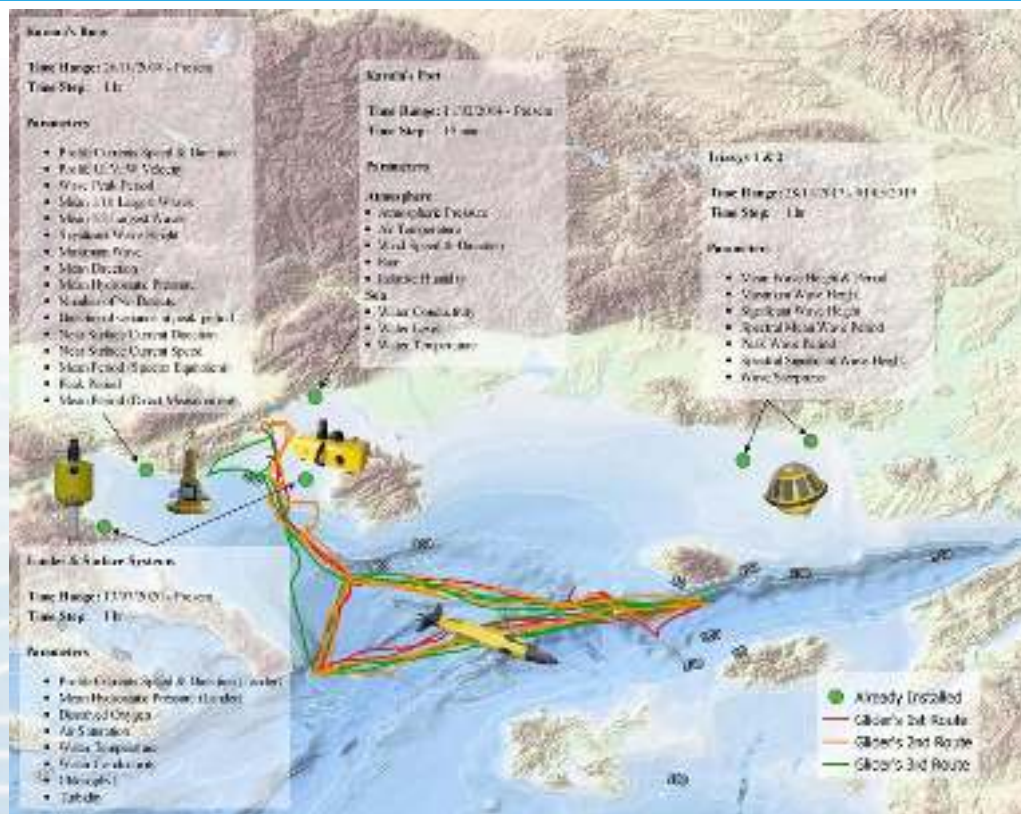
Παρακολούθηση της Γης



Παρακολούθηση της Γης



Παρακολούθηση της Γης



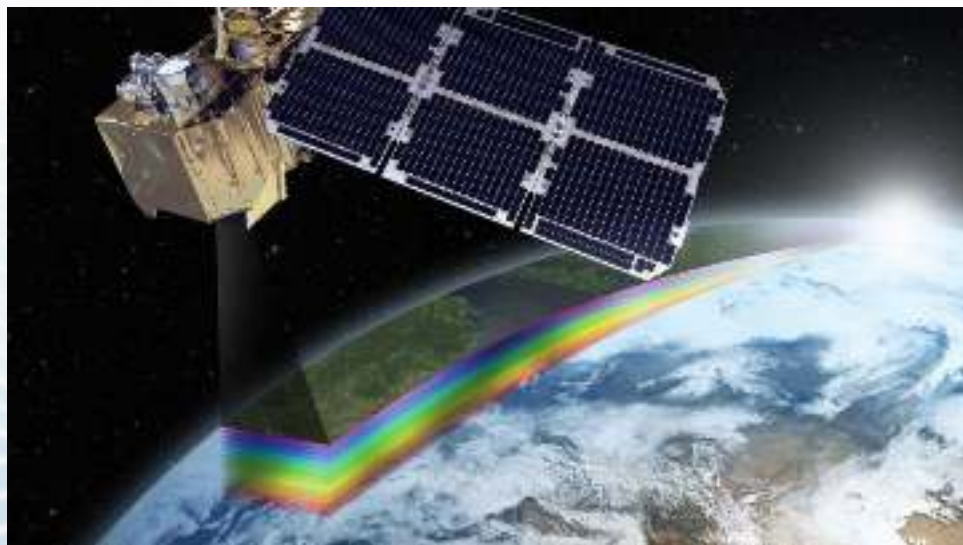
Παρακολούθηση της Γης



Τηλεπισκόπηση ή Remote Sensing, όπως αναφέρεται διεθνώς, ορίζεται ως η επιστήμη που ασχολείται με τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με ένα αντικείμενο ή φαινόμενο, μέσω ειδικών οργάνων τα οποία δεν έρχονται σε επαφή με τα εξεταζόμενα αντικείμενα.

Βασίζεται στην καταγραφή, μέσω αισθητήρων, της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται ή ανακλάται από τα αντικείμενα και την απόδοση της ως ψηφιακή εικόνα.

Οι αισθητήρες μπορεί να είναι εγκατεστημένοι σε τεχνητούς δορυφόρους που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γη ή να βρίσκονται σε αερομεταφερόμενα μέσα (αεροσκάφη, drones).

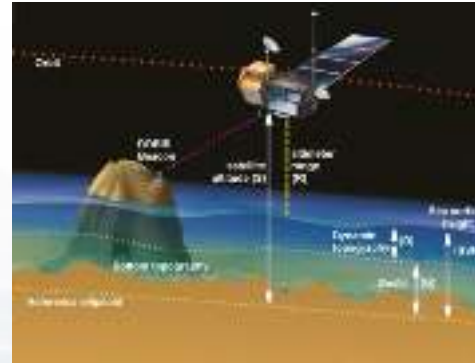


Παρακολούθηση της Γης Περιορισμοί Τηλεπισκόπησης



Οι δορυφορικές εικόνες δεν έχουν την ίδια ακρίβεια και αξιοπιστία με τις **επιτόπιες μετρήσεις**

Δεν έχουν όλοι οι αισθητήρες την ικανότητα να **διαπεράσουν τα σύννεφα** (δυσκολία στις συστηματικές μελέτες).

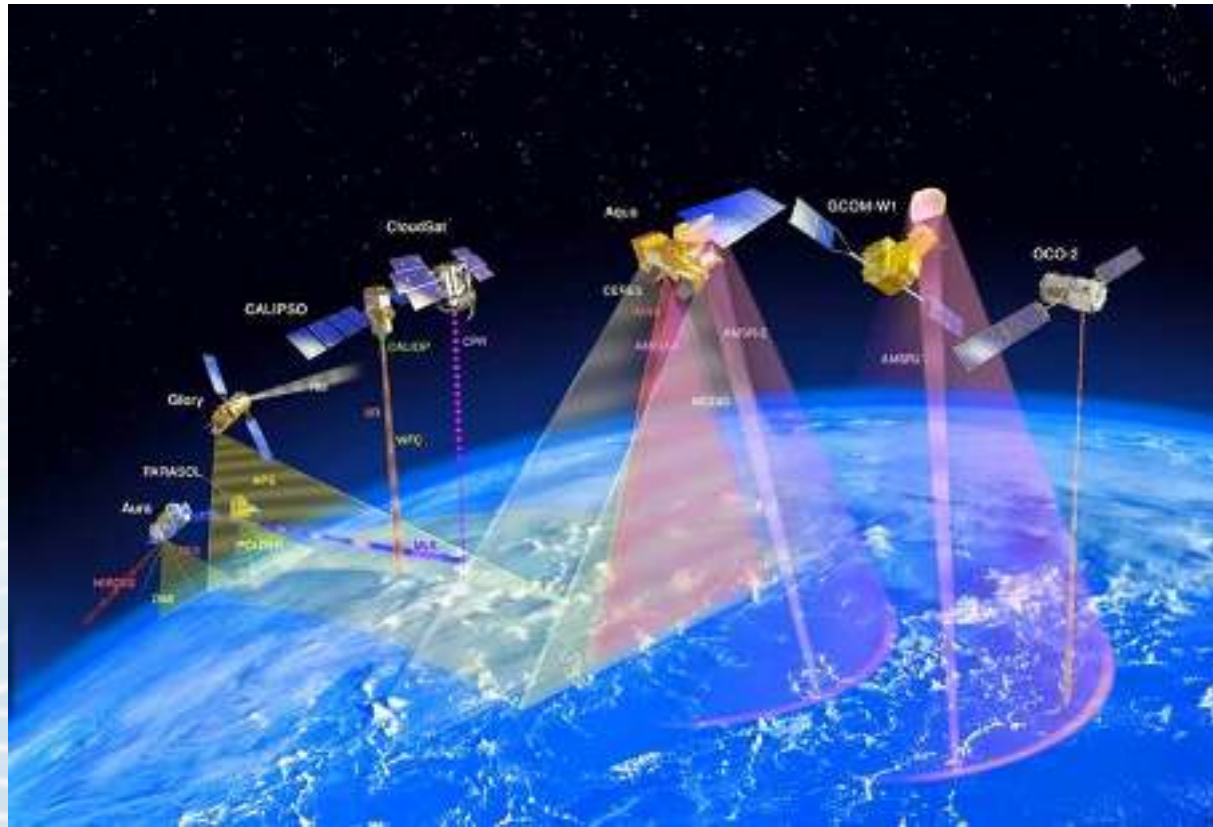


Τα δεδομένα τους περιορίζονται στην **επιφάνεια της θάλασσας ή του εδάφους**

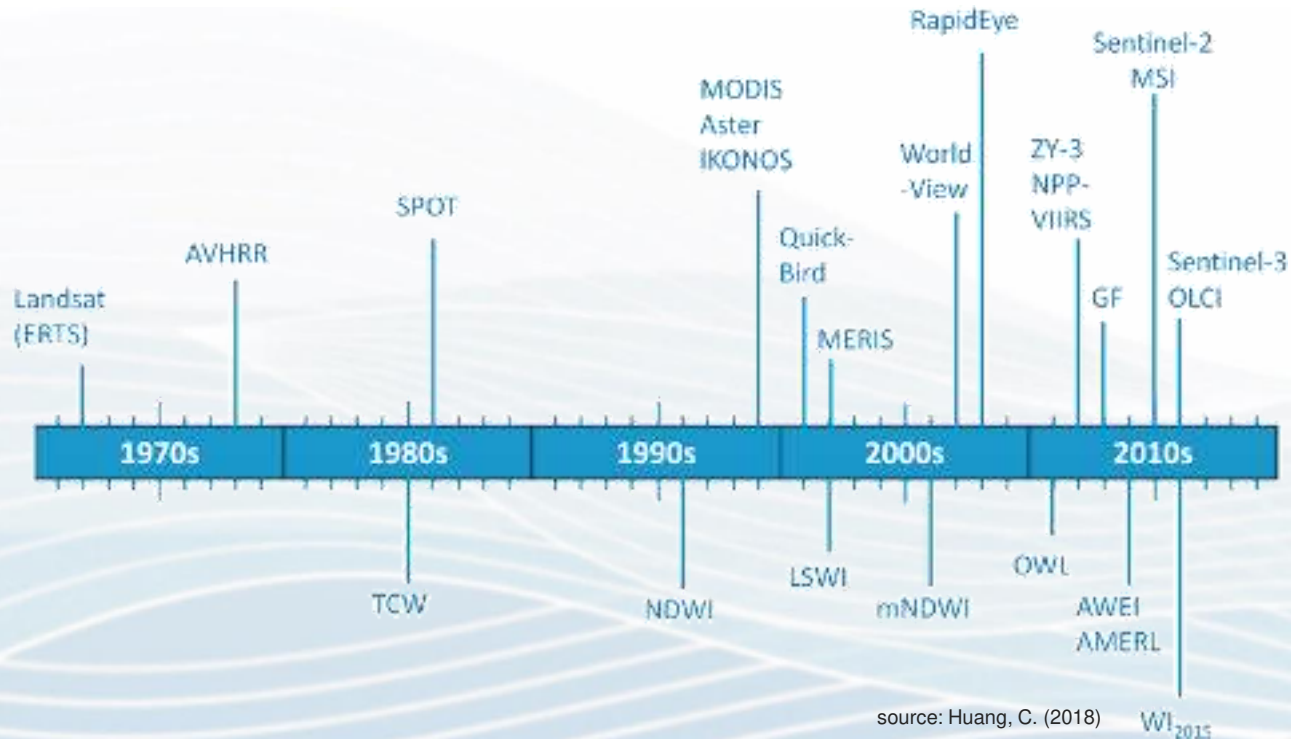
Λάθος γεωαναφορά



Παρακολούθηση της Γης



Παρακολούθηση της Γης



source: Huang, C. (2018)

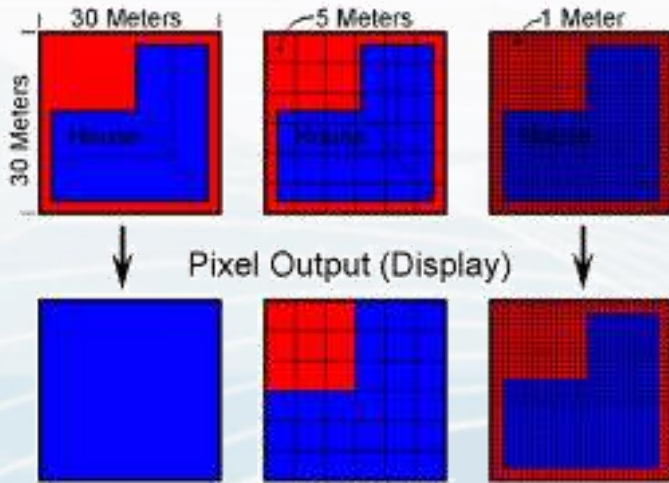
WI₂₀₁₅

Παρακολούθηση της Γης



Χωρική Ανάλυση (Spatial Resolution)

Προσδιορίζει το **μέγεθος των pixels** των δορυφορικών εικόνων που καλύπτουν την επιφάνεια της γης



High Spatial Resolution



Medium Spatial Resolution



Low Spatial Resolution

Παρακολούθηση της Γης



MODIS (250m)
2000 - Today



EnviSat (260m)
2002 - 2012



Landsat 9 (15m)
2021 - Today



QuickBird (0.61m)
2001 - Today



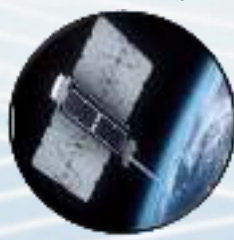
Gaofen-1 (30m)
2013 - Today



Sentinel 2 (10m)
2015 - Today



PlanetScope (3.1m)
2016 - Today



WorldView 3 (0.31m)
2007 - Today



Παρακολούθηση της Γης



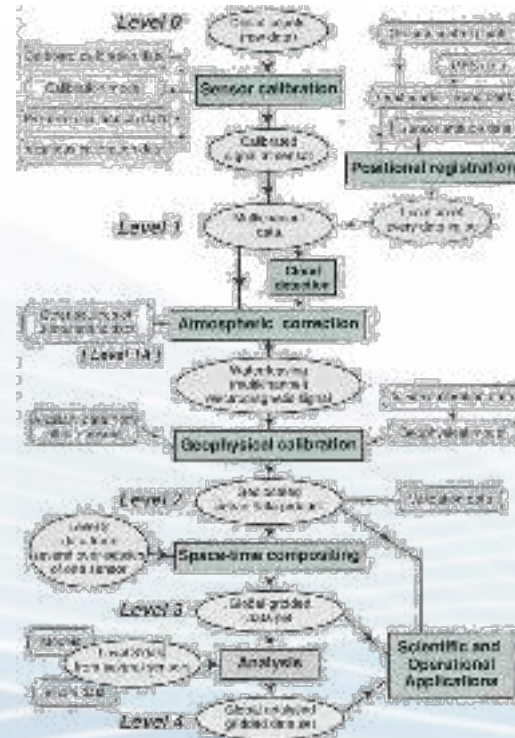
Level-0 (L0): Τα προϊόντα λαμβάνονται όπως καταγράφονται από τον αισθητήρα του δορυφόρου σε πλήρη ανάλυση.

Level-1 (L1): Τα προϊόντα περιλαμβάνουν τιμές ανακλώμενης ακτινοβολίας πάνω από την ατμόσφαιρα (TOA).

Level-2 (L2): Τα προϊόντα περιλαμβάνουν τιμές ανακλώμενης ακτινοβολίας κάτω από την ατμόσφαιρα (BOA).

Level-3 (L3): Τα προϊόντα έχουν συγχωνευθεί και έχουν τοποθετηθεί σε νέο κάρναβο (περιέχουν κενά σημεία).

Level-4 (L4): Πραγματοποιείται γέμισμα των κενών σημείων με αποτελέσματα μοντέλων.



Παρακολούθηση της Γης



Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα **Copernicus** έρχεται να καλύψει αυτήν την ανάγκη με τις υπηρεσίες που παρέχει για το περιβάλλον. Οι υπηρεσίες αυτές βασίζονται στις επίγειες αναλύσεις δεδομένων αλλά κυρίως στα δεδομένα που προσφέρονται από τους δορυφόρους Sentinel.

Η οικογένεια των δορυφόρων Sentinel δημιουργήθηκε για να προσφέρει γεωσκοπικά δεδομένα για την Ευρώπη. Καθένας από τους δορυφόρους έχει διαφορετική δομή και όργανα και προσφέρει δεδομένα για διαφορετικές υπηρεσίες (π.χ. παρακολούθηση της ατμόσφαιρας).

Sentinel 1



Sentinel 2



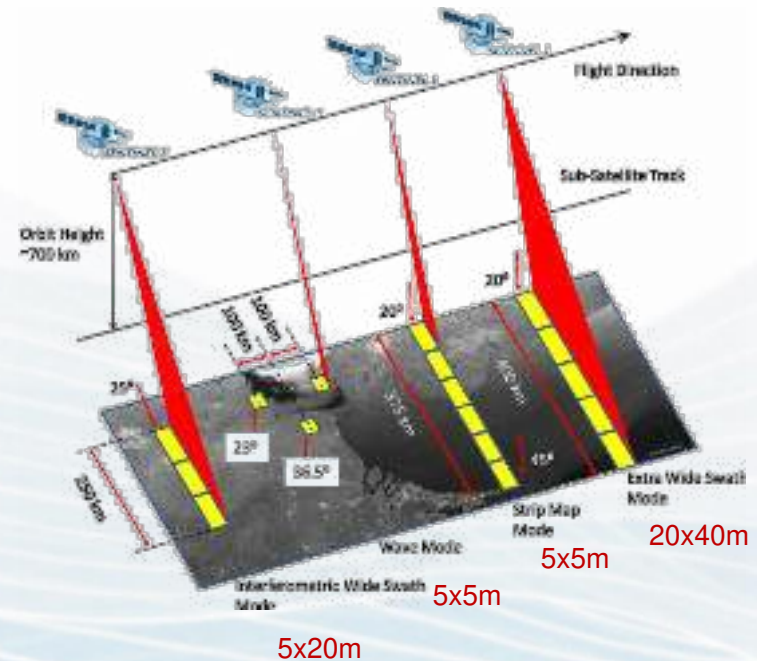
Sentinel 3



Sentinel 1



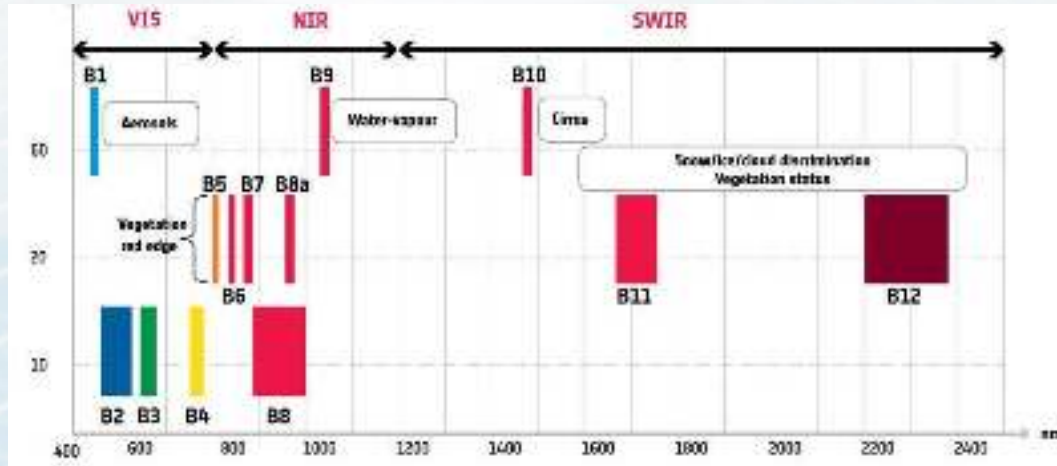
- Sentinel 1A and 1B: Ηλιοσύγχρονη τροχιά, αντιδιαμετρική θέση με διαφορά φάσης 180°
- Επαναφορά: 6 ημέρες διαγράφοντας 175 τροχιές (περνάει πάνω από κάθε περιοχή την ίδια τοπική ώρα)
- Λειτουργούν σε 24ωρη βάση ανεξάρτητα από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες
- Εξοπλισμένο με ραντάρ συνθετικού διαφράγματος που λειτουργεί στην ζώνη συχνοτήτων C (C- band SAR)
- Απεικόνιση σε 4 διαφορετικές αναλύσεις και καλύψεις: StripMap (SM), Interferometric Wide Swath (IW), Extra Wide Swath (EW) και Wave Mode (WV).



Sentinel 2



- Sentinel 2A and 2B: Ηλιοσύγχρονη τροχιά, αντιδιαμετρική θέση με διαφορά φάσης 180°
- Επαναφορά: 5 ημέρες διαγράφοντας 143 τροχιές
- Εξοπλισμένοι με το πολυφασματικό όργανο MSI με 13 φασματικές ζώνες
- Πλάτος απεικόνισης αισθητήρα (290 km)
- Το σύστημα είναι παθητικό και απαιτεί την ακτινοβολία του Ήλιου για να λειτουργήσει (μέση τοπική ώρα 10:30 π.μ.)
- Level 1C and 2A (με ατμοσφαιρική διόρθωση)



Ατμοσφαιρικές Φασματικές Ζώνες

Φασματικές Ζώνες
βραχέως υπέρυθρου

Φασματικές Ζώνες
Ορατού και Εγγύς υπέρυθρου

Sentinel 3



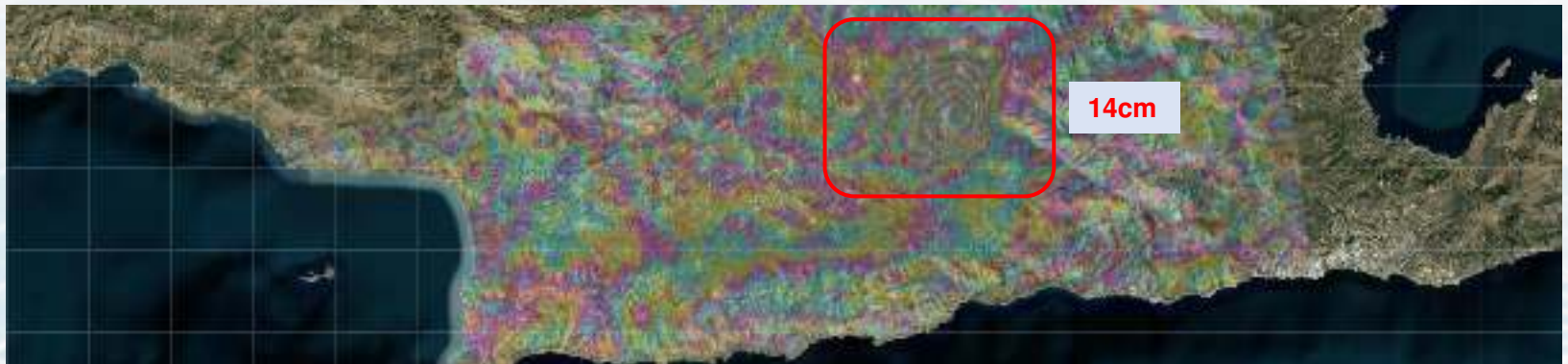
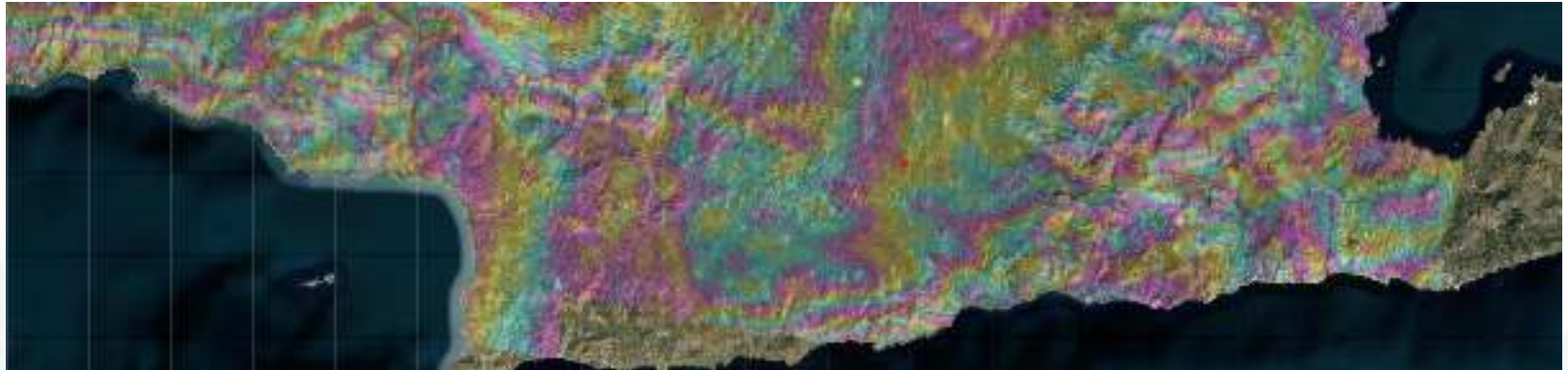
- Sentinel 3A and 3B: Ηλιοσύγχρονη τροχιά, με διαφορά φάσης 140°
- Επαναφορά: 27 ημέρες διαγράφοντας 385 τροχιές
- Το σύστημα είναι παθητικό και απαιτεί την ακτινοβολία του Ήλιου για να λειτουργήσει (μέση τοπική ώρα 10:00 π.μ. στην κάθοδο)
- Εξοπλισμένο με 4 κύρια όργανα από τα οποία τα δύο (OLCI, SLSTR) είναι οπτικά και τα άλλα δύο (SRAL, MWR) τοπογραφικά ενώ διαθέτει και τρία συμπληρωματικά όργανα (DORIS, GNSS, LRR) για τον ακριβή προσδιορισμό της τροχιάς.
- Το **OLCI** είναι το όργανο που απεικονίζει το χρώμα του εδάφους και των ωκεανών.
- Το **SLSTR** είναι το όργανο μέτρησης της θερμοκρασίας της επιφάνειας της ξηράς και της θάλασσας.
- Το **SRAL** είναι ένα υψομετρικό ραντάρ που λειτουργεί σε διπλή ζώνη συχνοτήτων C και Ku και παρέχει υψομετρικά δεδομένα.
- Το **MWR** είναι ένα ραδιόμετρο μικροκυμάτων το οποίο καταγράφει την θερμοκρασία φωτεινότητας δηλαδή την θερμική ακτινοβολία της Γης (παρέχει πληροφορίες για τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας και την περιεκτικότητα σε σύννεφα νερού)





Παραδείγματα εφαρμογών των Δορυφόρων Sentinel

Αποτύπωση Καθίζησης εδάφους (Sentinel 1)



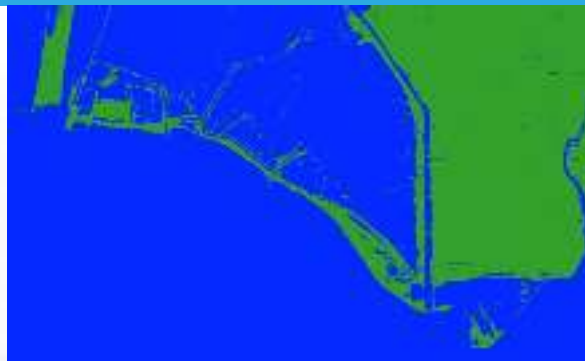
Αποτύπωση Πετρελαιοκηλίδας (Sentinel 1)



Αποτύπωση Διάβρωσης (Sentinel 2)



Φασ. Ζώνη Εγγύς υπέρυθρου



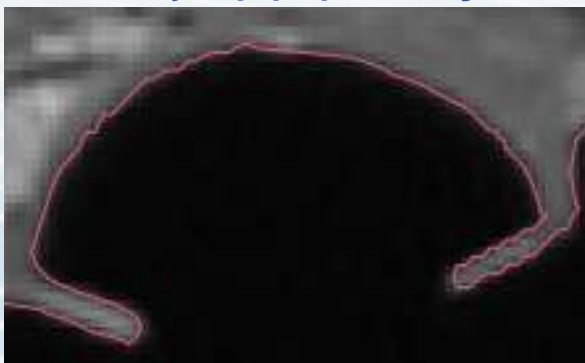
Ταξινόμηση εικόνας



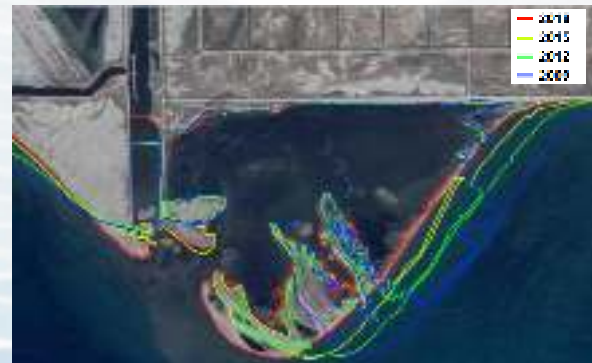
Διανυσματοποίηση εικόνας



Εξαγωγή ακτογραμμής

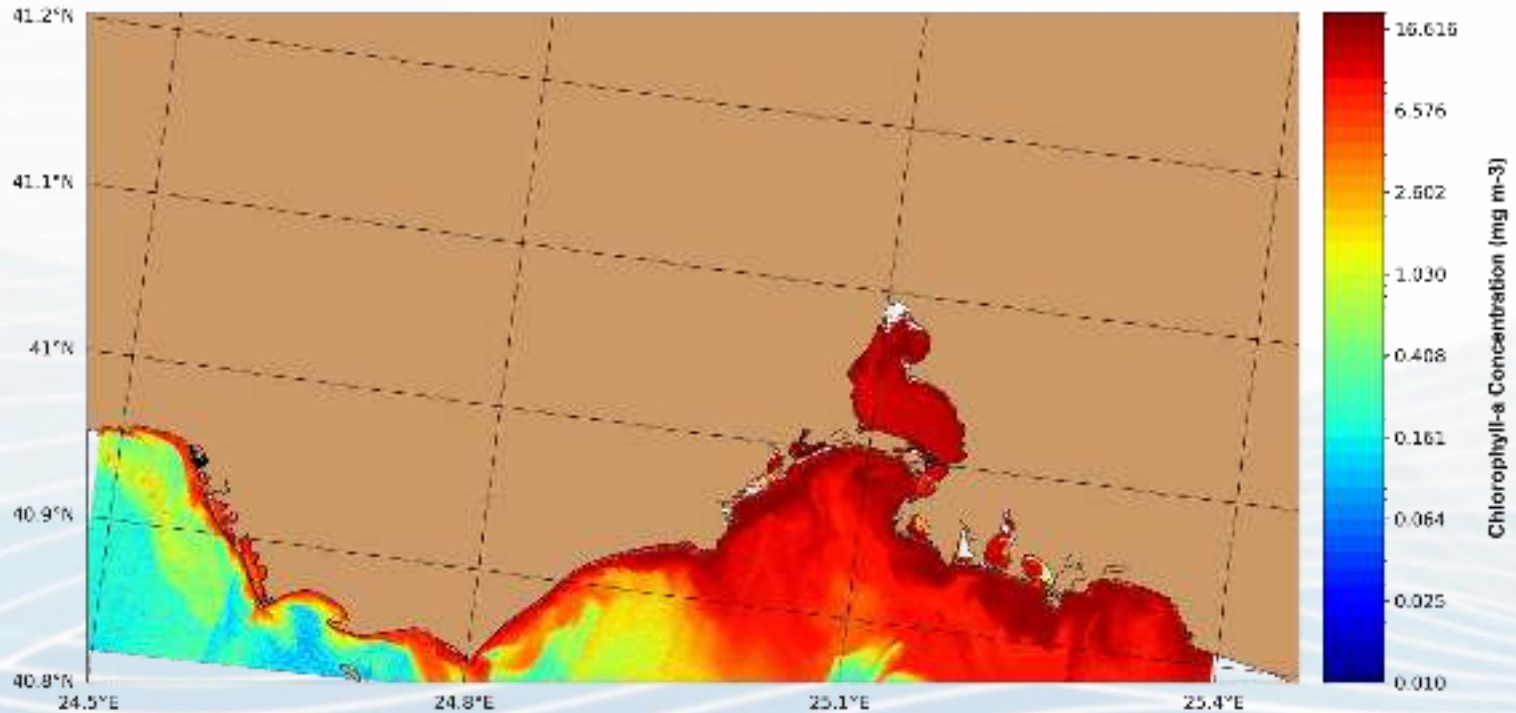


Εξομάλυνση ακτογραμμής



Ιστορικές ακτογραμμές

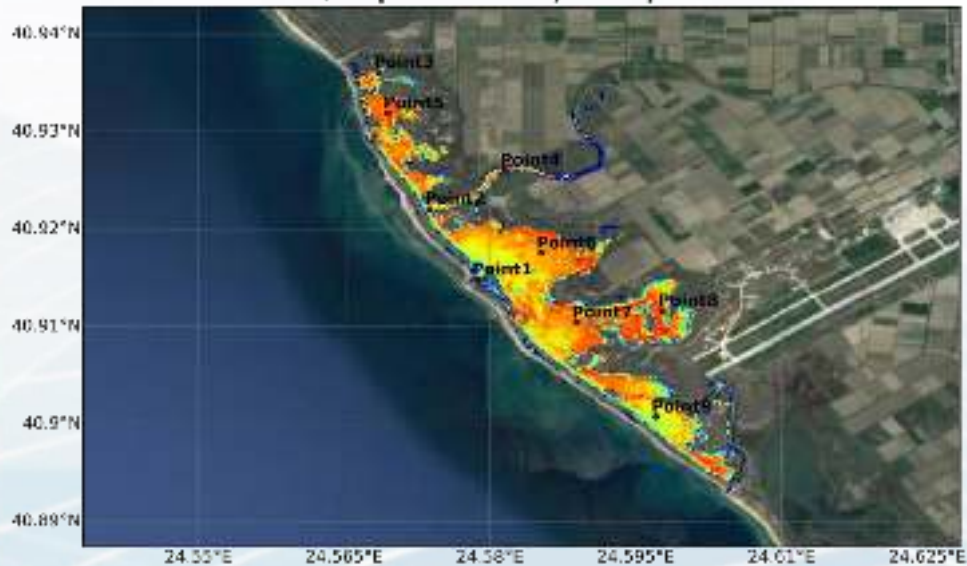
Αποτύπωση Συγκέντρωσης Χλωροφύλλης (Sentinel 2)



Αποτύπωση Συγκέντρωσης Χλωροφύλλης (Sentinel 2)



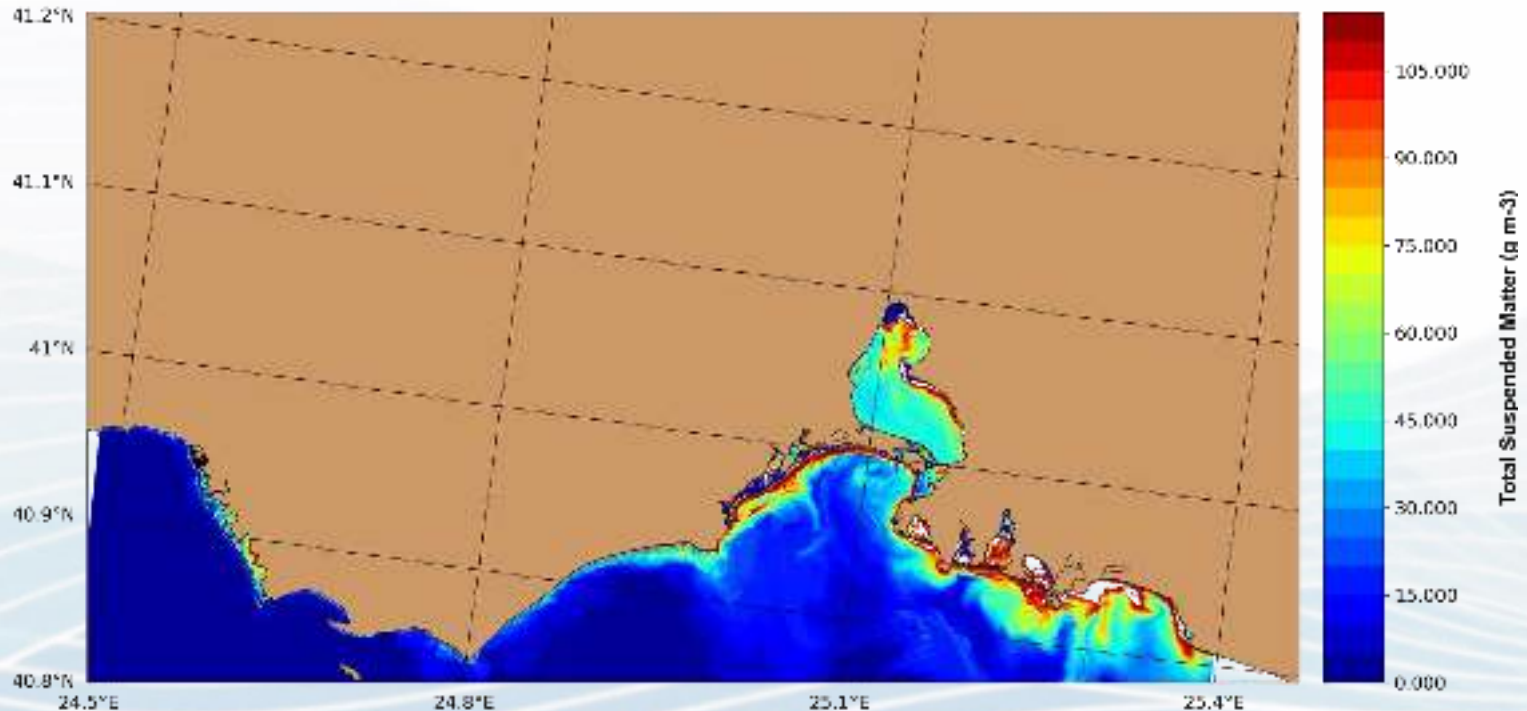
Λ/Θ Ερατεινού στις 10 Απρ 2021



Λ/Θ Αγιάσματος στις 10 Απρ 2021



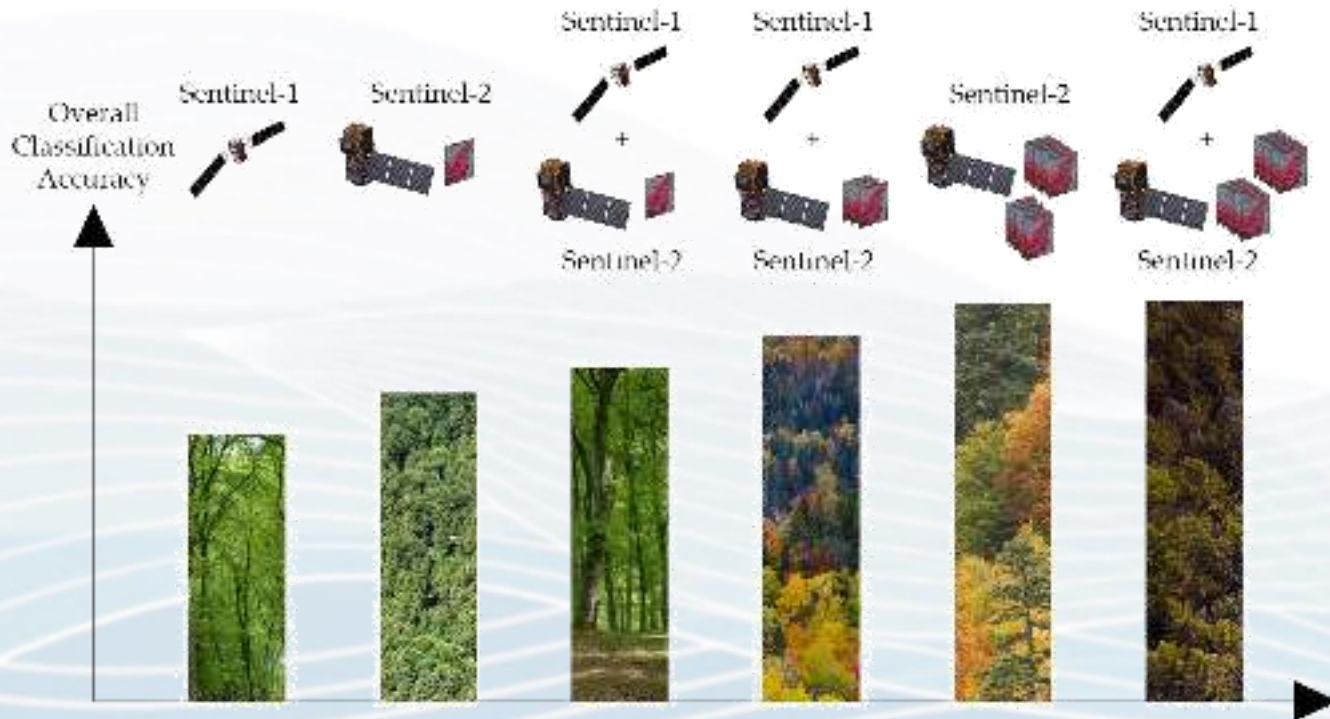
Αποτύπωση Συγκέντρωσης Αιωρούμενων στερεών (Sentinel 2)



Αποτύπωση Συγκέντρωσης Χλωροφύλλης (Sentinel 3)



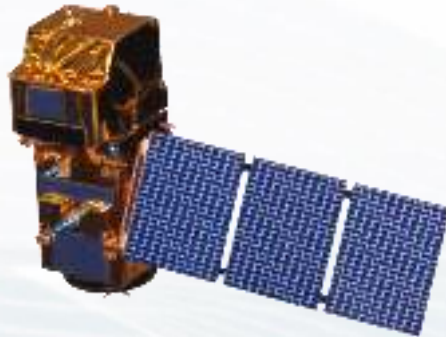
Συνδυασμός Δορυφορικών Εικόνων Sentinel 1 και 2



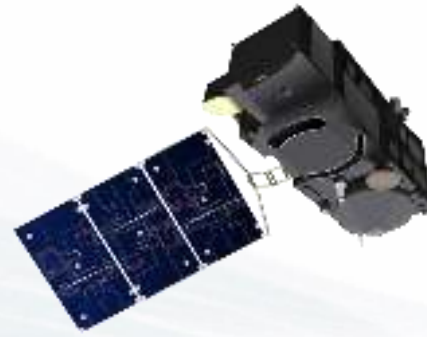
Συνδυασμός Δορυφορικών Εικόνων Sentinel 2 και 3



Sentinel 2



Sentinel 3



**Δείκτες Βλάστησης
(NDVI, SAVI)
(10 m)**

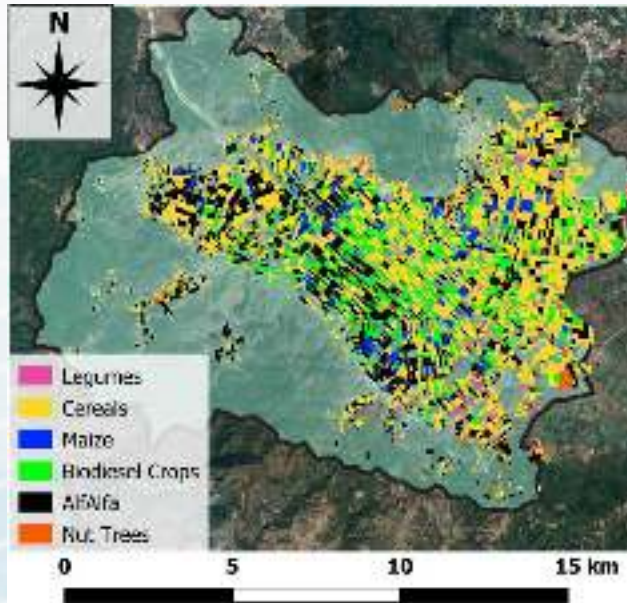
**Χρήσεις Γης
(10 m)**

**Εξατμισοδιαπνοή
(20 m)**

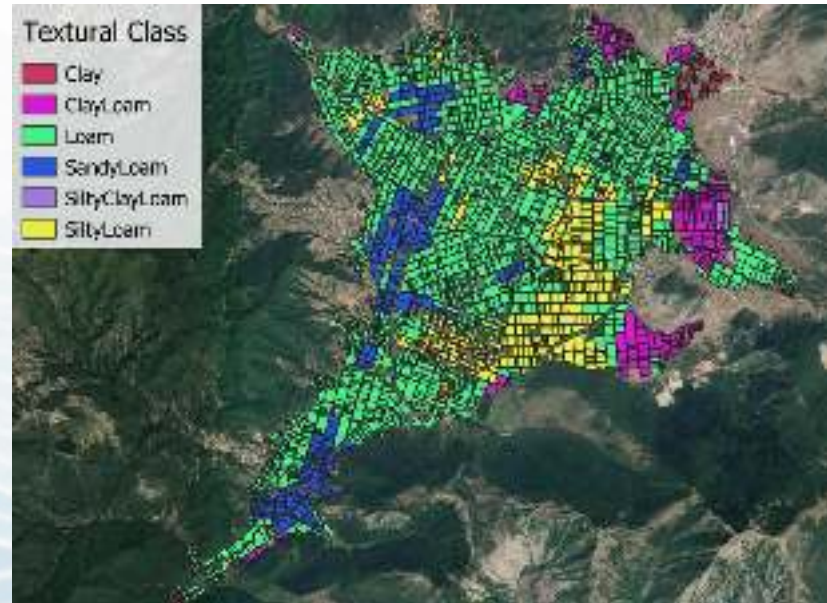
Συνδυασμός Δορυφφικών Εικόνων



Χρήσεις Γης



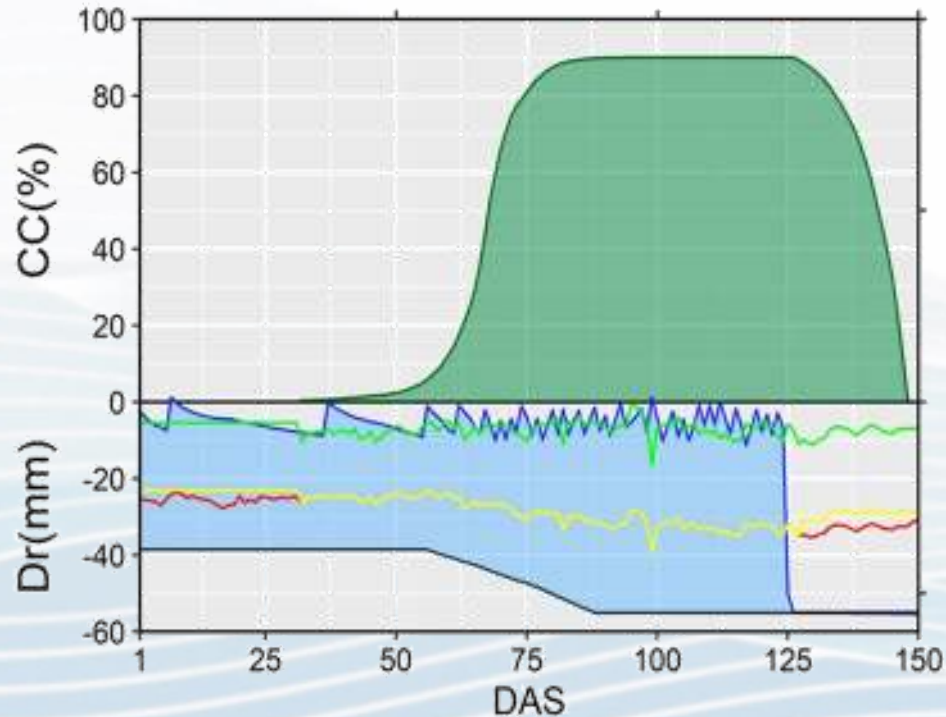
Εδαφολογικός Χάρτης



Συνδυασμός Δορυφορικών Εικόνων



Πρόβλεψη ανάπτυξης καλλιέργειας



Βάσεις Δορυφορικών Εικόνων

Ελεύθερες Βάσεις Δορυφορικών Εικόνων



<https://earthexplorer.usgs.gov/>



<https://scihub.copernicus.eu/dhus/>



<https://www.planet.com/explorer/>

Λήψη δορυφορικών
εικόνων
Copernicus Open Access
Hub

Copernicus Open Access Hub



<https://scihub.copernicus.eu/dhus/>



**Δημιουργία
Λογαριασμού**

username:
pontosblacksea

password:
pontosblacksea

Copernicus Open Access Hub



<https://scihub.copernicus.eu/dhus/>

A screenshot of the Copernicus Open Access Hub registration page. The page title is "Register new account". It includes instructions for creating an account, such as "In the process of the registration you will receive an email with a link to activate your account." and "Password (at least 8 characters) characters plus 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, !, @, #, \$, %, ^, &, *, ~, `". The form fields include: "First name" (with a red box around the input area), "Last name", "Username", "Password", "Confirm Password", "Email", "Confirm Email", "Select Country", and "Select Language".

Δημιουργία
Λογαριασμού

Copernicus Open Access Hub



The screenshot shows the Copernicus Open Access Hub interface. A search filter panel is open on the left side, with several sections highlighted by red boxes and numbered 1 through 5. The background shows a map of Greece.

1 (Map area) - Selection of the Area of Interest

2 (Search range) - Selection of the Acquisition Period

3 (Mission Sentinel-2) - Selection of the Data Provider

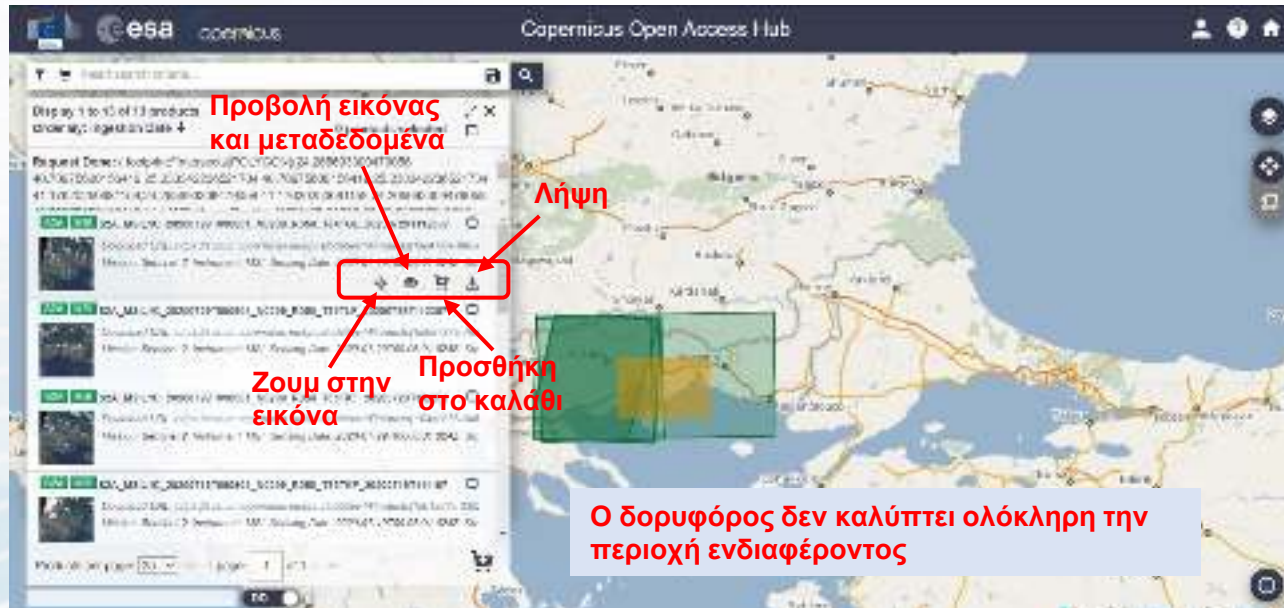
4 (Product Type) - Selection of the Product Type

5 (Cloud Cover) - Selection of the Cloud Coverage Percentage

Βασικά Βήματα για την λήψη δορυφορικής εικόνας

1. Επιλογή Περιοχής Ενδιαφέροντος
2. Επιλογή Περιόδου Λήψης
3. Επιλογή Δορυφόρου
4. Επιλογή Τύπου Προϊόντος
5. Επιλογή Ποσοστού Νεφοκάλυψης

Copernicus Open Access Hub



Προβολή εικόνας
και μεταδεδομένα

Λήψη

Ζουμ στην
εικόνα

Προσθήκη
στο καλάθι

Ο δορυφόρος δεν καλύπτει ολόκληρη την
περιοχή ενδιαφέροντος

Λήψη δορυφορικών
εικόνων
Earth Explorer

Earth Explorer



<https://earthexplorer.usgs.gov/>



Δημιουργία
Λογαριασμού

username:
pontosblacksea

password:
pontosblacksea22

Earth Explorer



<https://earthexplorer.usgs.gov/>

A screenshot of the Earth Explorer website's sign-in page. The page has a dark blue header with the USGS logo and navigation links. The main content area is white and features a "Sign In" section with input fields for "username" and "password". Below the sign-in fields is a "Sign In" button. A large, light gray box with the title "WARNING TO USERS OF THIS SYSTEM" is centered on the page, containing several lines of small text. At the bottom of the page, there is a "Forgot Your Account?" button, which is highlighted with a red rectangular box.

**Δημιουργία
Λογαριασμού**

username:
pontosblacksea

password:
pontosblacksea22

Earth Explorer



<https://earthexplorer.usgs.gov/>

The screenshot shows the Earth Explorer web application. On the left, there is a sidebar with various search and filter options. Three red boxes with white numbers are overlaid on the interface: '1' is over the 'Search' button, '2' is over the search input field, and '3' is over the 'Go' button. The main area displays a satellite map of a coastal region. A semi-transparent grey box on the right contains the title 'Βασικά Βήματα για την λήψη δορυφορικής εικόνας' and a numbered list of four steps.

Βασικά Βήματα για την λήψη δορυφορικής εικόνας

1. Επιλογή περιοχής ενδιαφέροντος
2. Επιλογή Περιόδου Λήψης
3. Επιλογή Δορυφόρου
4. Επιλογή Ποσοστού Νεφοκάλυψης

Earth Explorer



Earth Explorer



Αποτύπωμα
εικόνας

Προβολή εικόνας

Λήψη

Μεταδεδομένα

Προσθήκη
στο καλάθι



Λήψη δορυφορικών εικόνων μέσω API



<https://sentinelat.readthedocs.io/en/stable/>

```
from sentinelat import SentinelAPI, read_geojson, geojson_to_wkt
from datetime import date

api = SentinelAPI('user', 'password', 'https://scihub.copernicus.eu/dhus')

# search by polygon (WKT format), time, and SciHub query keywords
footprint = geojson_to_wkt(read_geojson('/path/to/map.geojson'))

products = api.query(footprint,
                     date = ('20151219', date(2015, 12, 29)),
                     order_by = 'ingestiondate',
                     orbitdirection: 'DESCENDING',
                     platformname = 'Sentinel-2',
                     producttype = 'S2MSI1C',
                     cloudcoverpercentage = (0, 20))

# download all results from the search
api.download_all(products)

# GeoJSON FeatureCollection containing footprints and metadata of the scenes
api.to_geojson(products)
```

Ονοματοδοσία δορυφορικών εικόνων



S2A_MSIL1C_20200729T090601_N0209_R050_T35TKF_20200729T112307.SAFE

ID αποστολής

Αισθητήρας
Επίπεδο

Έναρξη λήψης
εικόνας

PDGS Processing
Baseline number

Αριθμός Τροχιάς

Αριθμός
πλακιδίου

Product
Discriminator

Δείχνει ότι λήφθηκε μια εικόνα επιπέδου **Level-1C** από τον **Sentinel-2A** στις **29 Ιουλίου, 2020** στις **9:06:01 ΠΜ**. Λήφθηκε για το πλακίδιο **Tile 35TKF** κατά την τροχιά **Relative Orbit 050**, και επεξεργάστηκε με την **PDGS Processing Baseline 02.09**.

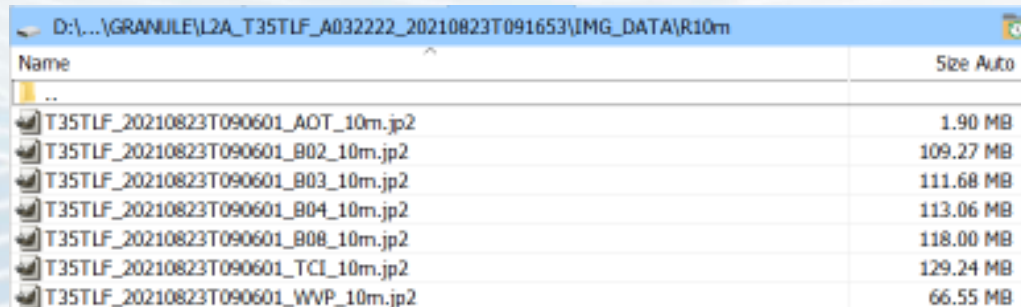
- Όλες οι εικόνες που περιέχονται στα αρχεία (φασματικές ζώνες) είναι σε μορφή JPEG2000.
- Επιπλέον, μια **“True Colour Image”** σε μορφή JPEG2000 εμπεριέχεται στον φάκελο όπως και ένα αρχείο **manifest** xml file το οποίο δίνει οδηγίες στον υπολογιστή για το τι περιέχει το αρχείο.

Ανάλυση ληφθέντος αρχείου Sentinel 2



S2A_MSIL2A_20210823T090601_N0301_R050_T35TLF_20210823T122518.zip

S2A_MSIL2A_20210823T090601_N0301_R050_T35TLF_20210823T122518.SAFE





Common borders. Common solutions.

Ευχαριστώ για την προσοχή σας

Δρ. Νικόλαος Κόκκος
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης