

Google Earth Engine

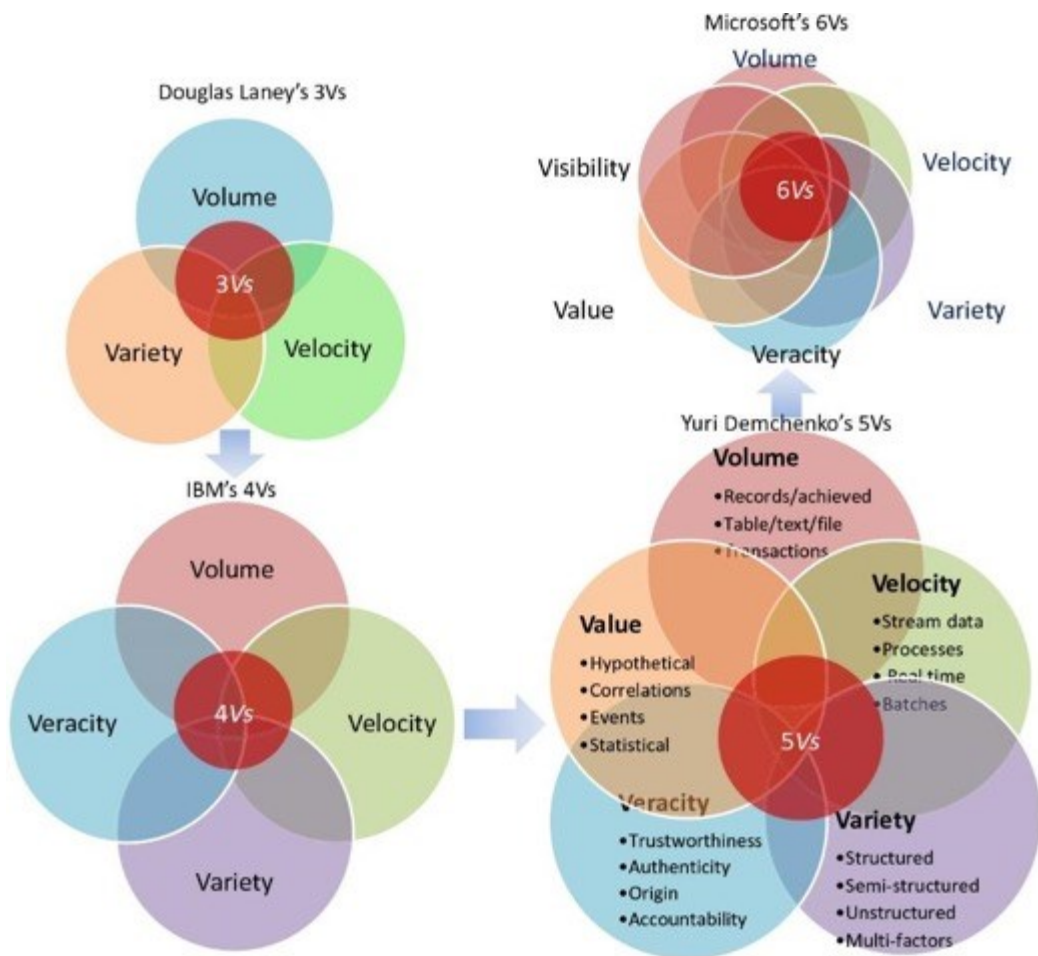
Διαστημικές Τεχνολογίες, Εφαρμογές και Υπηρεσίες

- Χαρακτηριστικά των μεγάλων δεδομένων Παρατήρησης Γης
- Χαρακτηριστικά πλατφόρμας Google Earth Engine
 - Application Programming Interface - API
 - Δεδομένα και Δομές δεδομένων
- Παραδείγματα χρήσης Google Earth Engine
 - Επιστημονικές δημοσιεύσεις & Διαδικτυακές Εφαρμογές
- Εφαρμογή Google Earth Engine
 - Εφαρμογή I:
 - Εφαρμογή II:
 - Εφαρμογή III:
 - Εφαρμογή IV:

Ορισμός

Σύνολα δεδομένων τα οποία δεν είναι δυνατόν να διαχειριστεί η παραδοσιακή επιστήμη της πληροφορικής και τα εργαλεία λογισμικού σε ανεκτό χρονικό διάστημα (Chen et al., 2014).

Χαρακτηριστικά μεγάλων δεδομένων



- **Volume:** Όγκος δεδομένων που καλούμαστε να διαχειριστούμε
- **Variety:** Το πλήθος των διαφορετικών τύπων δεδομένων που καλούμαστε να επεξεργαστούμε.
- **Velocity:** Ο ρυθμός με τον οποίο εισέρχονται νέα δεδομένα αλλά και ανανεώνονται τα ήδη υπάρχοντα καθώς και με τον χρόνο που απαιτείται για την επεξεργασία και ανάλυση τους.
- **Veracity:** αξιοπιστία/ποιότητα και η ακρίβεια των δεδομένων.
- **Value:** Η ικανότητα μετατροπής των μεγάλων δεδομένων σε αξία.
- **Visibility:** Ο τρόπος απεικόνισης των δεδομένων.

Χαρακτηριστικά μεγάλων δεδομένων

Διανυσματικά και Ψηφιδωτά δεδομένα (vector & raster)

Ένα μοντέλο δεδομένων αποτελείται από κανόνες που ορίζουν μια απλούστερη αναπαράσταση των γεωγραφικών οντοτήτων του πραγματικού κόσμου.

Το μοντέλο δεδομένων μπορεί να είναι ένα σύνολο σημείων, γραμμών ή άλλων γραφικών αντικειμένων

Η αναπαράσταση δεδομένων πραγματοποιείται είτε με τη μορφή διανυσματικών δεδομένων (vector) είτε με τη μορφή ψηφιδωτών δεδομένων (raster).

Διανυσματικά δεδομένα: σύνολο σημείων, γραμμών και πολυγώνων

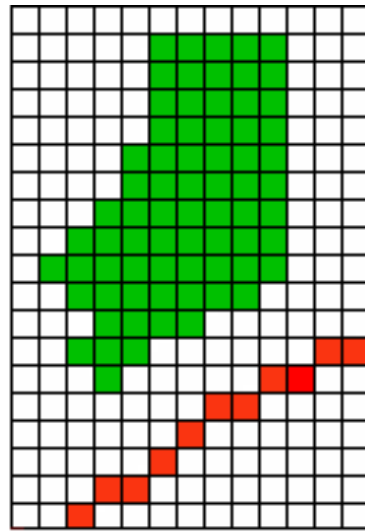
Ψηφιδωτά δεδομένα: σύνολο εικονοστοιχείων – ψηφίδων.



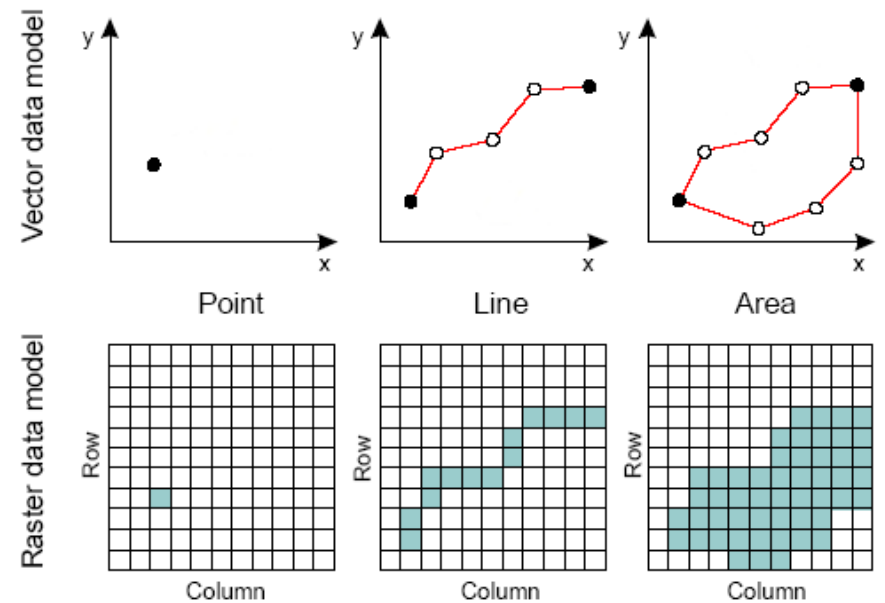
Real World



Vector



Raster



Χαρακτηριστικά μεγάλων δεδομένων

Διανυσματικά και Ψηφιδωτά δεδομένα (vector & raster)

Πλεονεκτήματα raster

- Καλή αναπαράσταση του συνεχούς χώρου
- Απλή μορφή – εύκολη διαχείριση δεδομένων
- Εύκολη εκτέλεση χωρικών αναλύσεων και μαθηματικής μοντελοποίησης

Μειονεκτήματα raster

- Υψηλές απαιτήσεις αποθηκευτικού χώρου
- Η λεπτομέρεια της απεικόνισης εξαρτάται από το μέγεθος της ψηφίδας
- Δυσκολία απεικόνισης γραμμικών δεδομένων
- Δυσκολία μετατροπής σε προβολικό σύστημα - παραμορφώσεις

Πλεονεκτήματα vector

- Μικρότερες απαιτήσεις αποθηκευτικού χώρου
- Πλησιέστερη οπτικοποίηση δεδομένων στην πραγματική κατάσταση – Ακριβής χαρτογραφική απόδοση σε όλες τις κλίμακες
- Αποτελεσματική απεικόνιση τοπολογίας – εύκολη διεξαγωγή χωρικών αναζητήσεων βάσει τοπολογίας

Μειονεκτήματα vector

- Πολύπλοκη δομή δεδομένων
- Πολύπλοκοι αλγόριθμοι ανάλυσης και επεξεργασίας
- Δυσκολία απεικόνισης δεδομένων συνεχούς χώρου
- Δυσκολία συνδυασμού με ψηφιδωτά δεδομένα

Χαρακτηριστικά των Big Data Παρατήρησης Γης

Multi-source: Χρήση διαφορετικών αισθητήρων για την απόκτηση δεδομένων.

Multiple scales: Η κλίμακα παρατήρησης, αναφέρεται σε παραμέτρους όπως η χωρική ανάλυση. Η χωρική ανάλυση και μπορεί να θεωρηθεί ως το μέγεθος των μικρότερων αντικειμένων που μπορούν να διακριθούν από τους αισθητήρες.

Υψηλής ανάλυσης QuickBird (0,61 m) - Μέσης ανάλυσης Landsat (30 m) - Χαμηλής ανάλυσης όπως το MODIS (250 m).

High-dimensional: Αναφέρεται στη φασματική και την χρονική διάσταση των δεδομένων. Το σύστημα AVIRIS παρέχει 224 φασματικές ζώνες στην περιοχή 0,4-2,5 μm και το MODIS με συχνότητα δειγματοληψίας 1 ημέρας παρέχει δεδομένα μακροχρόνιων σειρών. Η πολυπλοκότητα πολλών υφιστάμενων αλγορίθμων εξόρυξης δεδομένων είναι εκθετική σε σχέση με τον αριθμό των διαστάσεων.

Dynamic state: Φύση δεδομένων λόγω παρατήρησης της Γης. Οι αλλαγές που προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες και φυσικές καταστροφές, όπως η εξέλιξη μιας πόλης και οι ηφαιστειακές εκρήξεις και σεισμοί, είναι μη στάσιμες στοχαστικές διαδικασίες.

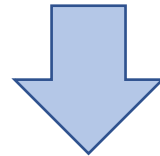
Isomer characteristic: Διαφορετικοί τρόποι απεικόνισης. Αφού εξαγάγουμε πληροφορίες από δεδομένα raster, συχνά αναπαριστάμε τις εξαγόμενες πληροφορίες με διανυσματικά δεδομένα (vector δεδομένα) - Δεν είναι εύκολο να διερευνήσουμε τις σχέσεις μεταξύ των διαφόρων τύπων δεδομένων.

Non-linear characteristics: οι χρονοσειρές δεδομένων Παρατήρησης Γης είναι συνήθως μη γραμμικές και θορυβώδεις. Τέτοιες χρονοσειρές συνήθως δεν μπορούν να μελετηθούν ικανοποιητικά με ανάλυση γραμμικών χρονοσειρών- Χρειαζόμαστε προηγμένες μη γραμμικές μεθόδους

Χαρακτηριστικά των Big Data Παρατήρησης Γης

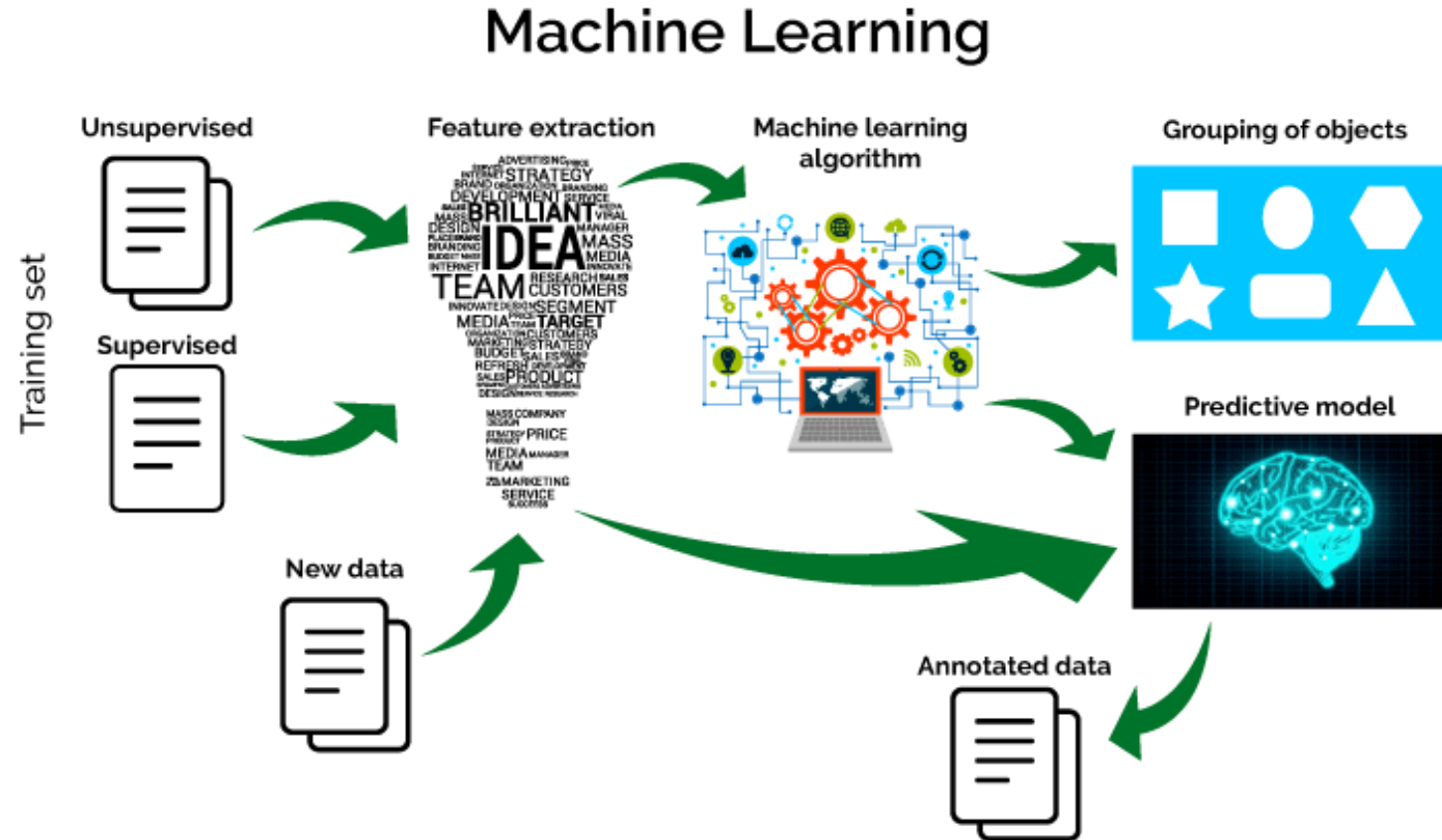
- Μόνο το 2019, ο όγκος των ανοιχτών δεδομένων που παράγονται από Landsat-7 και Landsat-8, MODIS (Terra και Aqua) και τρεις πρώτες αποστολές Sentinel (Sentinel-1, -2 και -3) είναι περίπου 5 PB.
- Αυτά τα μεγάλα σύνολα δεδομένων υπερβαίνουν συχνά τις δυνατότητες μνήμης, αποθήκευσης και επεξεργασίας προσωπικών υπολογιστών – εκμεταλλευτούμε μόνο ένα μικρό μέρος των διαθέσιμων δεδομένων για επιστημονική έρευνα και επιχειρησιακές εφαρμογές
- Για να εκμεταλλευτούν όλες τις δυνατότητες αυτής της εποχής, οι χρήστες πρέπει να χειριστούν εκατοντάδες (ή χιλιάδες) αρχεία δεδομένων ΕΟ, διαφορετικών φασματικών, χρονικών και χωρικών αναλύσεων, χρησιμοποιώντας ή αναπτύσσοντας σενάρια λογισμικού για να εξαγάγουν πληροφορίες που ενδιαφέρουν.

Για την ικανοποίηση αυτών των απαιτήσεων, έχουν προταθεί και αναπτυχθεί νέες τεχνολογίες, βασισμένες σε υπολογιστικά νέφη και συστήματα διανομής.



Machine learning + Cloud computing

Το **cloud computing** είναι η αποθήκευση, η επεξεργασία και η χρήση δεδομένων από απομακρυσμένους υπολογιστές στους οποίους εξασφαλίζεται πρόσβαση μέσω του διαδικτύου.



Data Visualization and User Interaction

Εργαλεία τα οποία επιτρέπουν διαδραστική παρουσίαση δεδομένων

Χάρτες και διαγράμματα εκτίμηση σχετικά με τη σκοπιμότητα της επιθυμητής επεξεργασίας εικόνας.

Τεχνικές 3D οπτικοποίησης που παρέχουν δυνατότητες οπτικής ανάλυσης γεωχωρικών δεδομένων και δεδομένων χρονοσειρών και δημιουργία εφαρμογών

Διαδραστική οπτικοποίηση μεγάλων πολυδιάστατων χωρικών δεδομένων (απεικόνιση του ανέμου, του ύψους κύματος, των επιπέδων υπεριώδους ακτινοβολίας)

Data Analytics

Χρήση αυτόματων και ημιαυτόματων εργαλείων.

Μέθοδοι βαθιάς μάθησης – εξαγωγή χαρακτηριστικών

Data processing

Επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο για τη δημιουργία υψηλότερου επιπέδου, πιο χρήσιμων, συνοπτικών πληροφοριών

Satellite Image Time Series

Μελέτη land cover dynamics για κατανόηση των περιβαλλοντικών αλλαγών στο αστικό και φυσικό περιβάλλον ιδανικά > 20 έτη (πόλεις, γεωργία, κλιματική αλλαγή)

Content-Based Image Retrieval

Ανάκτηση εικόνας βάσει περιεχομένου (Ανάκτηση όλων των εικόνων που έχουν παρόμοιο περιεχόμενο με ένα query)

Google Mission Statement

"To organize the world's information and make it universally accessible and useful."

MEET Google Earth Engine

Remote Sensing of Environment 202 (2017) 18–27

Contents lists available at ScienceDirect

Remote Sensing of Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse

ELSEVIER

Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone

Noel Gorelick ^{a,*}, Matt Hancher ^b, Mike Dixon ^b, Simon Ilyushchenko ^b, David Thau ^b, Rebecca Moore ^b

^a Google Switzerland, Brandenburgerstrasse 133, Zurich 8002, Switzerland
^b Google Inc., 1600 Amphitheater Parkway, Mountain View, CA, 94043, USA

ARTICLE INFO

Article history:
Received 9 July 2016
Received in revised form 5 June 2017
Accepted 27 June 2017
Available online 6 July 2017

Keywords:
Cloud computing
Big data
Analysis
Platform
Data democratization
Earth Engine

ABSTRACT

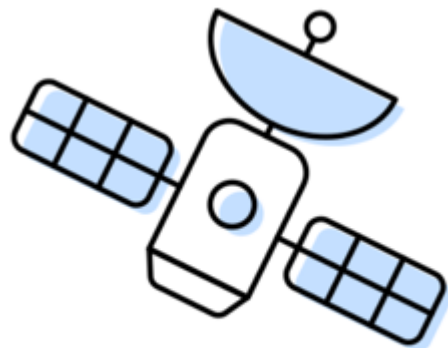
Google Earth Engine is a cloud-based platform for planetary-scale geospatial analysis that brings Google's massive computational capabilities to bear on a variety of high-impact societal issues including deforestation, drought, disaster, disease, food security, water management, climate monitoring and environmental protection. It is unique in the field as an integrated platform designed to empower not only traditional remote sensing scientists, but also a much wider audience that lacks the technical capacity needed to utilize traditional supercomputers or large-scale commodity cloud computing resources.

© 2017 The Author(s). Published by Elsevier Inc. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Πλατφόρμα που βασίζεται στη τεχνολογία του Cloud computing.

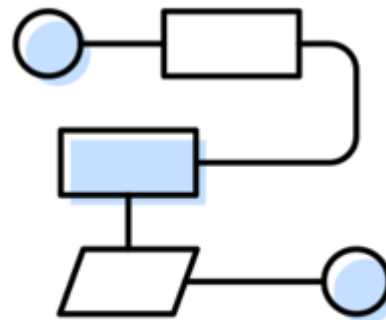
- Πρόσβαση σε δεδομένα ανοικτής δημόσιας πρόσβασης (π.χ. προϊόντα των Sentinel, Landsat, MODIS) - Petabyte.
- Εκμεταλλεύεται τις υπολογιστικές υποδομές της Google
- Επεξεργασία γεωχωρικών δεδομένων ελαχιστοποιώντας τον χρόνο υπολογιστικής ανάλυσης και επεξεργασίας
- Application Programming Interface – API είναι η διεπαφή (περιβάλλον επικοινωνίας υπολογιστή - χρήστη) των διαφόρων προγραμματιστικών διαδικασιών το οποίο μας παρέχει ένα λειτουργικό σύστημα και μία βιβλιοθήκη με το σύνολο των λειτουργιών που παρέχει (JavaScript και Python)

Η βάση δεδομένων, Η υπολογιστική ισχύς, τα APIs και ο editor.



Satellite Imagery

+



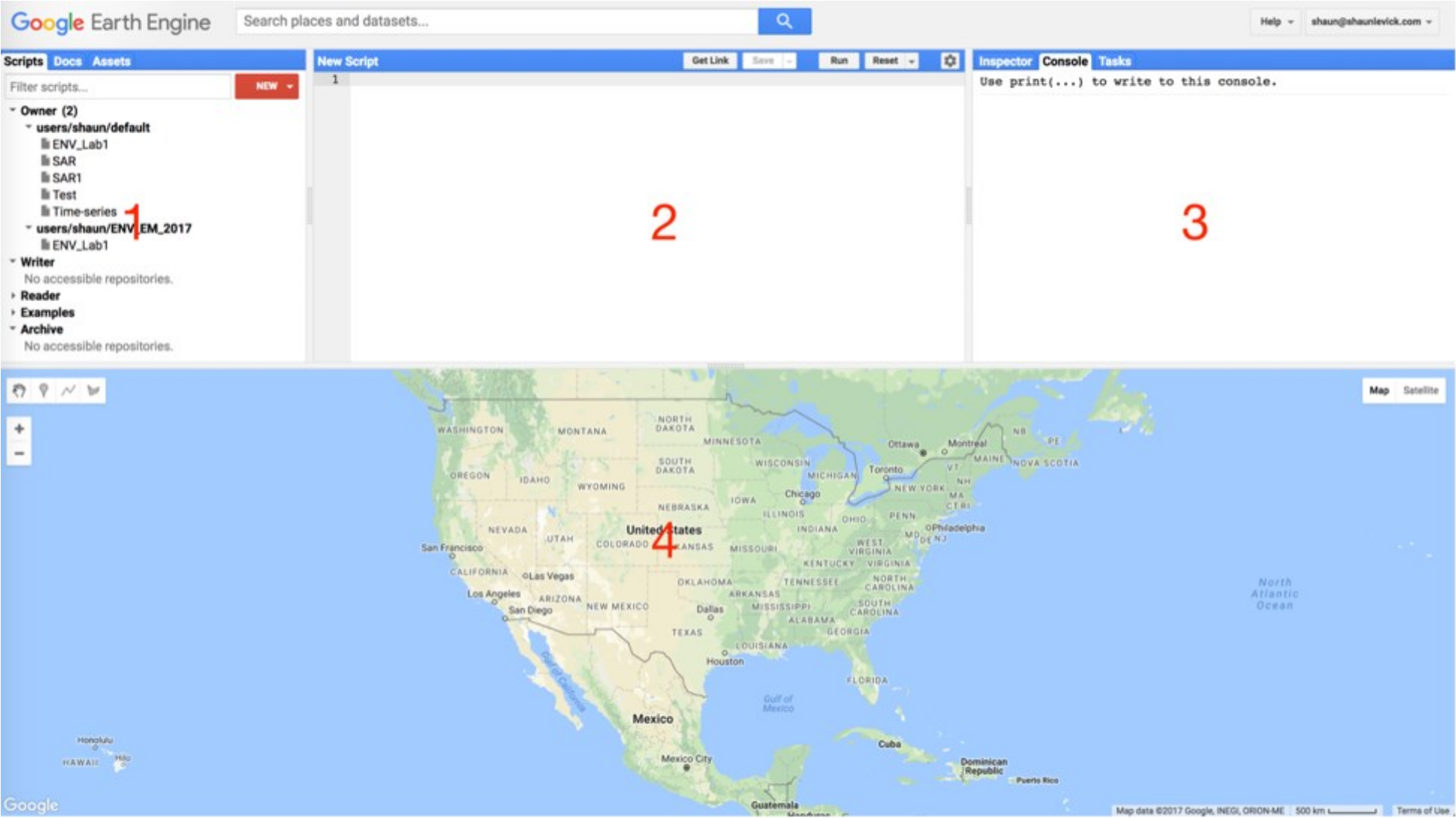
Your Algorithms

+



Real World Applications

Google Earth Engine API



Google Earth Engine API

Scripts, Docs and Assets Panel

Scripts: Οργάνωση ανά access level.

Owner: αποθήκευση scripts με προσωπική πρόσβαση

Examples: παραδείγματα από Google

Docs: Documentation των > 800 συναρτήσεων που βρίσκονται αποθηκευμένες στις βιβλιοθήκες της Earth Engine (απλές μαθηματικές συναρτήσεις, γεωστατιστικές, machine learning και image processing διεργασίες)

```
ee.Filter.date(start, end)
```

Filter a collection by date range. The start and end may be Dates, numbers

(interpreted as milliseconds since 1970-01-01T00:00:00Z), or strings (such as '1996-01-01T08:00'). Based on 'system:time_start' property.

Returns the constructed filter.

Arguments:

- **start** (Date|Number|String):

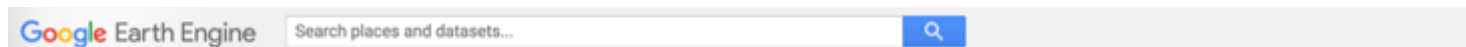
The start date (inclusive).

- **end** (Date|Number|String, optional):

The end date (exclusive). Optional. If not specified, a 1-millisecond range starting at 'start' is created.

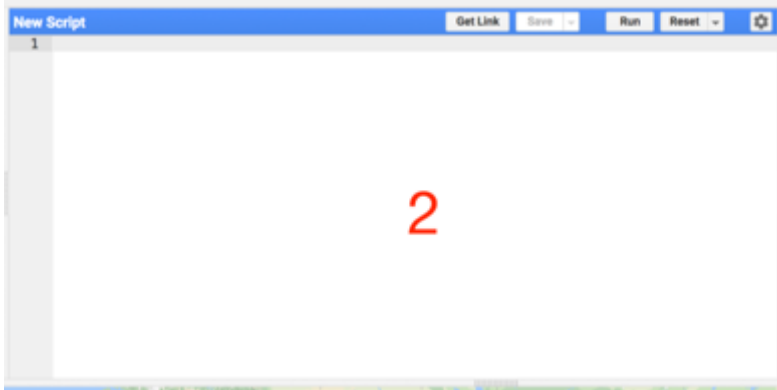
Assets: Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αναρτήσει τα δικά του αρχεία μέσα στην εφαρμογή

Search places and datasets



Το πλαίσιο της αναζήτησης δεδομένων. Μπορούμε να αναζητήσουμε δεδομένα από τη βάση δεδομένων της Earth Engine και να τα χρησιμοποιήσουμε

Google Earth Engine API Interface



Script editor: Παράθυρο για να γράφουμε και να τρέχουμε εντολές κώδικα σε γλώσσα Javascript (browser).

Get Link δημιουργείται μία διεύθυνση URL που αναφέρεται στον αλγόριθμο

Run εκτελεί τον αλγόριθμο, **Reset** σταματάει τη διαδικασία και δίνεται και η επιλογή καθαρισμού της περιοχής του editor.

Inspector, Console and Tasks Panel



Inspector: Μας δίνει τη δυνατότητα να εξετάσουμε τα εικονοστοιχεία ως προς τις τιμές που τα χαρακτηρίζουν, τα αντικείμενα ή περιοχές που έχουμε εισάγει στο χάρτη μέσω της επιλογής σημείου στο χάρτη δίνει χαρακτηριστικές τιμές για το επιλεγμένο σημείο ή εικονοστοιχείο.

Console: Πέρα από το χάρτη, έξοδο πληροφορίας μπορεί να έχει ο χρήστης και στην κονσόλα, με τη εισαγωγή της εντολής print στο αλγόριθμο του.

Tasks: Στην καρτέλα αυτή, εμφανίζονται διαδικασίες που ορίζονται μέσα από τον αλγόριθμο που αναπτύξαμε και είναι στον έλεγχο του χρήστη προς εφαρμογή.

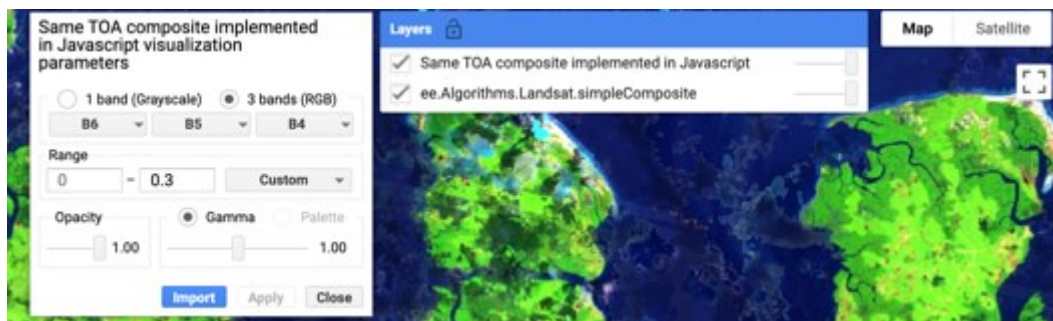
Google Earth Engine API

Map interface



Περιβάλλον χάρτη: Εμφανίσουμε τα χωρικά δεδομένα που χρησιμοποιεί ο αλγόριθμος μας

Γεωμετρικά εργαλεία μας δίνεται η δυνατότητα να εισάγουμε στο χάρτη σημεία, ευθείες ή πολύγωνα. Κάθε γεωμετρία που εισάγουμε δημιουργεί και ένα αντίστοιχο layer στο χάρτη.



Layer: η περιοχή που ο χρήστης μπορεί να εμφανίσει ή να αποκρύψει τα layer που έχει εισάγει.

Δίδονται βασικές επιλογές διαχείρισης της εικόνας, όπως τα ποια κανάλια θέλει να εμφανίσει ο χρήστης, το εύρος των τιμών του γκρι των εικονοστοιχείων ή το ποσοστό διαφάνειας της εικόνας.

The Earth Engine Data Catalog



Landsat & Sentinel 1, 2
10-30m, weekly



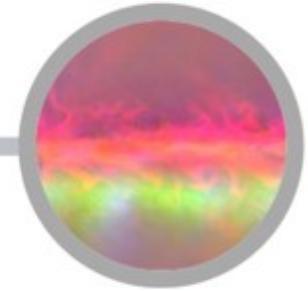
MODIS
250m daily



Vector Data
WDPA, Tiger



**Terrain &
Land Cover**



Weather & Climate
NOAA NCEP, OMI, ...

... and upload your own vectors and rasters

> 200 public datasets

> 5 million images

> 4000 new images every day

> 7 petabytes of data

Geographic data structures – Δομές γεωγραφικών δεδομένων

Image: Raster data type

ImageCollection: a stack or time-series of Images.

Stack of georeferenced bands - μπορεί να έχουν διαφορετικά Mask/ Projection/ Resolution

Geometry: Vector data type (Point/ Line/ Polygon)

Feature: Geometry with attributes.

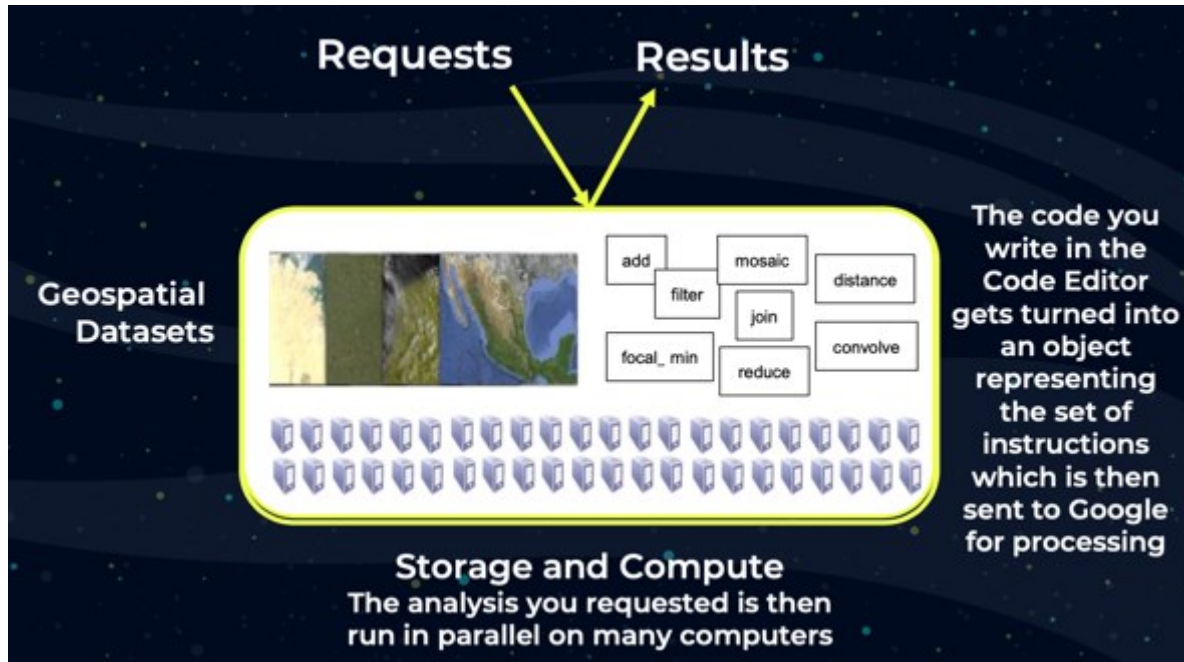
FeatureCollection: a set of features.

Reducer: an object used to compute statistics or perform aggregations.

Join: or how to combine datasets (Image or Feature collections) based on time, location, or an attribute property.

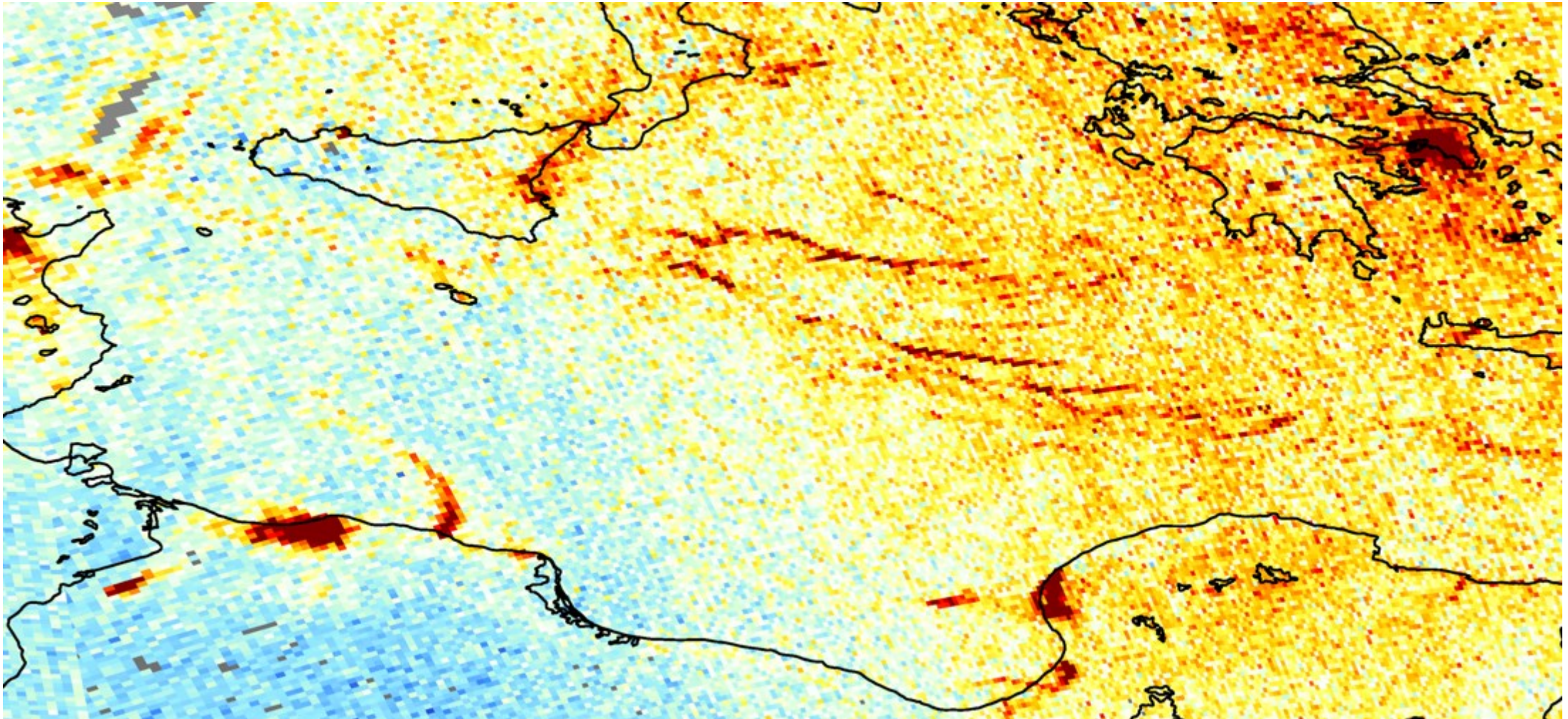
Array: for multi-dimensional analyses.

Google Earth Engine - Παράδειγμα υπολογισμού



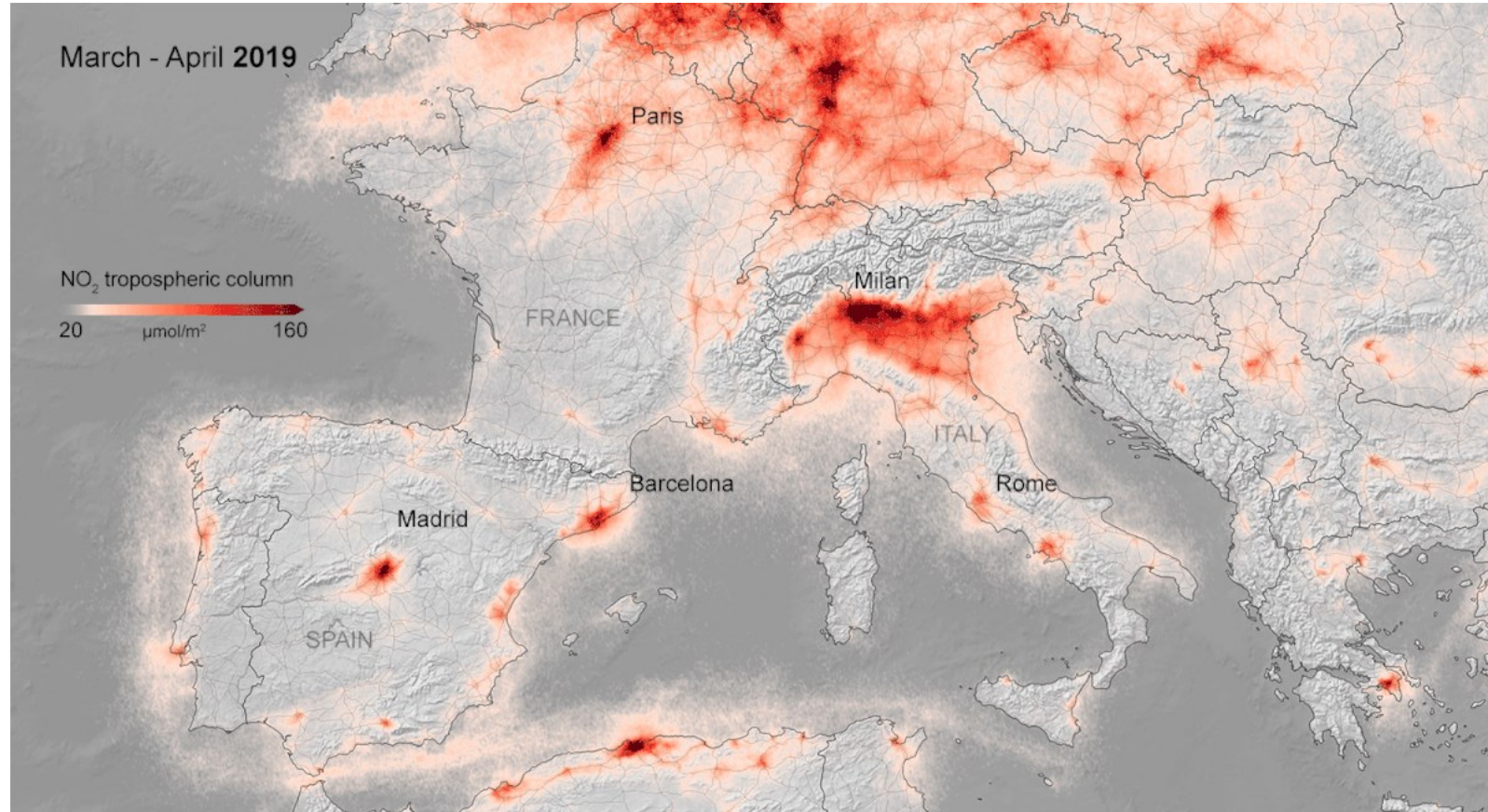
Google Earth Engine – Παραδείγματα (Ατμοσφαιρική ρύπανση)

Ανίχνευση ρύπανσης από μεμονωμένα πλοία από το διάστημα
NO₂ plumes from individual ships from Sentinel-5P data



Google Earth Engine – Παραδείγματα (Ατμοσφαιρική ρύπανση)

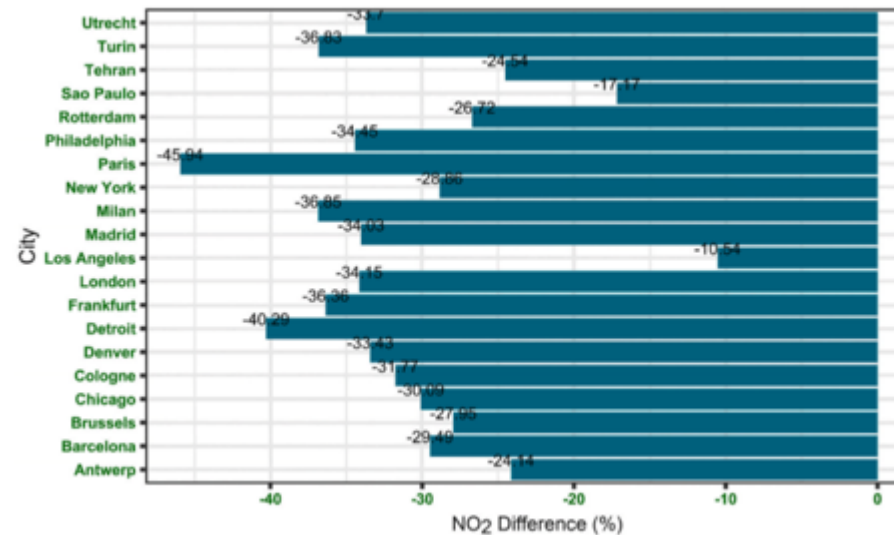
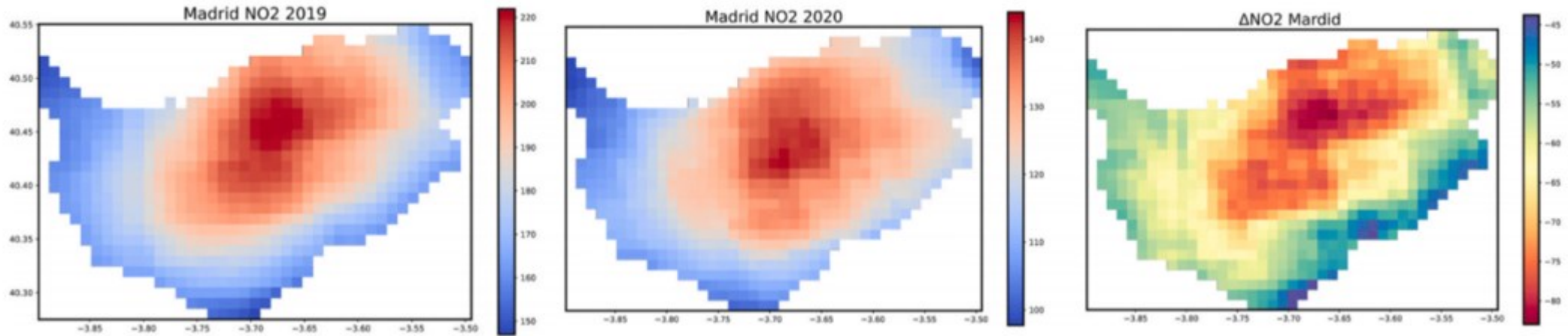
Coronavirus lockdown leading to drop in pollution across Europe
Reductions in NO₂ concentrations over several major cities across Europe



Παρίσι: -54%, Μιλάνο: - 47%, Ρώμη: -49%, Μαδρίτη:-45%

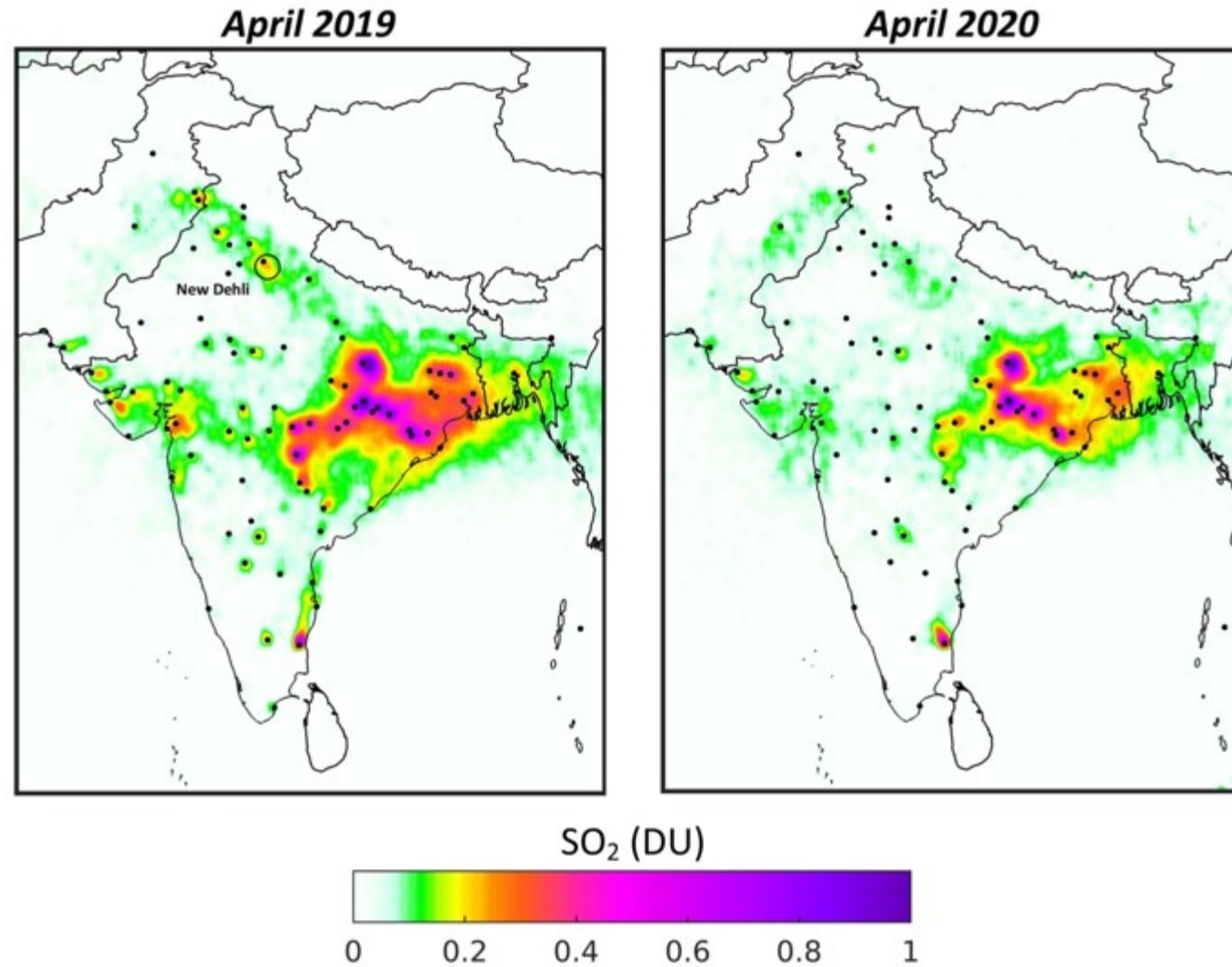
Google Earth Engine – Παραδείγματα (Ατμοσφαιρική ρύπανση)

Examining the status of improved air quality in world cities due to COVID-19 led temporary reduction in anthropogenic emissions



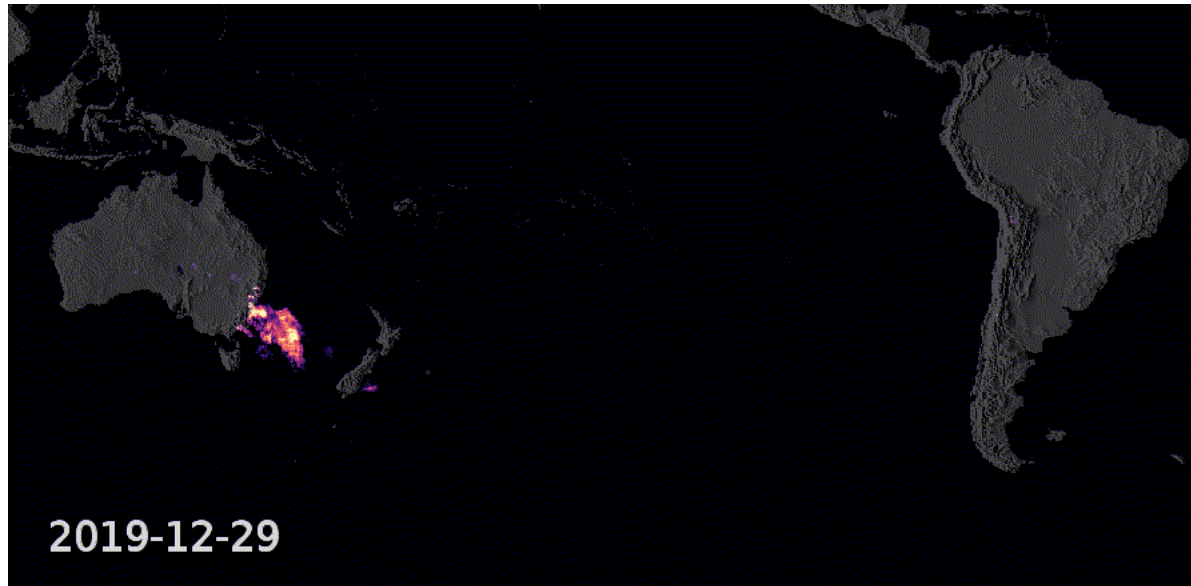
Google Earth Engine – Παραδείγματα (Ατμοσφαιρική ρύπανση)

Sulphur dioxide concentrations drop over India during COVID-19



Google Earth Engine – Παραδείγματα (Πυρκαγιές)

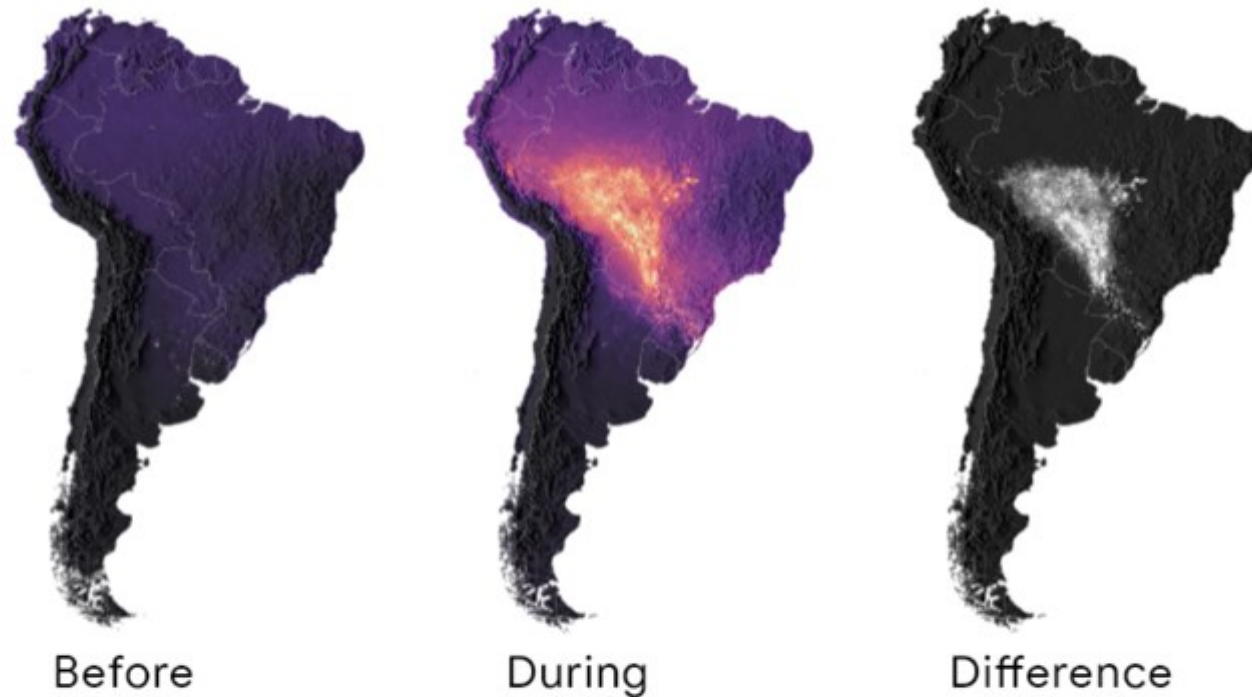
Aerosol plume from the massive 2019–2020 Australian brush fires traveling east across the Pacific Ocean.



S5P has the TROPOMI multispectral sensor onboard that collects reflectance of wavelengths associated with a variety of atmospheric constituents, including aerosol, carbon monoxide, formaldehyde, nitrogen dioxide, ozone, sulphur dioxide, and methane. S5P also provides cloud characteristic data

Google Earth Engine – Παραδείγματα (Πυρκαγιές)

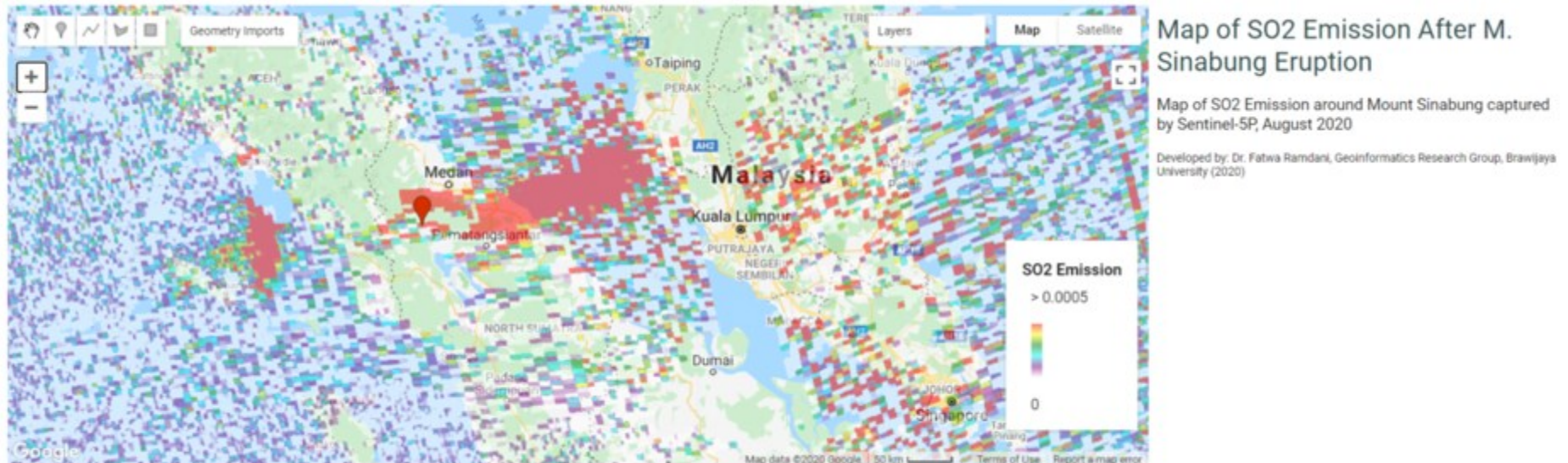
Subtract two dates that represent carbon monoxide (CO) before and during the 2019 wildfires in the Amazon to highlight regions that experienced at least a doubling in concentration



Carbon monoxide concentration difference before and during the 2019 Amazon wildfires. Concentration increases along the gradient from purple to yellow for Before and During maps, and black to white for the Difference map, which has been masked to highlight regions that experienced at least a doubling of carbon monoxide during the fires.

Google Earth Engine – Παραδείγματα (Ηφαίστεια)

Monitor the eruption of Mt. Sinabung and see the spatial distribution of emitted SO₂



SO₂ emission from the eruption of M. Sinabung, North Sumatra, Indonesia

<https://fatwaramdani.users.earthengine.app/view/eruption-of-mt-sinabung-2020>

Google Earth Engine – Παραδείγματα (Αστικό περιβάλλον)

High-resolution multi-temporal mapping of global urban land using Landsat images based on the Google Earth Engine Platform (Liu et al., 2018)

Urban Land maps have coarse spatial resolutions of 500–1000 m.

Additionally, they are only available for a single or two years.

Difficult to attain a clear picture of global urban land expansion over a long historical period.

A new multi-temporal global urban land data product developed by using the Landsat images during the 1990–2010 period, at five-year intervals

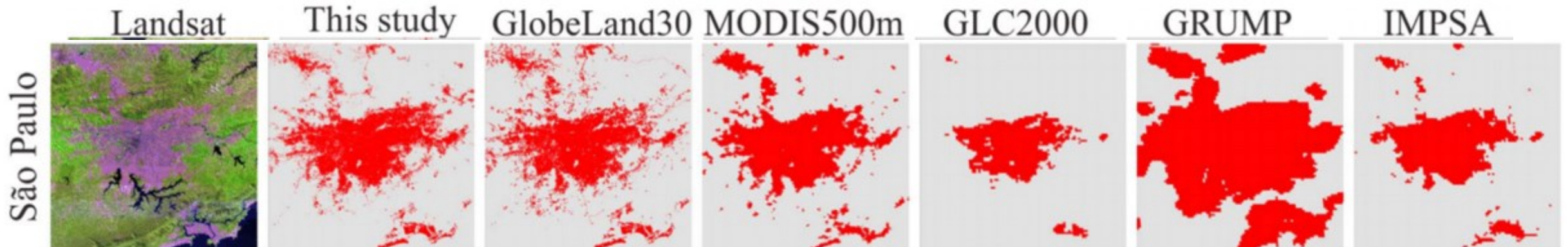
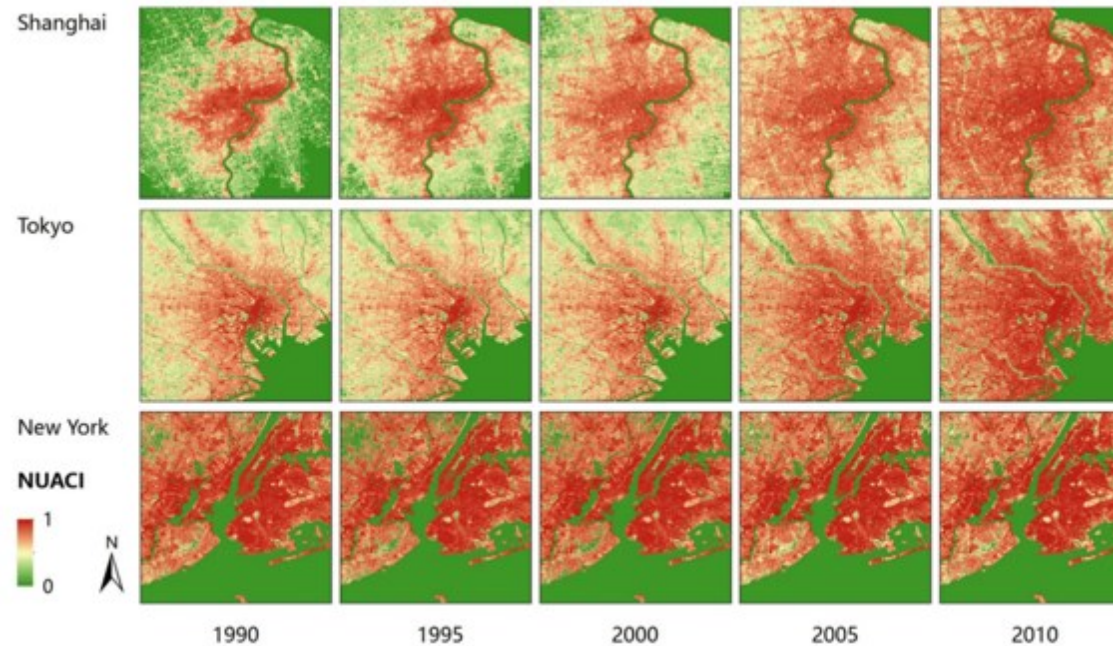
Normalized Urban Areas Composite Index (NUACI) integrates the Normalized Difference Water Index (NDWI), the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Normalized Difference Built-up Index (NDBI)

Urban land pixels vs. Non-urban pixels

Google Earth Engine – Παραδείγματα (Αστικό περιβάλλον)

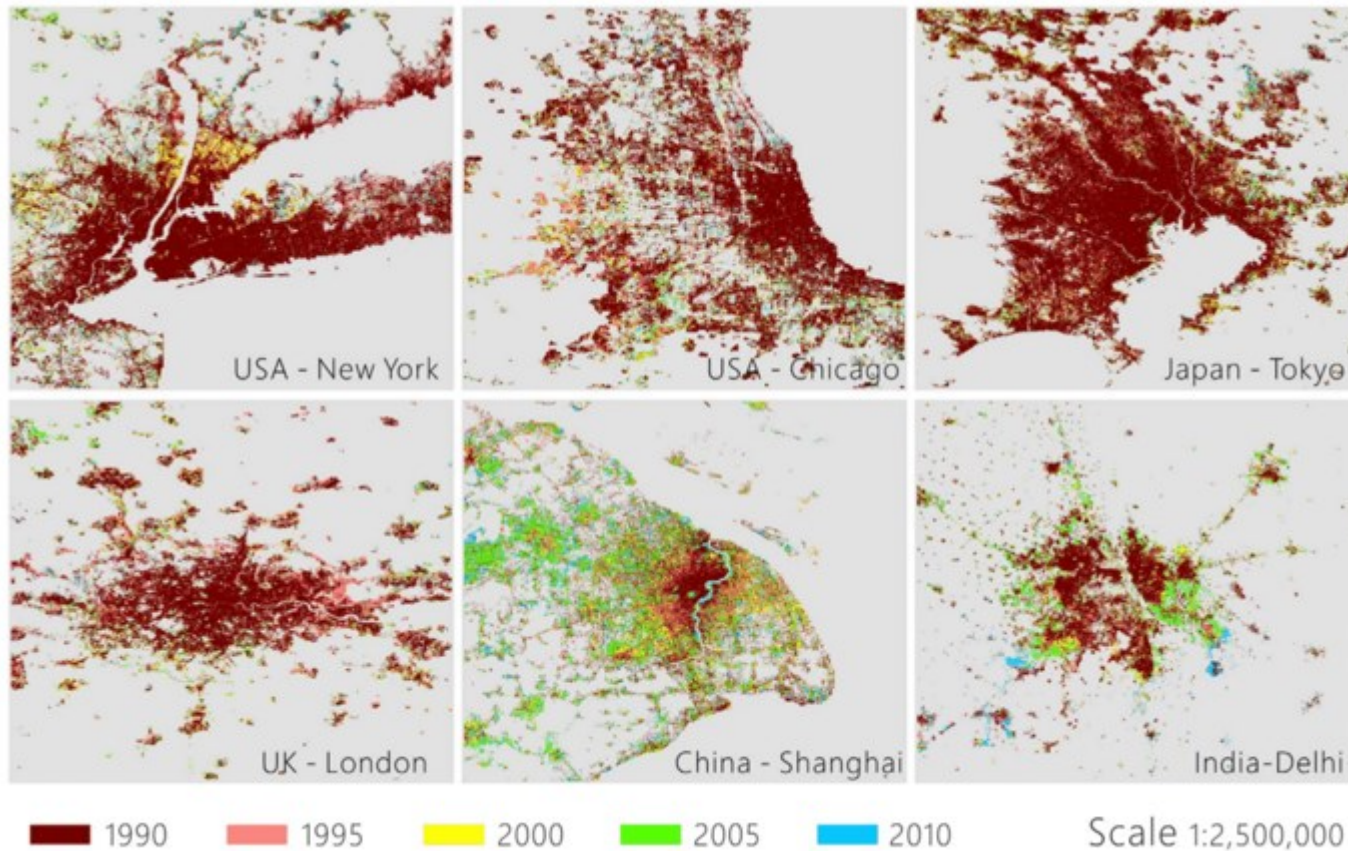
High-resolution multi-temporal mapping of global urban land using Landsat images based on the Google Earth Engine Platform (Liu et al., 2018)

Urban Expansion



Google Earth Engine – Παραδείγματα (Αστικό περιβάλλον)

High-resolution multi-temporal mapping of global urban land using Landsat images based on the Google Earth Engine Platform (Liu et al., 2018)



The 10 countries with the greatest rates of urban land expansion from 1990 to 2010 (thousand km²).

	1990	2010	% of World's total change 1990–2010
China	51.45 (± 0.71)	115.09 (± 1.03)	21.49%
United States	97.72 (± 0.43)	139.78 (± 0.54)	14.21%
India	20.60 (± 0.53)	42.23 (± 0.66)	7.30%
Brazil	13.89 (± 0.15)	21.89 (± 0.17)	2.70%
France	6.40 (± 0.17)	13.88 (± 0.22)	2.53%
Germany	11.74 (± 0.16)	18.91 (± 0.21)	2.42%
Japan	16.83 (± 0.34)	24.00 (± 0.33)	2.42%
Russia	28.56 (± 0.21)	34.49 (± 0.22)	2.00%
United Kingdom	10.49 (± 0.12)	15.13 (± 0.14)	1.57%
South Africa	2.95 (± 0.06)	5.80 (± 0.09)	0.96%

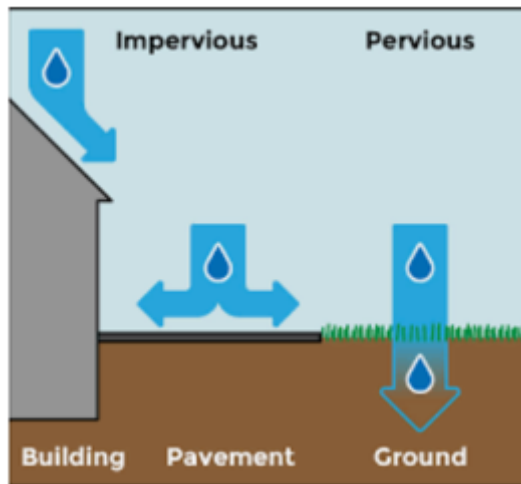
Google Earth Engine – Παραδείγματα (Αστικό περιβάλλον)

Annual maps of global artificial impervious area (GAIA) between 1985 and 2018 (Gong et al., 2020)

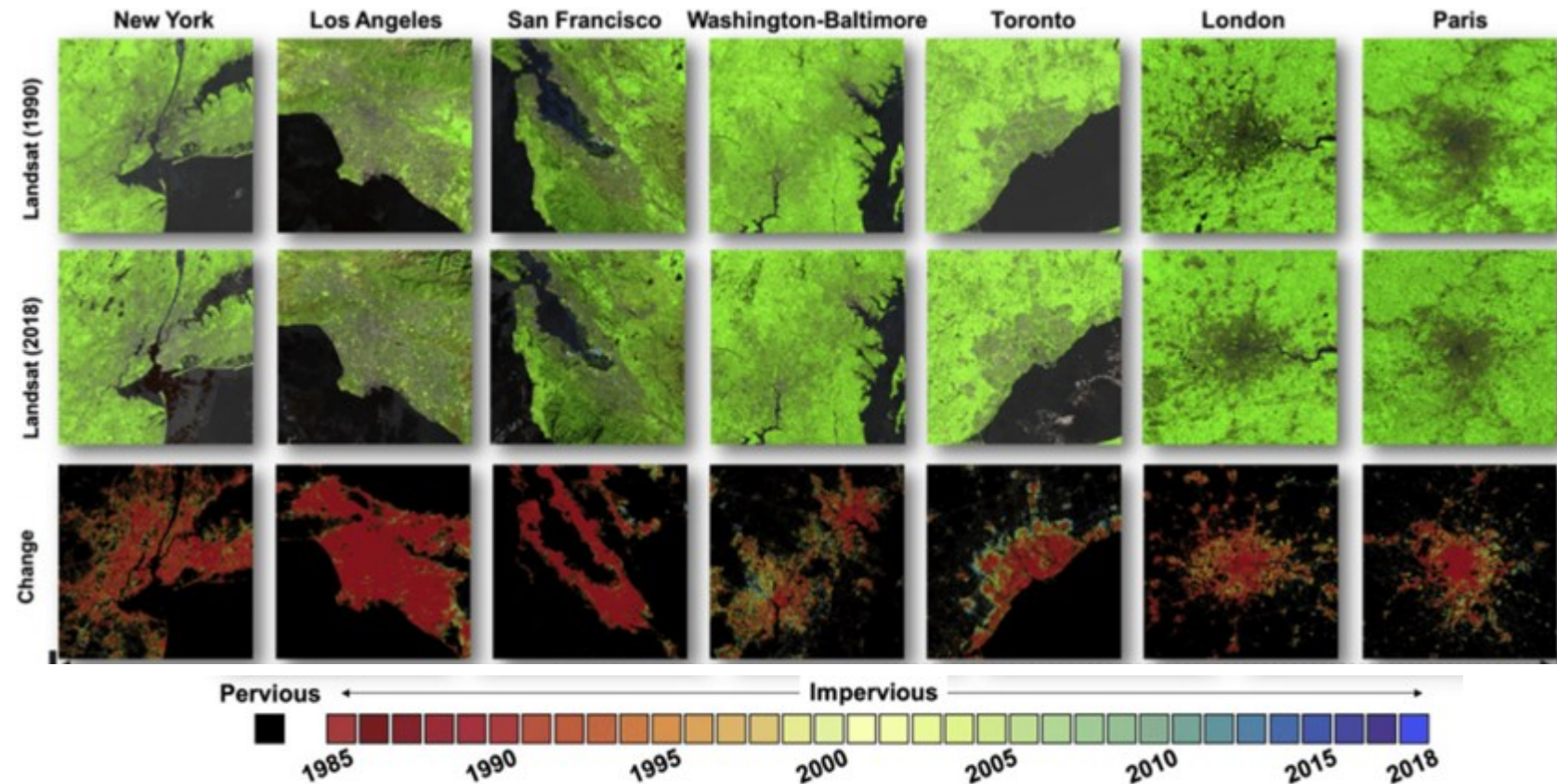
Planetary-scale mapping of annual artificial impervious areas at a 30-m resolution from 1985 to 2018.

Global Artificial Impervious Areas - Landsat images on the Google Earth Engine platform

Impervious surfaces are mainly artificial structures (asphalt, concrete, brick, stone—and rooftops).



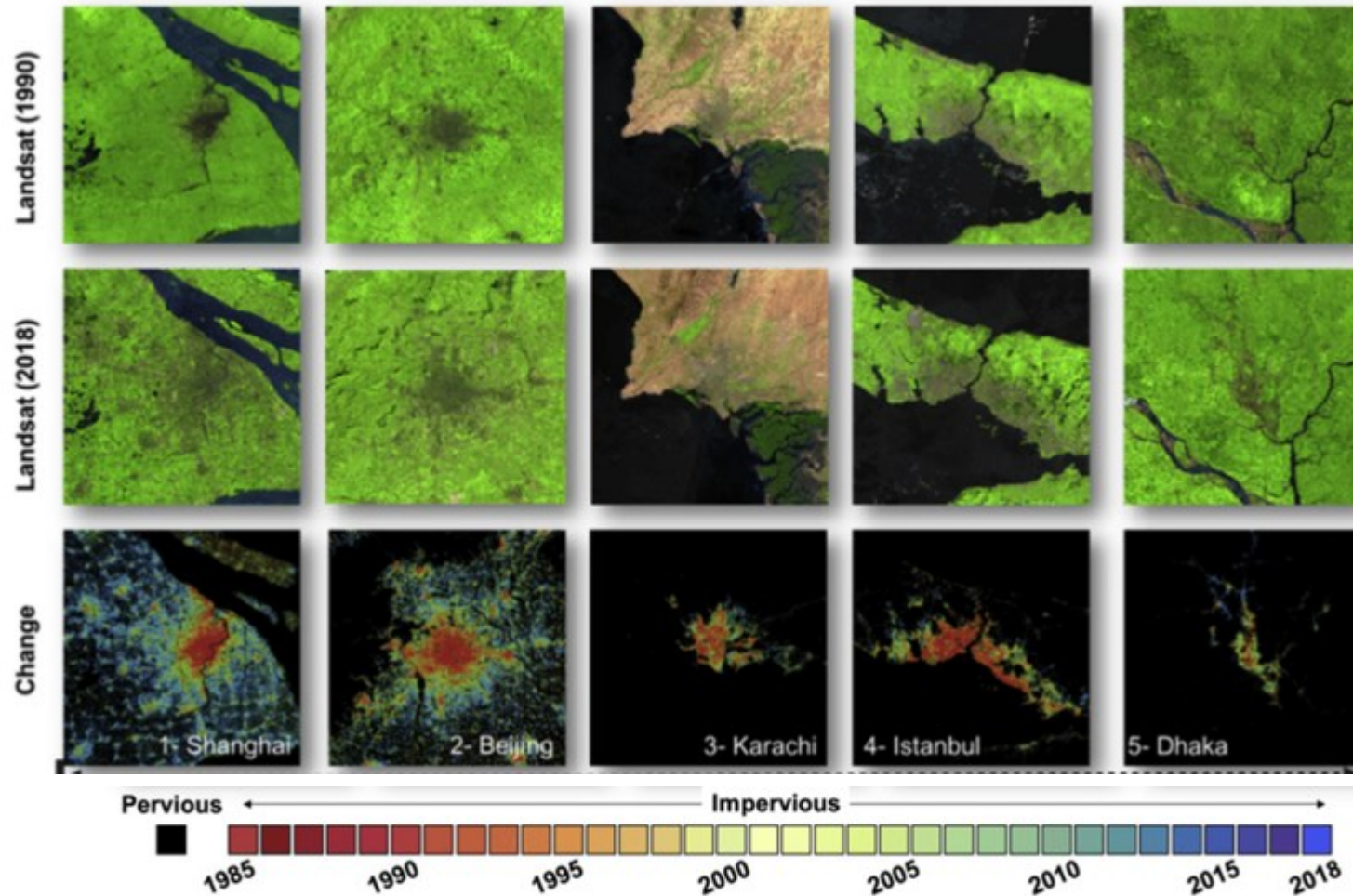
Δυναμική των διαπερατών και μη διαπερατών επιφανειών



Google Earth Engine – Παραδείγματα (Αστικό περιβάλλον)

Annual maps of global artificial impervious area (GAIA) between 1985 and 2018 (Gong et al., 2020)

Δυναμική των διαπερατών και μη διαπερατών επιφανειών



Google Earth Engine – Παραδείγματα (Αστικό περιβάλλον)

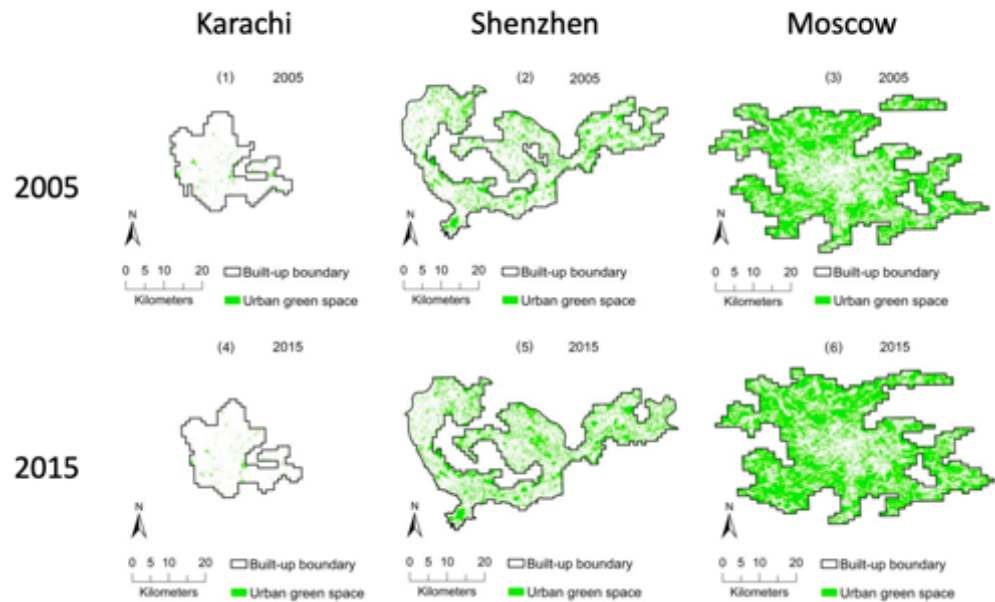
Green Spaces as an Indicator of Urban Health: Evaluating Its Changes in 28 Mega-Cities (Huang et al., 2017)

- Landsat 5 TM, 7 ETM+ and 8 OLI/TIRS imagery of
 - 2004–2006 (circa 2005), 2014–2016 (circa 2015) with cloud cover <70%
- 28 megacities (> 10m population)
 - 10,823 scenes of Landsat images
 - random forest classifier running on Google Earth Engine.
- Availability and accessibility of urban green spaces using:
 - the land cover maps and gridded population data.
- Mean availability of urban green spaces
 - Increased from 27.63% in 2005 to 31.74% in 2015.
- The mean accessibility of urban green spaces
 - increased from 65.76% in 2005 to 72.86% in 2015.

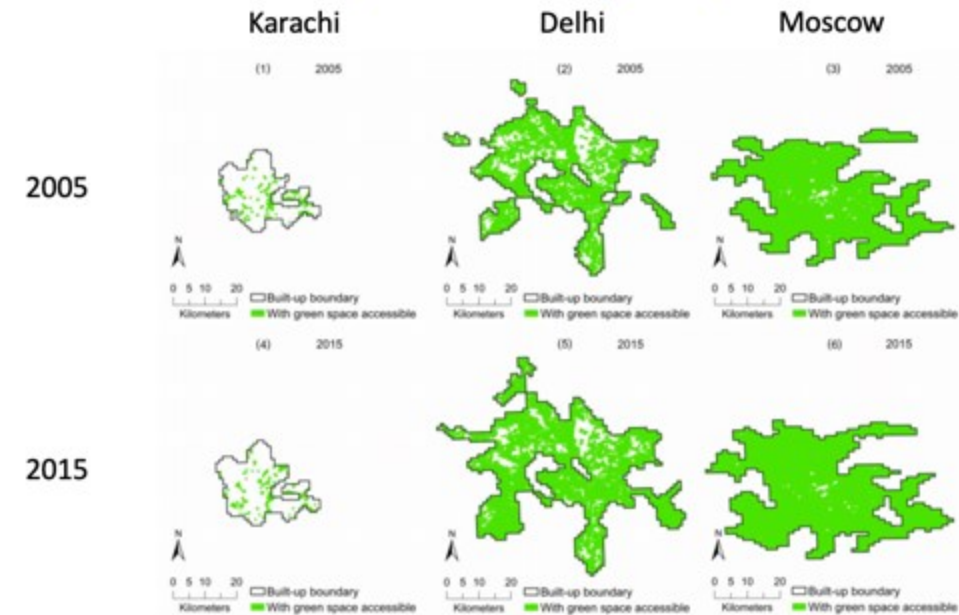
Google Earth Engine – Παραδείγματα (Αστικό περιβάλλον)

Green Spaces as an Indicator of Urban Health: Evaluating Its Changes in 28 Mega-Cities (Huang et al., 2017)

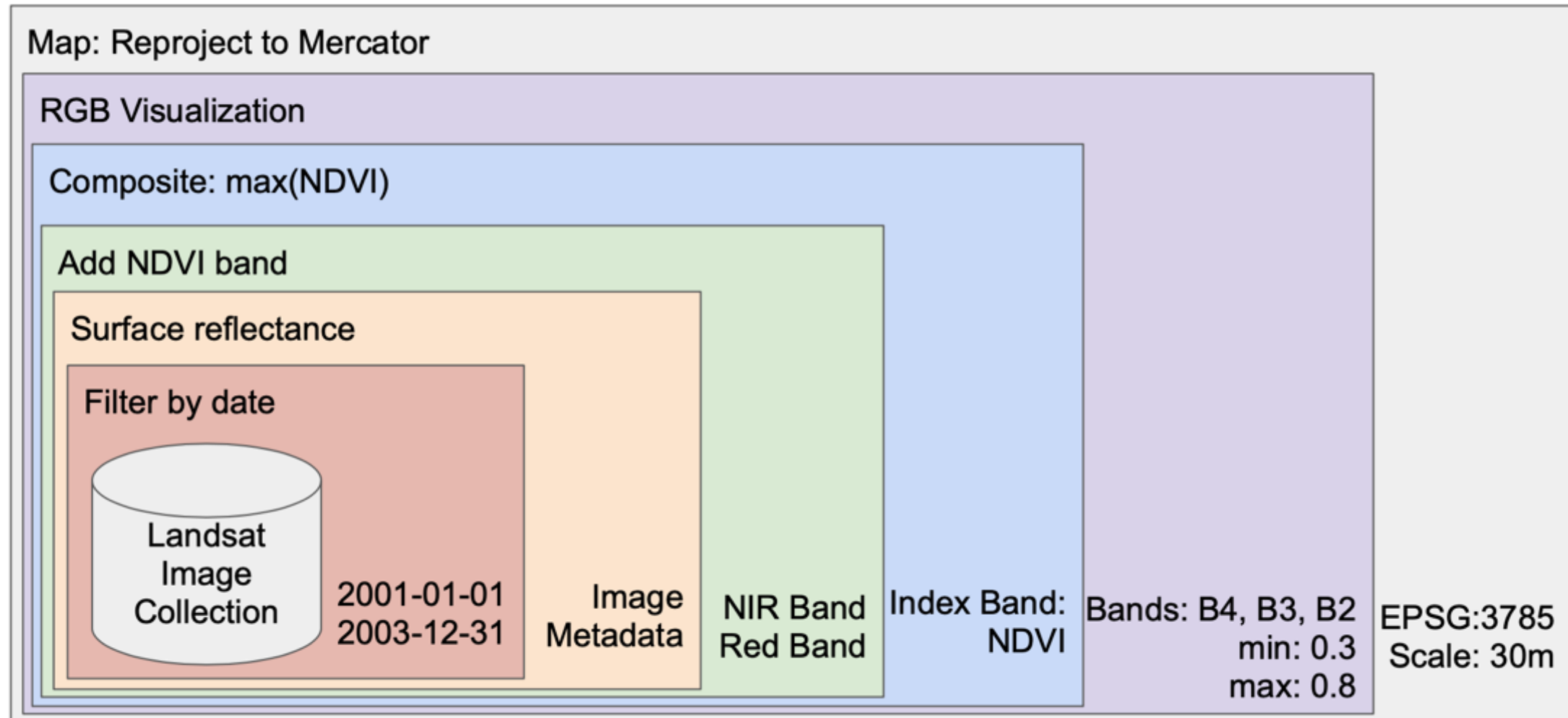
Distributions of urban green spaces in 2005 and 2015



Distributions of accessibility indicator of urban green space in 2005 and 2015 (<300m)



Παράδειγμα υπολογισμού



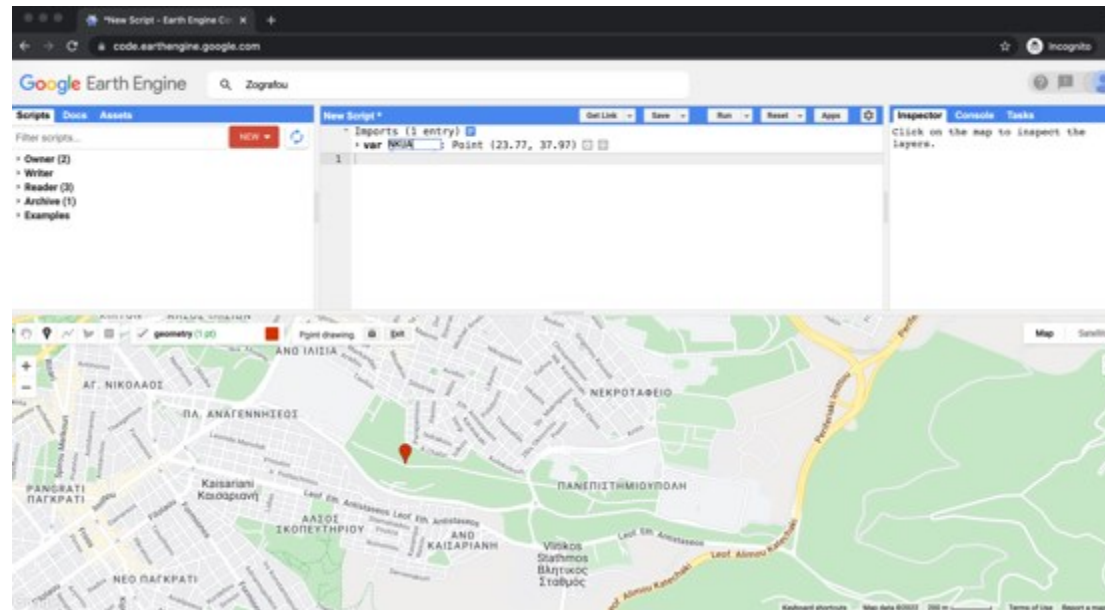
Εφαρμογή Ι – Αποτύπωση Πανεπιστημιούπολης μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης

Σκοπός: Αναζήτηση, Εύρεση, Επεξεργασία και Οπτικοποίηση δορυφορικών δεδομένων (ImageCollections)

Επιλογή Περιοχής (σημείο) με χρήση Map Tools

Search tab: Χρήση κατάλληλων λέξεων για τον εντοπισμό της περιοχής (π.χ. Zografou)

Map tools: εισαγωγή σημείου (π.χ. Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου) και ονομασία μεταβλητής (var NKUA)



Επιλογή Περιοχής (σημείο) από το script

εισαγωγή σημείου με χρήση γεωγραφικού πλάτους και μήκους (π.χ. Σαντορίνη 36.3932° N, 25.4615° E) και ονομασία μεταβλητής (var Santorini)

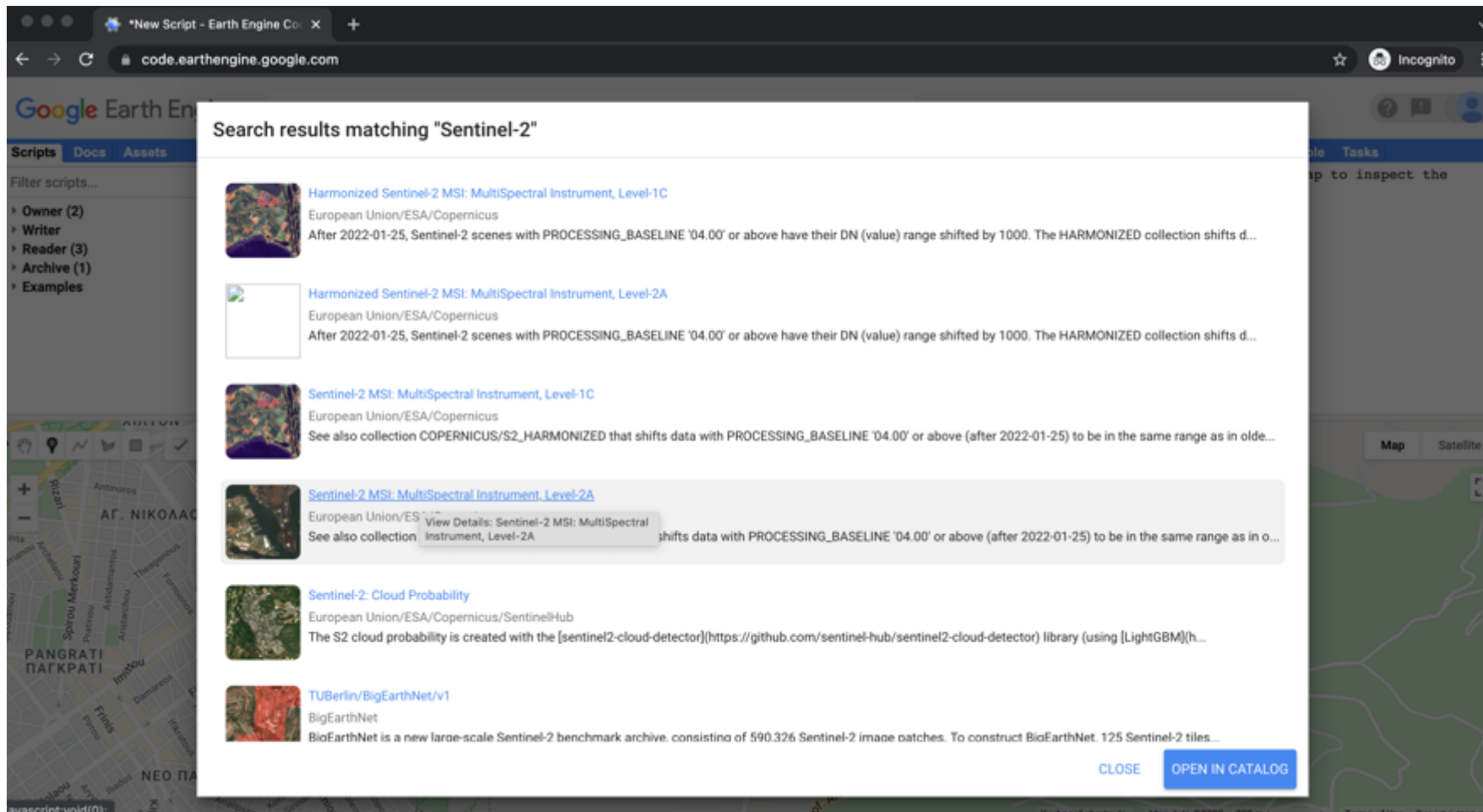
```
1
2 // Santorini Geometry Point
3 var Lat = 36.3932;
4 var Lon = 25.4615;
5 var Santorini = ee.Geometry.Point([Lon,Lat]);
```

Εφαρμογή Ι – Αποτύπωση Πανεπιστημιούπολης μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης

Επιλογή Δορυφορικών δεδομένων

Search tab: Sentinel-2

Level-2A main output is an orthoimage Bottom-Of-Atmosphere (BOA) corrected reflectance product



The screenshot shows the Google Earth Engine search interface. A search window is open, displaying results for "Sentinel-2". The search results are as follows:

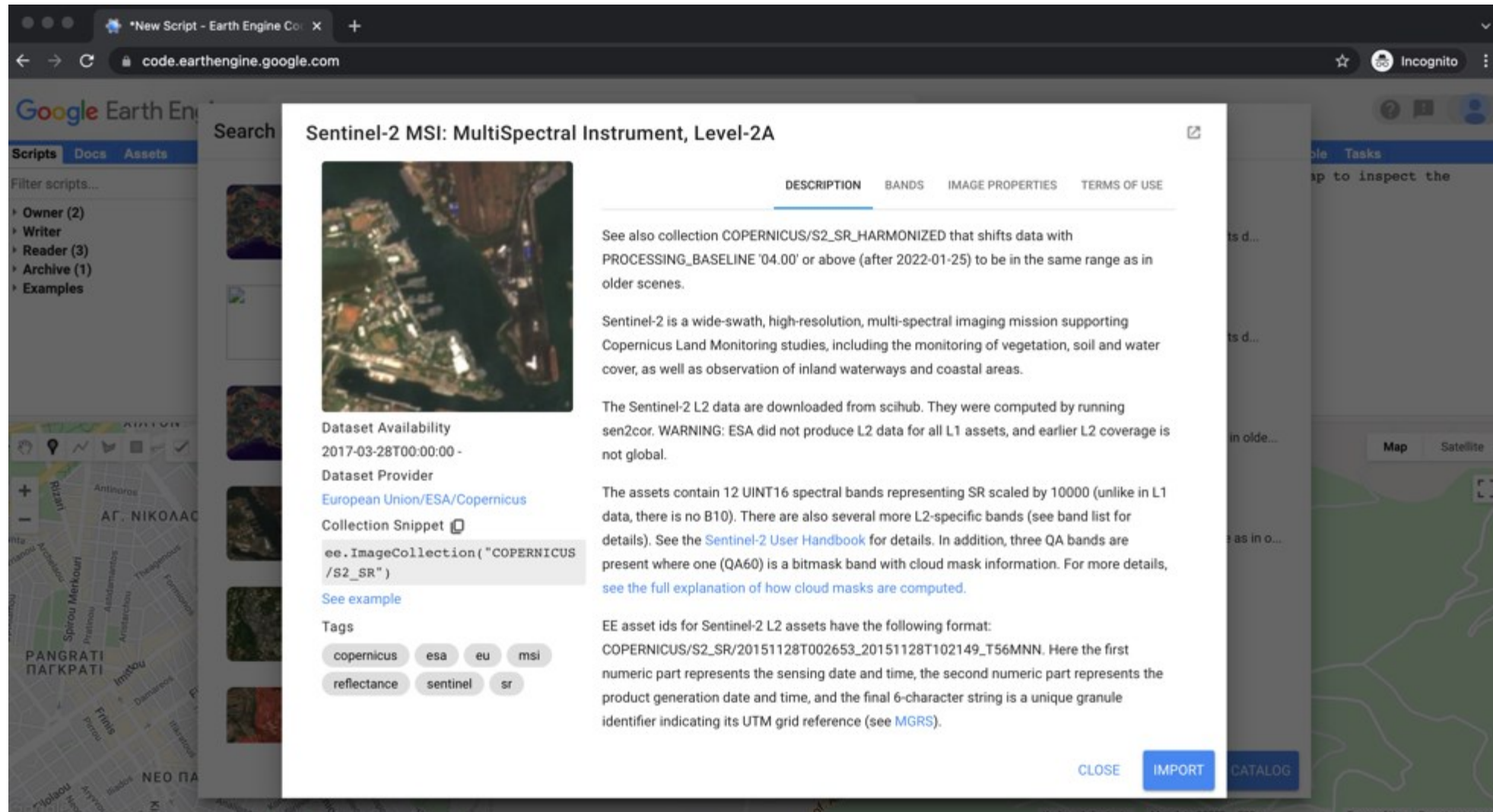
- Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C**
European Union/ESA/Copernicus
After 2022-01-25, Sentinel-2 scenes with PROCESSING_BASELINE '04.00' or above have their DN (value) range shifted by 1000. The HARMONIZED collection shifts d...
- Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A**
European Union/ESA/Copernicus
After 2022-01-25, Sentinel-2 scenes with PROCESSING_BASELINE '04.00' or above have their DN (value) range shifted by 1000. The HARMONIZED collection shifts d...
- Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C**
European Union/ESA/Copernicus
See also collection COPERNICUS/S2_HARMONIZED that shifts data with PROCESSING_BASELINE '04.00' or above (after 2022-01-25) to be in the same range as in olde...
- Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A**
European Union/ESA/Copernicus
See also collection COPERNICUS/S2_HARMONIZED that shifts data with PROCESSING_BASELINE '04.00' or above (after 2022-01-25) to be in the same range as in o...
- Sentinel-2: Cloud Probability**
European Union/ESA/Copernicus/SentinelHub
The S2 cloud probability is created with the [sentinel2-cloud-detector](https://github.com/sentinel-hub/sentinel2-cloud-detector) library (using [LightGBM](h...
- TUBerlin/BigEarthNet/v1**
BigEarthNet
BioEarthNet is a new large-scale Sentinel-2 benchmark archive, consisting of 590.326 Sentinel-2 image patches. To construct BioEarthNet, 125 Sentinel-2 tiles...

Buttons at the bottom of the search window: CLOSE, OPEN IN CATALOG

Εφαρμογή Ι – Αποτύπωση Πανεπιστημιούπολης μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης

Επιλογή Δορυφορικών δεδομένων

Search tab: Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A



The screenshot shows the Google Earth Engine search results for "Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A". The interface includes a search bar, a list of scripts, and a detailed view of the selected dataset. The detailed view includes a thumbnail image of a satellite image, a description, dataset availability, provider information, a collection snippet, tags, and a code snippet for importing the data.

Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A

DESCRIPTION BANDS IMAGE PROPERTIES TERMS OF USE

See also collection COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED that shifts data with PROCESSING_BASELINE '04.00' or above (after 2022-01-25) to be in the same range as in older scenes.

Sentinel-2 is a wide-swath, high-resolution, multi-spectral imaging mission supporting Copernicus Land Monitoring studies, including the monitoring of vegetation, soil and water cover, as well as observation of inland waterways and coastal areas.

The Sentinel-2 L2 data are downloaded from scihub. They were computed by running sen2cor. WARNING: ESA did not produce L2 data for all L1 assets, and earlier L2 coverage is not global.

The assets contain 12 UINT16 spectral bands representing SR scaled by 10000 (unlike in L1 data, there is no B10). There are also several more L2-specific bands (see band list for details). See the [Sentinel-2 User Handbook](#) for details. In addition, three QA bands are present where one (QA60) is a bitmask band with cloud mask information. For more details, [see the full explanation of how cloud masks are computed](#).

EE asset ids for Sentinel-2 L2 assets have the following format: COPERNICUS/S2_SR/20151128T002653_20151128T102149_T56MNN. Here the first numeric part represents the sensing date and time, the second numeric part represents the product generation date and time, and the final 6-character string is a unique granule identifier indicating its UTM grid reference (see [MGRS](#)).

Dataset Availability
2017-03-28T00:00:00 -

Dataset Provider
[European Union/ESA/Copernicus](#)

Collection Snippet

```
ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_SR")
```

[See example](#)

Tags

copernicus esa eu msi
reflectance sentinel sr

[CLOSE](#) [IMPORT](#) [CATALOG](#)

Εφαρμογή Ι – Αποτύπωση Πανεπιστημιούπολης μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης

Import Δορυφορικών δεδομένων και Filtering Image Collection – Χρήση Print

Επιλογή όλων των εικόνων Sentinel-2

Θα επιλέξουμε μια εικόνα με κριτήρια: 1. Χρονική περίοδο 2. Περιοχή μελέτης

3. Νεφοκάλυψη (sort and select by image metadata/property)

The screenshot displays the Google Earth Engine web interface. The top navigation bar includes 'Scripts', 'Docs', and 'Assets'. The left sidebar shows a project structure with folders for 'users/philippopoulos/M180' and 'users/philippopoulos/M810_2022', and a script named 'L3_E1'. The main editor area contains the following JavaScript code:

```

Imports (2 entries)
var NKUA: Point (23.77, 37.97)
var Sentinel2: ImageCollection "Sentinel-2 MSI: MultiSpectral I...

1 // Filtering Image Collection
2
3 // Filter by Date (2017-2022)
4 var Sentinel2_col = Sentinel2.filterDate("2017-01-01", "2022-12-31");
5
6 // Filter by Geographic Location
7 Sentinel2_col = Sentinel2.filterBounds(NKUA);
8
9 // Sort by cloud cover
10 Sentinel2_col = Sentinel2.sort("CLOUD_COVERAGE_ASSESSMENT", true);
11
12
13 // Select the the most cloud free image
14 var Sentinel2_img = Sentinel2.first();
15
16 print(Sentinel2_img);
17
18
19
20

```

The right sidebar shows the 'Inspector' and 'Console' tabs. The console displays the following JSON output for the selected image:

```

Image COPERNICUS/S2_SR/20170328T083601_20170... JSON
type: Image
id: COPERNICUS/S2_SR/20170328T083601_20170328T0...
version: 1644772313475563
bands: List (23 elements)
properties: Object (82 properties)
AOT_RETRIEVAL_ACCURACY: 0
BARE_SOILS_PERCENTAGE: 95.713365
CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE: 0.9371
CLOUD_COVERAGE_ASSESSMENT: 0.9371
CLOUD_COVERAGE_PERCENTAGE: 0.125049
CLOUD_SHADOW_PERCENTAGE: 0.002297
DARK_FEATURES_PERCENTAGE: 0.009656
DATASTRIP_ID: S2A_USER_MSI_L2A_DS_MPS_201703...
DATATAKE_IDENTIFIER: GS2A_20170328T083601_009...
DATATAKE_TYPE: INS-NOBS
DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE: 0
FORMAT_CORRECTNESS_FLAG: PASSED
GENERAL_QUALITY_FLAG: PASSED
GENERATION_TIME: 1490833524000

```

The bottom portion of the screenshot shows a map of Athens, Greece, with a red pin marking the location of the National Technical University of Athens (NTUA) at the intersection of Leof. Eth. Antistaseos and Leof. Eth. Antistaseos. The map includes labels for various districts and landmarks such as 'ΠΑ. ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΕΙΣ', 'Kaisiriani Kaisiriani', 'ΑΛΙΟΣ ΣΚΟΠΕΥΤΗΡΙΟΥ', and 'ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥΠΟΛΗ'.

Εφαρμογή Ι – Αποτύπωση Πανεπιστημιούπολης μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης

L3_E1 code: Μέχρι στιγμής μέσω των παραπάνω γραμμών κώδικα

1. επιλέξαμε το σύνολο του αρχείου των εικόνων Sentinel-2
2. Κρατήσαμε τις εικόνες για 5 έτη (από 2017 έως και το 2021)
3. Κρατήσαμε τις εικόνες που περιέχουν την περιοχή μελέτης
4. Τις κατατάξαμε κατά αυξανόμενο ποσοστό νεφοκάλυψης
5. Επιλέξαμε την εικόνα με την λιγότερη νεφοκάλυψη (πρώτη εικόνα).

```
▼ Image COPERNICUS/S2_SR/20170328T083601_20170... JSON
  type: Image
  id: COPERNICUS/S2_SR/20170328T083601_20170328T0...
  version: 1644772313475563
  ▶ bands: List (23 elements)
  ▼ properties: Object (82 properties)
    AOT_RETRIEVAL_ACCURACY: 0
    BARE_SOILS_PERCENTAGE: 95.713365
    CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE: 0.9371
    CLOUD_COVERAGE_ASSESSMENT: 0.9371
    CLOUD_COVERAGE_PERCENTAGE: 0.125049
    CLOUD_SHADOW_PERCENTAGE: 0.002297
    DARK_FEATURES_PERCENTAGE: 0.009656
    DATASTRIP_ID: S2A_USER_MSI_L2A_DS_MPS_201703...
    DATATAKE_IDENTIFIER: GS2A_20170328T083601_009...
    DATATAKE_TYPE: INS-NOBS
    DEGRADED_MSI_DATA_PERCENTAGE: 0
    FORMAT_CORRECTNESS_FLAG: PASSED
    GENERAL_QUALITY_FLAG: PASSED
    GENERATION_TIME: 1490833524000
```

Εφαρμογή I – Αποτύπωση Πανεπιστημιούπολης μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης

Οπτικοποίηση εικόνας στο περιβάλλον του χάρτη

True color image

Συνδυασμός των καναλιών που αντιστοιχούν στα 3 κύρια χρώματα (RGB) για την παραγωγή εικόνας με φυσικά χρώματα. Τα κανάλια B4 – Κόκκινο, B3 – πράσινο, B2 – μπλε της πολυφασματικής εικόνας Sentinel-2 μπορούν να αποδοθούν ως χρωματική σύνδεση RGB.

False color image

Η ψευδοχρωματική εικόνα βασίζεται στα κανάλια στο B8-εγγύς υπέρυθρο, το B4-κόκκινο και το B3- πράσινο της πολυφασματικής εικόνας Sentinel-2.

Χρησιμοποιείται πιο συχνά για την εκτίμηση της πυκνότητας και της υγείας των φυτών (καθώς τα φυτά αντανακλούν κοντά στο υπέρυθρο και το πράσινο φως, ενώ απορροφούν το κόκκινο).

Δεδομένου ότι αντανακλούν περισσότερο κοντά στο υπέρυθρο παρά στο πράσινο, το έδαφος που καλύπτεται από φυτά εμφανίζεται βαθύ κόκκινο.

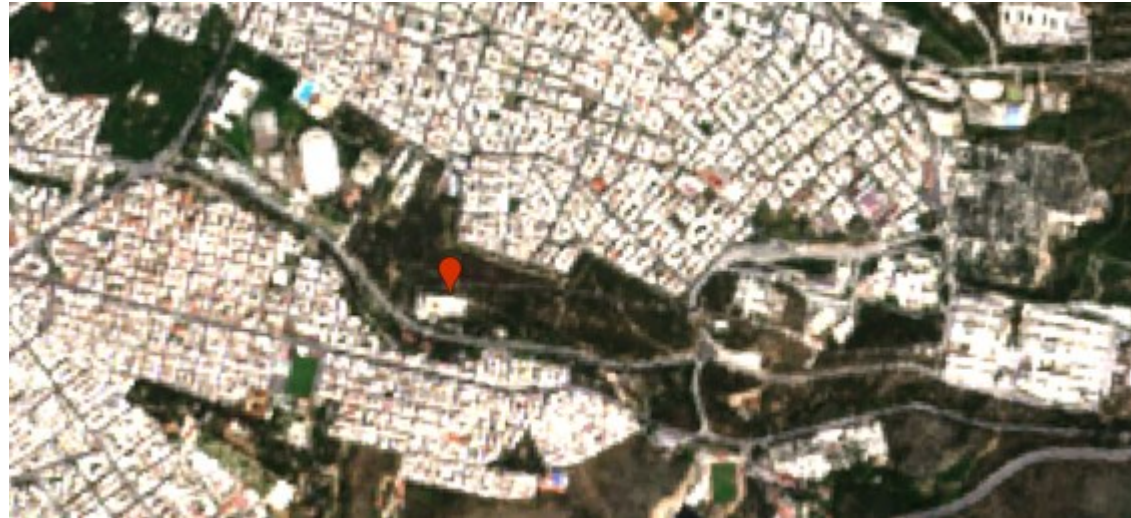
Η πυκνότερη ανάπτυξη των φυτών είναι πιο σκούρο κόκκινο.

Οι πόλεις και το εκτεθειμένο έδαφος είναι γκρι και το νερό φαίνεται μπλε ή μαύρο.

Εφαρμογή Ι – Αποτύπωση Πανεπιστημιούπολης μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης

Οπτικοποίηση εικόνας στο περιβάλλον του χάρτη

True color image



False color image



Εφαρμογή Ι – Αποτύπωση Πανεπιστημιούπολης μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης

Code (Sentinel-2)

<https://code.earthengine.google.com/e99f70824426674008c5f198caf77e5a>

Άσκηση

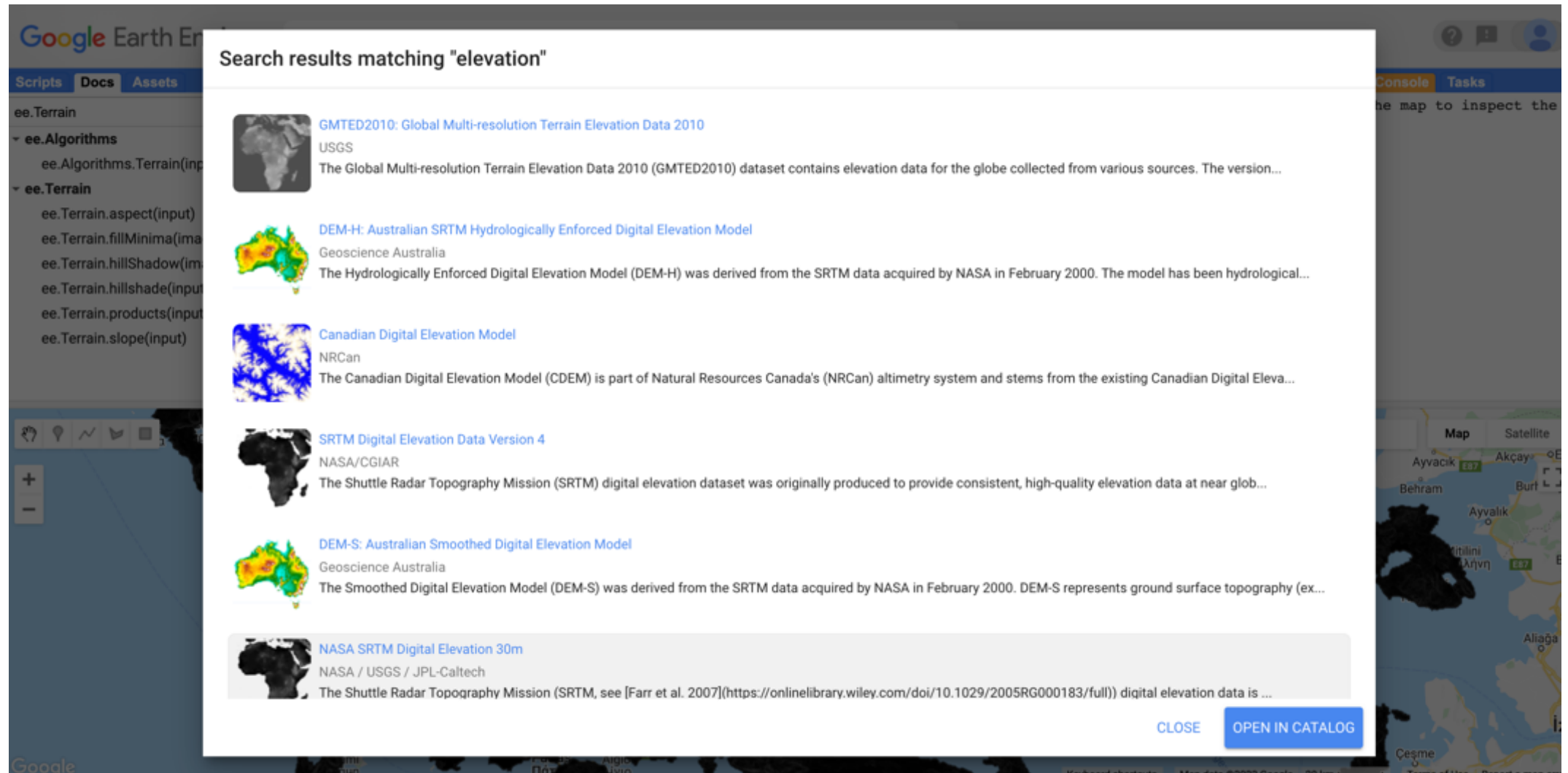
Παραγωγή ψευδοχρωματικής εικόνας της περιοχής των Χανίων Κρήτης με χρήση δεδομένων Landsat 8 (USGS Landsat 8 Level 2, Collection 2, Tier 1) από το έτος 2019 έως το 2020.

Code (Landsat-8)

<https://code.earthengine.google.com/6e060c7f1374c52b98b89fc2f7782dee>



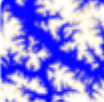



Import image with elevation data

NASA SRTM Digital Elevation 30m



The screenshot shows the Google Earth Engine interface with a search results window open. The search query is "elevation". The results list several datasets, with the "NASA SRTM Digital Elevation 30m" dataset highlighted in grey. The interface includes a sidebar with "Scripts", "Docs", and "Assets" tabs, and a map view on the right showing a portion of Greece.

Search results matching "elevation"

-  **GMTED2010: Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010**
USGS
The Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010) dataset contains elevation data for the globe collected from various sources. The version...
-  **DEM-H: Australian SRTM Hydrologically Enforced Digital Elevation Model**
Geoscience Australia
The Hydrologically Enforced Digital Elevation Model (DEM-H) was derived from the SRTM data acquired by NASA in February 2000. The model has been hydrological...
-  **Canadian Digital Elevation Model**
NRCan
The Canadian Digital Elevation Model (CDEM) is part of Natural Resources Canada's (NRCan) altimetry system and stems from the existing Canadian Digital Eleva...
-  **SRTM Digital Elevation Data Version 4**
NASA/CGIAR
The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) digital elevation dataset was originally produced to provide consistent, high-quality elevation data at near glob...
-  **DEM-S: Australian Smoothed Digital Elevation Model**
Geoscience Australia
The Smoothed Digital Elevation Model (DEM-S) was derived from the SRTM data acquired by NASA in February 2000. DEM-S represents ground surface topography (ex...
-  **NASA SRTM Digital Elevation 30m**
NASA / USGS / JPL-Caltech
The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM, see [Farr et al. 2007](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2005RG000183/full)) digital elevation data is ...

[CLOSE](#) [OPEN IN CATALOG](#)

Import vector with country boundaries

Search results matching "boundaries"



CRESTV

The Gridded Population of World Version 4 (GPWv4) models the distribution of global human population for the years 2000, 2005, 2010, 2015, and 2020 on 30 arc...



[Global Friction Surface 2015 \[deprecated\]](#)

Malaria Atlas Project

This global friction surface enumerates land-based travel speed for all land pixels between 85 degrees north and 60 degrees south for a nominal year 2015. T...



[LSIB 2017: Large Scale International Boundary Polygons, Detailed](#)

United States Department of State, Office of the Geographer

The United States Office of the Geographer provides the Large Scale International Boundary (LSIB) dataset. It is derived from two other datasets: a LSIB line...



[LSIB 2017: Large Scale International Boundary Polygons, Simplified](#)

United States Department of State, Office of the Geographer

The United States Office of the Geographer provides the Large Scale International Boundary (LSIB) dataset. The detailed version (2013) is derived from two ot...



[FAO GAUL 500m: Global Administrative Unit Layers 2015, Country Boundaries](#)

FAO UN

This version of GAUL dataset is simplified at 500m. The Global Administrative Unit Layers (GAUL) compiles and disseminates the best available information on...



[FAO GAUL: Global Administrative Unit Layers 2015, Country Boundaries](#)

FAO UN

The Global Administrative Unit Layers (GAUL) compiles and disseminates the best available information on administrative units for all the countries in the wo...

CLOSE

OPEN IN CATALOG

Μεθοδολογία

L3_E2 code:

1. Επιλογή δεδομένων vector με τα διοικητικά όρια χωρών
2. Επιλογή δεδομένων υψομέτρου (SRTM)
3. Επιλογή δεδομένων υψομέτρου για την Ελλάδα
4. Δημιουργία χάρτη
5. Απεικόνιση hillshade (ανάγλυφο)
6. Εύρεση περιοχών με υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων
7. Εύρεση κλίσης

Code

<https://code.earthengine.google.com/378b06024a68654e9f5a3a452bb37b2c>

Άσκηση

Παραγωγή χάρτη για την Βουλγαρία για την εύρεση των περιοχών με υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

Code

<https://code.earthengine.google.com/f6ea697565253a2427c8dadf3d949e7d>

Εφαρμογή III – Μεταβολές στην έκταση των δασών – Ελλάδα

Hansen Global Forest Change

Results from time-series analysis of Landsat images in characterizing global forest extent and change.

Τα δέντρα ορίζονται ως βλάστηση με ύψος μεγαλύτερο από 5 μέτρα

Forest loss «απώλεια δασικής κάλυψης» η αλλαγή από δασική σε μη δασική έκταση, κατά την περίοδο 2000–2020.

Forest gain «αύξηση δασικής κάλυψης» ορίζεται ως το αντίστροφο της απώλειας ή μια εξ ολοκλήρου αλλαγή από μη δασική έκταση σε δάσος κατά την περίοδο 2000–2012.

Δεδομένα και απεικόνιση

<https://glad.earthengine.app/view/global-forest-change#dl=1;old=off;bl=off;lon=20;lat=10;zoom=3;>

Εφαρμογή III – Μεταβολές στην έκταση των δασών – Ελλάδα

Μεθοδολογία

L3_E3 code:

1. Επιλογή δεδομένων vector με τα διοικητικά όρια χωρών
2. Επιλογή δεδομένων σχετικά με την έκταση δασών - Hansen Global Forest Change
3. Επιλογή δεδομένων για την Ελλάδα
 - 3.1 Εξαγωγή χάρτη δασικής κάλυψης για το έτος 2000
 - 3.2 Εξαγωγή χάρτη για την απώλεια δασικής έκτασης μεταξύ των ετών 2000 και 2020
 - 3.3 Εξαγωγή αύξησης δασικής κάλυψης μεταξύ των ετών 2000 και 2012

Ανοιχτά δεδομένα από το Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος

<https://www.fireservice.gr/el/synola-dedomenon>

Color Hex Color Codes : <https://www.color-hex.com/>

Code
<https://code.earthengine.google.com/08193247b4e93713b35d18f915efe51f>

Άσκηση

Παραγωγή μεταβολής στην έκταση των δασών για την Βραζιλία.

Code
<https://code.earthengine.google.com/76a736c5699474adb78aae6ce28b25c0>

Μελέτη της δασικής πυρκαγιάς του Σχίνου Κορινθίας

Σκοπός: Σύγκριση πολυφασματικών δορυφορικών δεδομένων πριν και μετά από την δασική πυρκαγιά (19 Μαΐου 2021)

Μεθοδολογία:

1. Επιλογή περιοχής ενδιαφέροντος (Σχίνος Κορινθίας: Longitude: 23.03E , Latitude: 38.04N)
2. Επιλογή δορυφορικών δεδομένων (surface reflectance) με διαφορετικές χωρικές αναλύσεις από 10 m έως 500 m
Landsat-8- *USGS Landsat 8 Level 2, Collection 2, Tier 1*
Sentinel-2- *Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A*
MODIS - *MOD09A1.006 Terra Surface Reflectance 8-Day Global 500m*
3. Επιλογή κατάλληλων χρονικών περιόδων για σύγκριση δορυφορικών εικόνων
Ιούλιος/Αύγουστος 2020 vs. Ιούλιος/Αύγουστος 2021
4. Επιλογή κατάλληλου συνδυασμού καναλιών αποτύπωσης
True color - Συνδυασμός Κόκκινο-Πράσινο-Μπλε
False color - Συνδυασμός Εγγύς Υπέρυθρο- Κόκκινο-Πράσινο
5. Υπολογισμός δείκτη NDVI και χαρτογράφηση

Script

<https://code.earthengine.google.com/5d53938093251d238718efca61e27d1f>

Δημιουργία συναρτήσεων (User defined functions)

```
1 function name_of_function (parameter_1, parameter_2) {  
2   // code to execute  
3   // more code to execute  
4   // ...  
5 }  
6  
7 // call the function  
8 name_of_function(input_1, input_2);
```

Παράδειγμα 1: Υπολογισμός αθροίσματος

Παράδειγμα 2: Υπολογισμός NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
Εφαρμογή σε image και ImageCollection

Script

<https://code.earthengine.google.com/1ff8565423dc97dbe0e1e81d66dc3870>

Άσκηση

Χρησιμοποιώντας δεδομένα Sentinel-2 να αποτυπωθεί ο δείκτης NDVI για την Λίμνη Τριχωνίδα με συντεταγμένες (38.5640° N, 21.5588° E). Να χρησιμοποιηθεί η εικόνα με το μικρότερο ποσοστό νέφωσης για το έτος 2020.

Script

<https://code.earthengine.google.com/d4db5562fae7e0b6ca60f3a9f21f962c>

Σκοπός: Σύγκριση μέγιστης θερμοκρασίας αέρα για την θερινή περίοδο σε παγκόσμια κλίμακα

Μεθοδολογία:

1. Επιλογή κλιματικών δεδομένων και μεταβλητής ενδιαφέροντος
ERA5 - *ERA5 Monthly Aggregates - Latest Climate Reanalysis Produced by ECMWF*
3. Επιλογή χρονικών περιόδων σύγκρισης (θερινή περίοδος 1979 και θερινή περίοδος 2020) και υπολογισμός μέσων τιμών
4. Υπολογισμός μεταβολής
4. Δημιουργία χαρτών

Script:

<https://code.earthengine.google.com/357e391e6eeefb32db354ea254b55b0f>

Επανάληψη διαδικασίας για την ελάχιστη θερμοκρασία

Ποια είναι η διαφορά θερμοκρασίας στο Λονδίνο;

Σκοπός: Σύγκριση μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας και μέγιστης θερμοκρασίας αέρα

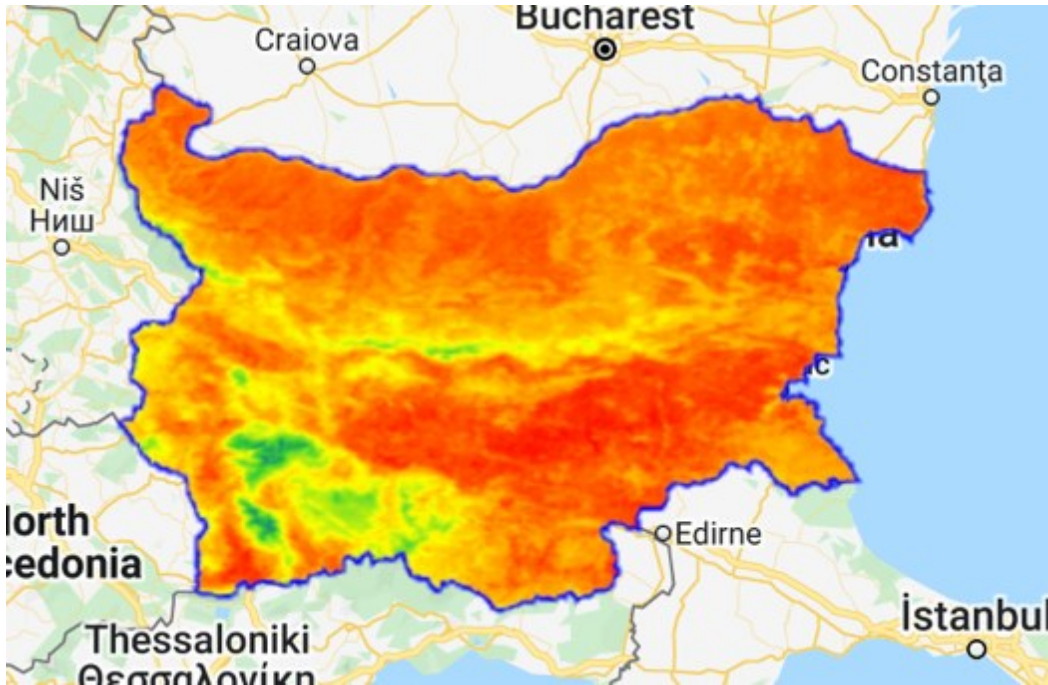
Μεθοδολογία:

1. Επιλογή περιοχής ενδιαφέροντος (Βουλγαρία – Χρήση FeatureCollection)
2. Επιλογή δορυφορικών και κλιματικών δεδομένων
MODIS - *MOD11A2.006 Terra Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global 1km*
ERA5 - *ERA5 Monthly Aggregates - Latest Climate Reanalysis Produced by ECMWF*
3. Επιλογή χρονικής περιόδου (2015) και υπολογισμός μέσω των τιμών για την περιοχή της Βουλγαρίας
4. Δημιουργία χαρτών

Script:

<https://code.earthengine.google.com/b07e7fdff5f632163586aae2639277f1>

Mean LST



Mean Maximum Temperature

