

Google Earth Engine



Παρατηρήσεις αλλαγών τοπίου σε σχεδόν πραγματικό χρόνο  
Near real time land cover changes using Dynamic World in GEE

Alexandra Gemitzi, [agkemitz@env.duth.gr](mailto:agkemitz@env.duth.gr)  
Professor, Democritus University of Thrace



OSTM/Jason 2  
(NOAA)

Aquarius

QuikSCAT

TRMM

Terra

ISS-RapidScat,  
CATS

EO-1

SMAP

Aqua

Landsat 7  
(USGS)

Suomi NPP  
(NOAA)

Landsat 8  
(USGS)

SORCE,  
TCTE (NOAA)

Aura

GPM

GRACE (2)

CALIPSO

CloudSat

OCO-2

Source: NASA

# Google Mission Statement

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

<https://www.google.com/about/company/>

*"Often it turns out to be more efficient to move the questions than to move the data."*

-Jim Gray (1944-2007)



The  
**F O U R T H**  
**P A R A D I G M**

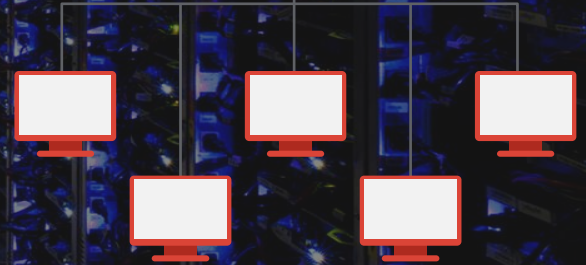
DATA-INTENSIVE SCIENTIFIC DISCOVERY

EDITED BY TONY HEY, STEWART TANSLEY, AND KRISTIN TOLLE

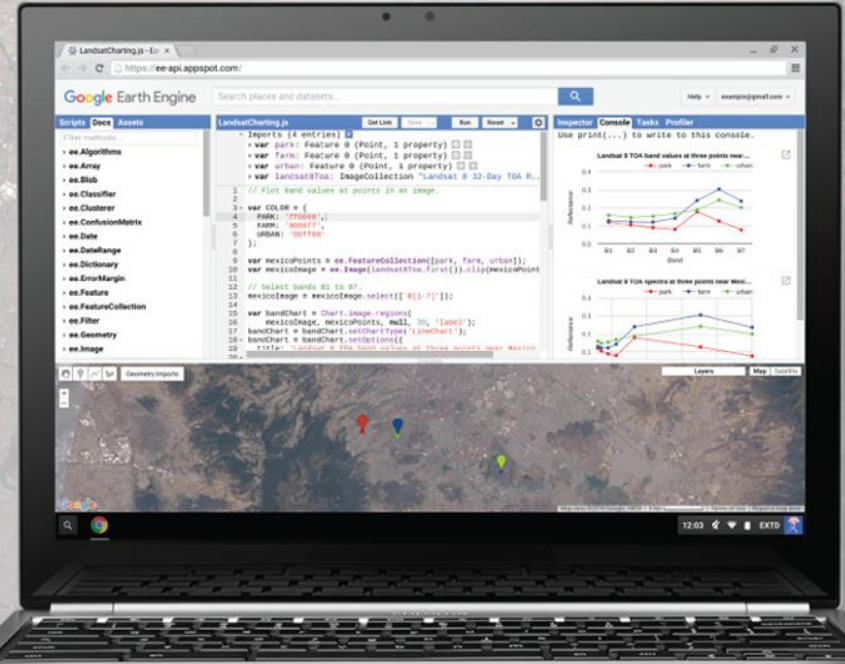
> 50 Petabytes of Earth observation data  
(imagery, weather, etc.)



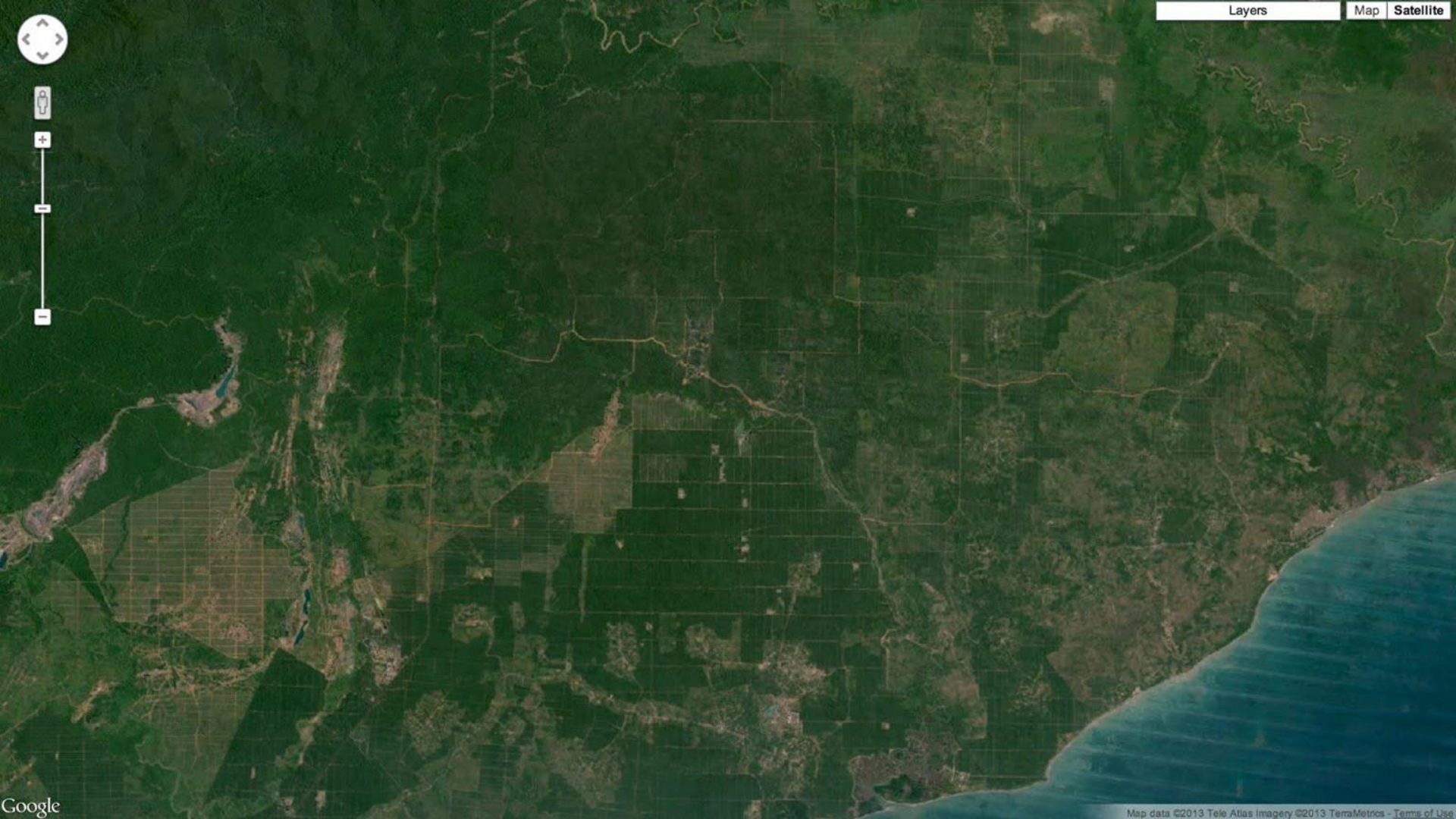
# Google computational infrastructure



# Powerful JavaScript\* API



\* python too!









# TIMELAPSE

Watch the world change over the course of nearly three decades of satellite photography

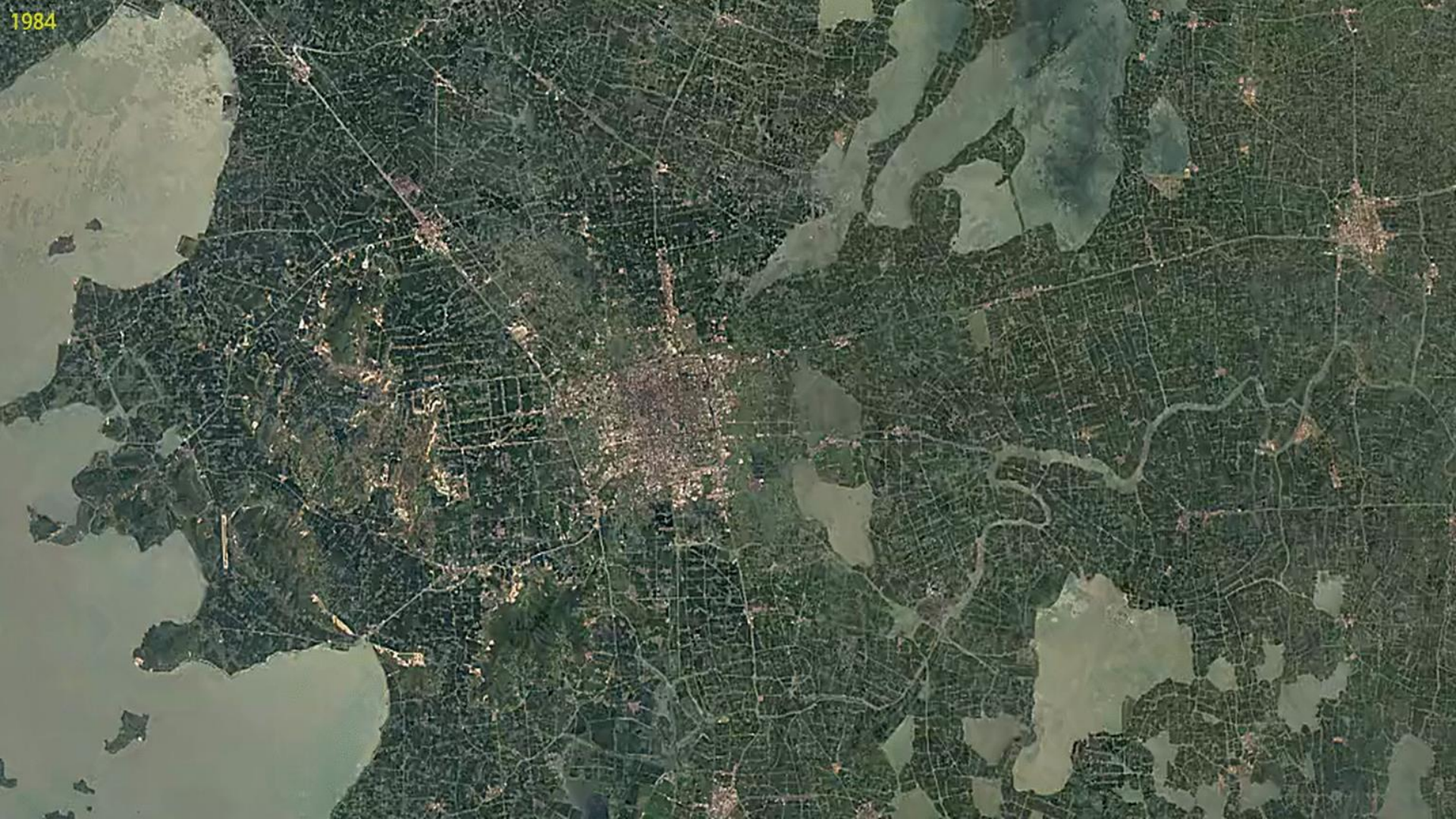
Pictured: The megacity of Dubai grows in the desert, from 1984 to today



1984



1984



1984



<https://earthengine.google.com/timelapse/>

Background

Η αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών και ο σχεδιασμός βιώσιμων πόλεων προϋποθέτουν την ύπαρξη ανανεωμένων δεδομένων σχετικά με την εδαφοκάλυψη, έτσι ώστε να είναι δυνατή η καταγραφή των αλλαγών του τοπίου και η αποτίμηση της λειτουργίας των οικοσυστημάτων (καταγραφή δασικών εκτάσεων, υπολογισμός εθνικών ισολογισμών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, καταγραφή δομημένων εκτάσεων, κ.α.).

Στην παρουσίαση αυτή θα αναλύσουμε τη χρήση του dataset Dynamic World και θα παρουσιάσουμε δύο εφαρμογές του:

- η πρώτη αφορά στην εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας μια περιοχής και
- η δεύτερη στην αποτίμηση των επιπτώσεων της πυρκαγιάς στον Έβρο τον Αύγουστο του 2023.



# Dynamic World app

<https://dynamicworld.app/>

Ο πραγματικός κόσμος είναι τόσο δυναμικός όσο οι άνθρωποι και οι φυσικές διαδικασίες που τον διαμορφώνουν. Το Dynamic World είναι ένα παγκόσμιο σύνολο δεδομένων κάλυψης γης σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, ανάλυσης 10 μέτρων, που παράγεται με τη χρήση deep learning, είναι ελεύθερα διαθέσιμο και με ανοιχτή άδεια. Είναι το αποτέλεσμα μιας συνεργασίας μεταξύ της Google και του World Resources Institute, για την παραγωγή ενός δυναμικού συνόλου δεδομένων του φυσικού υλικού στην επιφάνεια της Γης.

# Μοναδικές καινοτομίες του Dynamic World

- 1. Near realtime data.** Πάνω από 5000 εικόνες Dynamic World παράγονται καθημερινά, ενώ οι παραδοσιακές προσεγγίσεις για την κατασκευή δεδομένων κάλυψης γης μπορεί να χρειαστούν μήνες ή χρόνια για να παραχθούν (π.χ. CORINE land cover, MODIS land cover). Ως αποτέλεσμα της αξιοποίησης μιας νέας προσέγγισης βαθιάς μάθησης, που βασίζεται στο [Sentinel-2 Top of Atmosphere](#), το Dynamic World προσφέρει ενημέρωση της παγκόσμιας κάλυψης γης κάθε 2-5 ημέρες ανάλογα με την τοποθεσία.
- 2. Πιθανότητες ανά (Per-pixel probabilities) για 9 land cover κατηγορίες.** Ένα σημαντικό πλεονέκτημα μιας προσέγγισης που βασίζεται σε τεχνητή νοημοσύνη είναι ότι το μοντέλο εξετάζει μια εισερχόμενη δορυφορική εικόνα Sentinel-2 και, για κάθε εικονοστοιχείο στην εικόνα, εκτιμά τον βαθμό κάλυψης των δέντρων, την οικοδόμηση μιας συγκεκριμένης περιοχής ή την κάλυψη χιονιού εάν υπάρχει μια πρόσφατη χιονοθύελλα, για παράδειγμα.
- 3. Ανάλυση 10 μέτρων.** Ως αποτέλεσμα του προγράμματος [European Commission's Copernicus Programme](#) που εφάρμοσε την ανοιχτή πολιτική στα δεδομένα και τα προϊόντα [European Space Agency Sentinel](#), τα παραγόμενα data sets όπως το Dynamic World προσφέρουν δεδομένα Land cover ανάλυσης 10 μέτρων. Αυτό είναι σημαντικό επειδή η ποσοτικοποίηση δεδομένων σε υψηλότερη ανάλυση παράγει πιο ακριβή αποτελέσματα για το τι υπάρχει πραγματικά στην επιφάνεια της Γης.

# Μέθοδος παραγωγής δεδομένων

- Το Dynamic World παράγεται χρησιμοποιώντας το Google Earth Engine και την πλατφόρμα AI ([AI Platform](#)). Το σύνολο δεδομένων Dynamic World αναπτύχθηκε σε ευθυγράμμιση με τις Αρχές AI της Google ([AI Principles](#)).
- Μπορείτε επίσης να εξερευνήσετε το Dynamic World στο [Resource Watch](#) του World Resources Institute, και να μάθετε περισσότερα για το WRI's [Land & Carbon Lab](#).
- Διαβάστε το σχετικό άρθρο [Nature Scientific Data publication](#): Dynamic World, Near real-time global 10m land use land cover mapping.

# Data Access and Availability

- Μπορείτε επίσης να προσπελάσετε το [Dynamic World](#) στον κατάλογο του Google Earth Engine public data catalog. Οι επιστήμονες που αναπτύσσουν εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα Dynamic World μέσω [signing up](#) στο Google Earth Engine.
- Το Dynamic World dataset διατίθεται ως μια συλλογή εικόνων Earth Engine Image Collection με το όνομα "GOOGLE/DYNAMICWORLD/V1". Αναφερόμαστε σε αυτό είτε μέσω της χρήσης της Earth Engine Python ή μέσω JavaScript client library ως:  
`ee.ImageCollection('GOOGLE/DYNAMICWORLD/V1_')`.
- Για μια πιο εμπειριστατωμένη ανάλυση πλοηγηθείτε εδώ: [Explore Dynamic World Time Series in EE Apps](#).
- Το μοντέλο Dynamic World έχει τρέξει για όλες τις ιστορικές εικόνες TOA Sentinel-2 και εκτελείται για εικόνες Sentinel-2 TOA που αποκτήθηκαν πρόσφατα. Επομένως, οι χρήστες ενθαρρύνονται να εργάζονται με τη συλλογή εικόνων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο που είναι διαθέσιμη στο Earth Engine

# Εκπαιδευτικό υλικό

- Για τη χρήση του Dynamic World μπορείτε να δείτε τα παρακάτω tutorials:  
[Introduction to Dynamic World \(Part 1\): Visualization and Creating Composites](#)  
[Introduction to Dynamic World \(Part 2\): Calculating Statistics of a Region](#)  
[Introduction to Dynamic World \(Part 3\): Exploring Time Series](#)
- Τα δεδομένα Dynamic World ακολουθούν τις αρχές ανοιχτών δεδομένων για να προωθήσουν την επιστημονική κατανόηση των πλανητικών διεργασιών. Όταν χρησιμοποιείτε δεδομένα Dynamic World στην έρευνά σας, συμπεριλάβετε την αναφορά για το συγκεκριμένο σετ δεδομένων:

Brown, C.F., Brumby, S.P., Guzder-Williams, B. *et al.* Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping. *Sci Data* **9**, 251 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01307-4>

# Training Data

- Το Dynamic World αναπτύχθηκε με τη χρήση των National Geographic Society's Dynamic World [training data](#). Αυτά τα δεδομένα διατίθενται μέσω άδειας [Creative Commons BY-4.0](#) και πρέπει να αναφέρονται ως:

**This dataset is produced for the Dynamic World Project by National Geographic Society in partnership with Google and the World Resources Institute.**

# Dynamic World data

- Τα δεδομένα DW είναι διαθέσιμα μέσω [Creative Commons BY-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) άδειας και πρέπει να αναφέρονται ως:

**This dataset is produced for the Dynamic World Project by Google in partnership with National Geographic Society and the World Resources Institute.**

- Το μοντέλο, παραδείγματα για την εφαρμογή και πρόσθετες πληροφορίες για την αρχιτεκτονική του μοντέλου μπορείτε να βρείτε εδώ:  
<https://github.com/google/dynamicworld>

## ● ΠΗΓΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ

### **MODIS Land Cover**

- <https://lpdaac.usgs.gov/products/mcd12q1v061/>
- Παγκόσμια δεδομένα, με ανάλυση 500 x 500 μέτρα, σε ετήσιο χρονικό βήμα

### **CORINE Land Cover**

- <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/>
- Δεδομένα για τον ευρωπαϊκό χώρο, 100 x 100 μέτρα ανάλυση, χρονικό βήμα έξι έτη.



## • Πρόσθετες πηγές δεδομένων

- WCMC Above and Below Ground Biomass Carbon Density bookmark\_border

[https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/WCMC\\_biomass\\_carbon\\_density\\_v1\\_0](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/WCMC_biomass_carbon_density_v1_0)

- Global Aboveground and Belowground Biomass Carbon Density Maps

[https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/NASA\\_ORNL\\_biomass\\_carbon\\_density\\_v1](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/NASA_ORNL_biomass_carbon_density_v1)

- MYD17A2H.061: Aqua Gross Primary Productivity 8-Day Global 500m

[https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS\\_061\\_MYD17A2H](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MYD17A2H)

- MYD17A3HGF.061: Aqua Net Primary Production Gap-Filled Yearly Global 500m

[https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS\\_061\\_MYD17A3HGF](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MYD17A3HGF)

## ●Κύρια χαρακτηριστικά

- Σε σύγκριση με τα προηγούμενα datasets το Dynamic World έχει καλύτερη χρονική ανανέωση (3 – 5 μέρες) και χωρική ανάλυση (10 m x 10m ).
- Έχουμε τη δυνατότητα μέσω μιας αυτόνομης εφαρμογής να οπτικοποιήσουμε τις αλλαγές εδαφοκάλυψης (Land cover changes) χωρίς να χρειάζεται να γράψουμε κώδικα.
- Αποτελεί την καλύτερη επιλογή για near real time αναλύσεις σε παγκόσμιο και τοπικό επίπεδο
- Μειονέκτημα είναι οι λίγες κατηγορίες που περιέχει (9 κατηγορίες).
- Για αναλυτικές διαδικασίες και ανάπτυξη περαιτέρω προϊόντων (καθορισμός υποκατηγοριών π.χ. στην κατηγορία crops) θα πρέπει να γράψουμε κώδικα (Javascript ή Python) στο Google Earth Engine

Ας εξερευνήσουμε το dataset αυτό εδώ:

<https://dynamicworld.app/>

και ας πάμε στο tab explore data

# Dynamic World

A near realtime land cover dataset for our constantly changing planet.

- ▲ 10M RESOLUTION
- 🌐 GLOBAL SCALE
- 🧠 AI POWERED
- 📄 PEER REVIEWED
- 🕒 NEAR REALTIME
- 👥 OPEN LICENSING

EXPLORE THE DATA

DISCOVER CHANGE

READ THE PAPER

## 9 land use and cover types

WATER

TREES

GRASS

CROPS

SHRUB &  
SCRUB

FLOODED  
VEGETATION

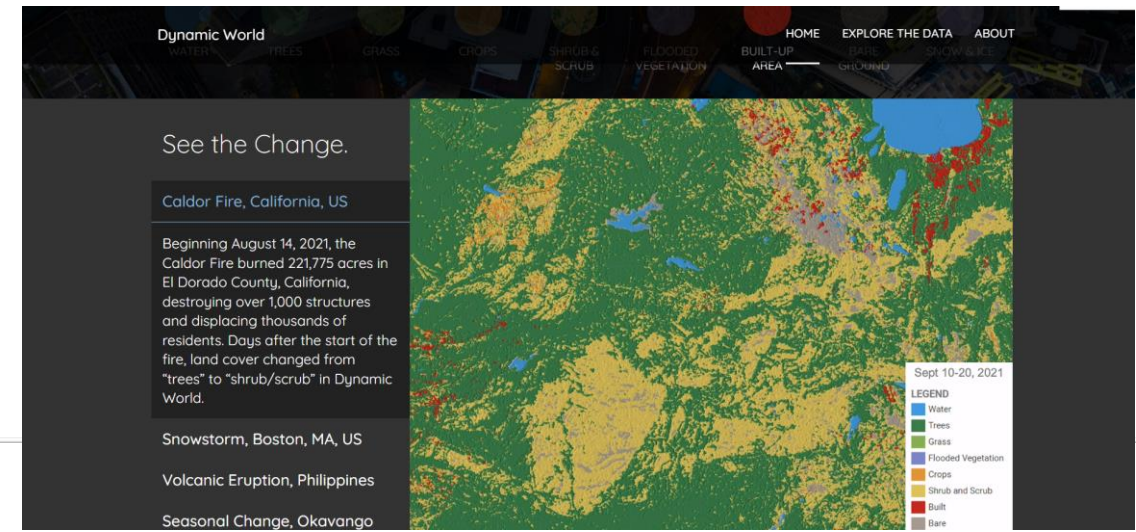
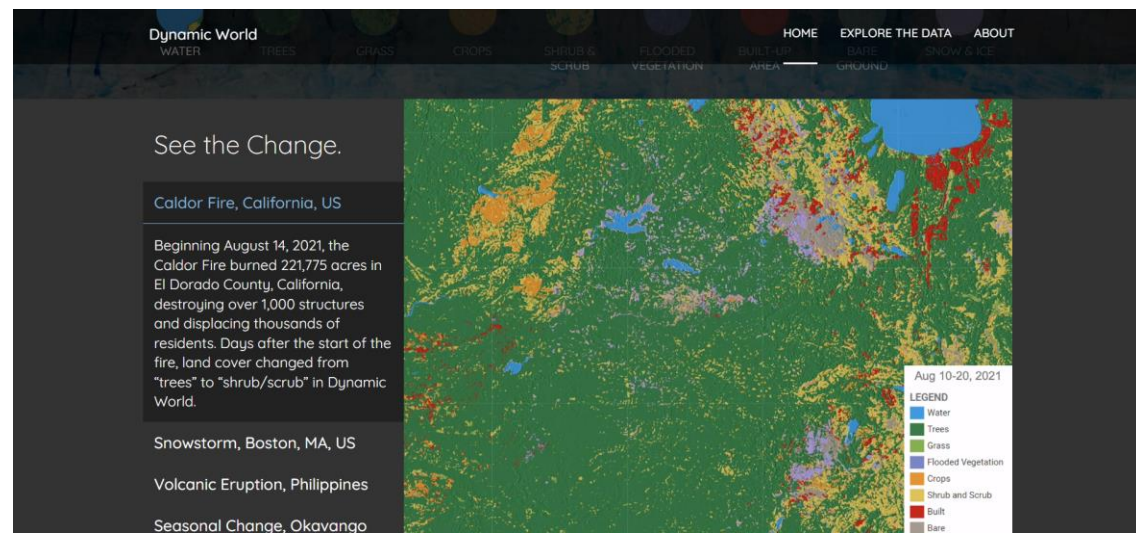
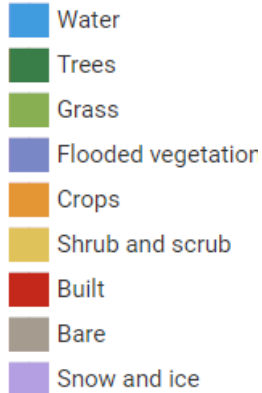
BUILT-UP  
AREA

BARE  
GROUND

SNOW & ICE

# Land cover κατηγορίες

- 9 land cover categories

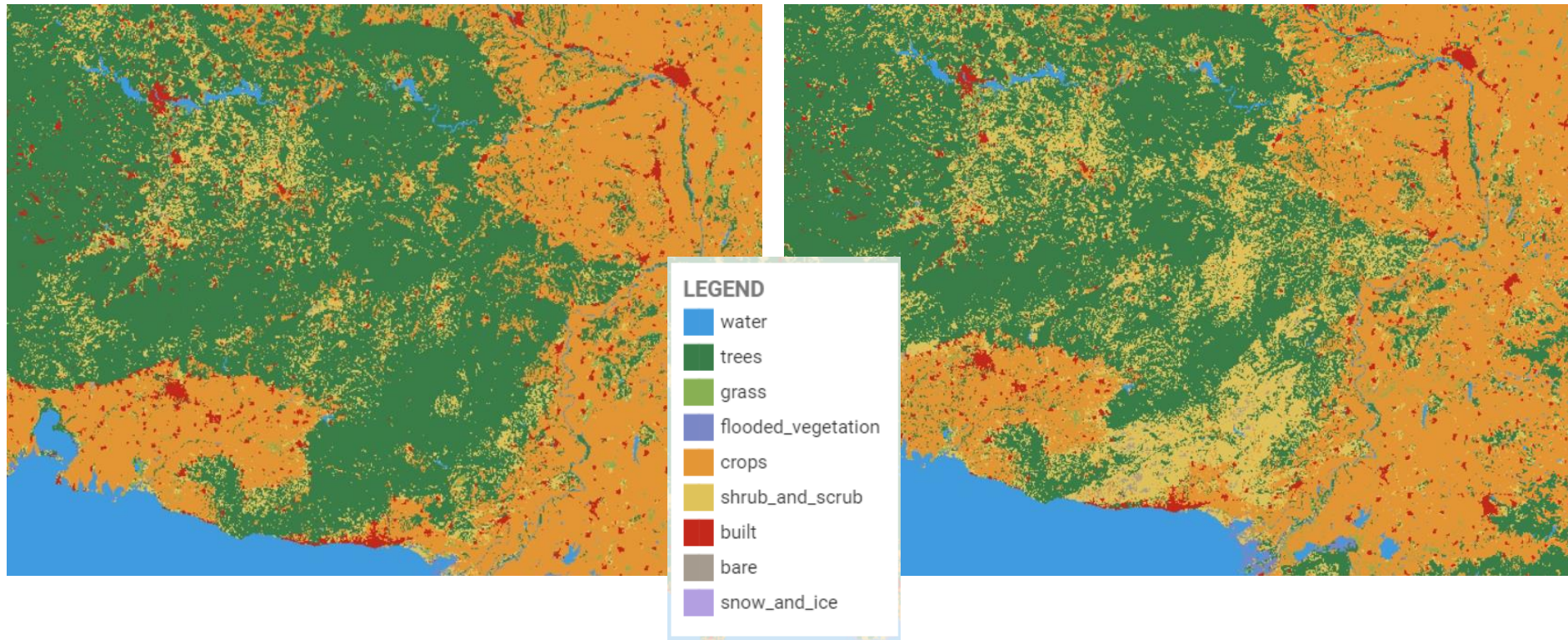




**LEGEND**

- water
- trees
- grass
- flooded\_vegetation
- crops
- shrub\_and\_scrub
- built
- bare
- snow\_and\_ice

# Δασικές πυρκαγιές στον Έβρο τον Αύγουστο του 2023



# Forest fires in NE Greece



Dynamic World

Search places

Earth Engine Apps



Layers

Map

Satellite

Dark

+

-



## DynamicWorld

2023-07-01 START DATE

2023-07-30 END DATE

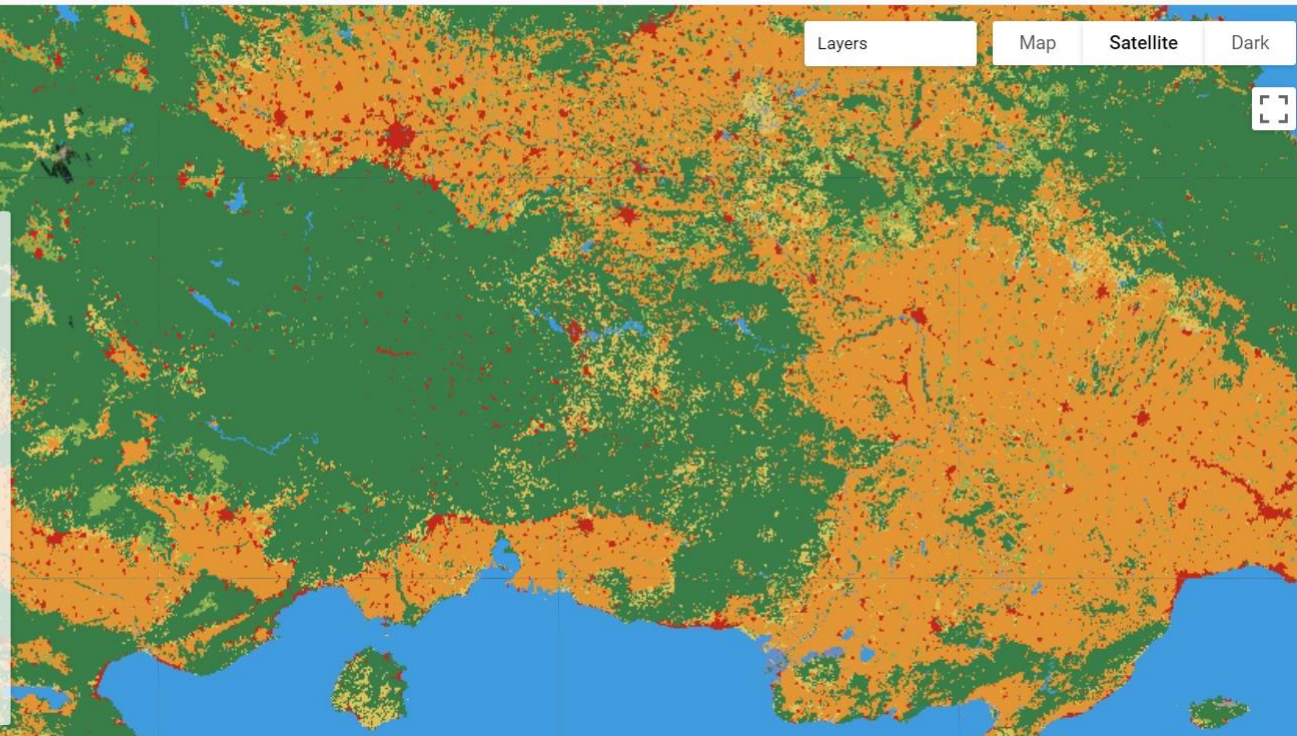
Update

Clear chart

Displays top-1 mode composite with probability hillshade at higher zoom levels for specified date range. Click the map to view time series of class probabilities. Click the time series chart to load single-date prediction and corresponding S2 image.

### LEGEND

- water
- trees
- grass
- flooded\_vegetation
- crops
- shrub\_and\_scrub
- built
- bare
- snow\_and\_ice



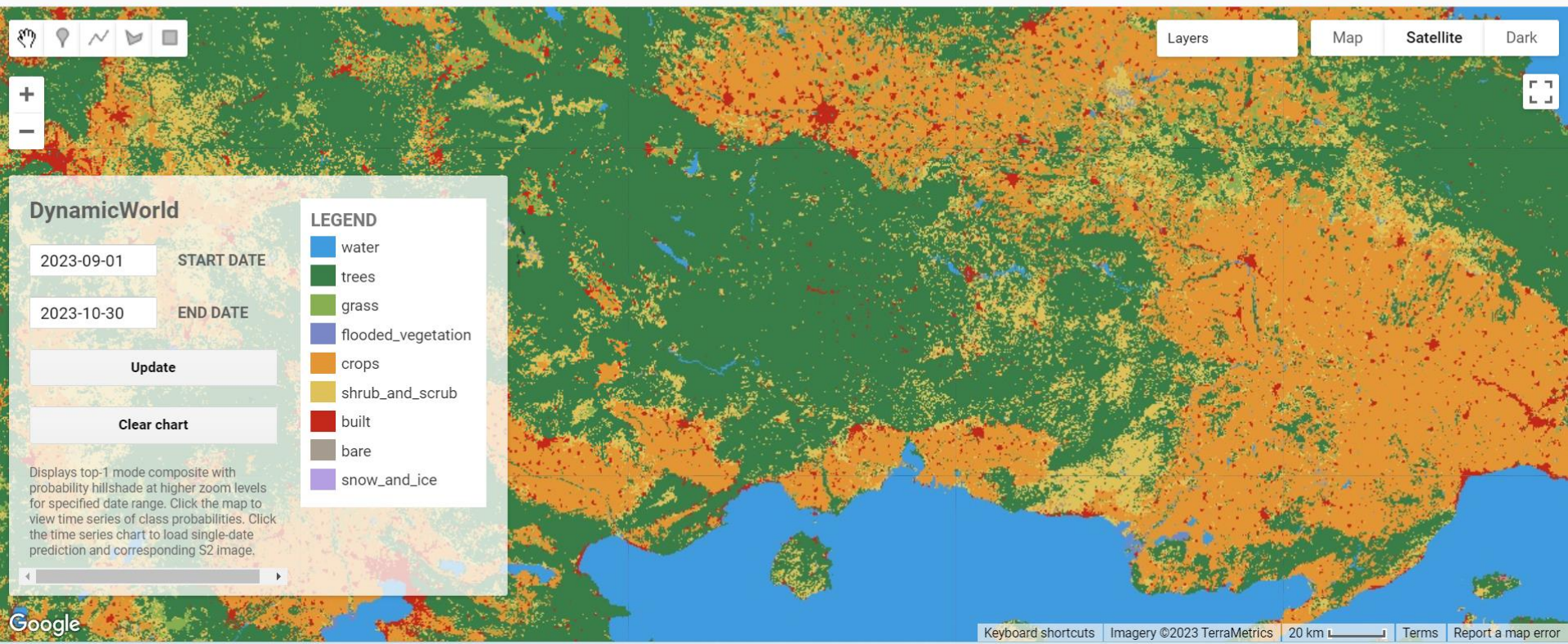
# Forest fires in NE Greece



Dynamic World

Search places

Earth Engine Apps





# Floods in Thessaly



Dynamic World

Search places

Earth Engine Apps



Layers

Map

Satellite

Dark



## DynamicWorld

2023-08-01 START DATE

2023-08-30 END DATE

Update

Clear chart

Displays top-1 mode composite with probability hillshade at higher zoom levels for specified date range. Click the map to view time series of class probabilities. Click the time series chart to load single-date prediction and corresponding S2 Image.

### LEGEND

- water
- trees
- grass
- flooded\_vegetation
- crops
- shrub\_and\_scrub
- built
- bare
- snow\_and\_ice

Google

Keyboard shortcuts | Imagery ©2023 TerraMetrics | 10 km | Terms | Report a map error

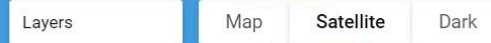
# Flood in Thessaly



Dynamic World

Search places

Earth Engine Apps



**DynamicWorld**

2023-09-01 START DATE

2023-09-30 END DATE

Update

Clear chart

Displays top-1 mode composite with probability hillshade at higher zoom levels for specified date range. Click the map to view time series of class probabilities. Click the time series chart to load single-date prediction and corresponding S2 image.

**LEGEND**

- water
- trees
- grass
- flooded\_vegetation
- crops
- shrub\_and\_scrub
- built
- bare
- snow\_and\_ice

# Flood Hazard assessment with Dynamic World

## Πλημμυρική επικινδυνότητα με τη χρήση του DW

- Σύμφωνα με την Οδηγία 2007/60 της ΕΕ (ΕΥ Κοινοβούλιο, 2007), ο **κίνδυνος πλημμύρας** είναι συνάρτηση της πιθανότητας του συμβάντος πλημμύρας και της επικινδυνότητας πλημμύρας, δηλαδή της έκτασης της πλημμύρας, του βάθους των υδάτων και των ταχυτήτων ροής στην πλημμυρισμένη περιοχή. Εμπεριέχει την έννοια των επιπτώσεων.
- Η χαρτογράφηση της **πλημμυρικής επικινδυνότητας (Flood Hazard Mapping)** είναι η κύρια προσέγγιση για την ανάδειξη περιοχών με συγκεκριμένη πιθανότητα εμφάνισης πλημμύρας, όπου θα πρέπει να στοχεύσουν προληπτικά μέτρα για την προστασία των υφιστάμενων υποδομών αλλά και του ανθρώπινου και φυσικού κεφαλαίου. Αυτό μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες όπως η τοπογραφία, το κλίμα και η χρήση γης.

- Η Οδηγία της ΕΕ για τις πλημμύρες απαιτεί από τα κράτη μέλη της ΕΕ να λάβουν μια σειρά μέτρων για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των πλημμυρών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον και τις οικονομικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένου του εντοπισμού περιοχών που κινδυνεύουν από πλημμύρες, της ανάπτυξης χαρτών και διαχείρισης κινδύνου πλημμύρας. σχέδια και την εφαρμογή μέτρων μείωσης του κινδύνου πλημμύρας. Τα κράτη μέλη πρέπει επίσης να συνεργάζονται μεταξύ τους για διασυνοριακούς κινδύνους πλημμύρας και να λαμβάνουν υπόψη τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους κινδύνους πλημμύρας (Omer et al., 2023).
- Καθώς η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επιφέρει συχνότερα ακραία γεγονότα βροχοπτώσεων, οι πλημμύρες αναμένεται να αποτελέσουν σοβαρή απειλή για την ανθρώπινη κοινωνία και το περιβάλλον και σε αυτό το πλαίσιο η χαρτογράφηση των κινδύνων πλημμύρας είναι μείζονος σημασίας για τον αστικό και χωροταξικό σχεδιασμό και τη διαχείριση της χρήσης γης (Hosseini et al., 2020; Ran & Nedovic-Budic, 2019).

# Flood risk (Πλημμυρικός κίνδυνος)

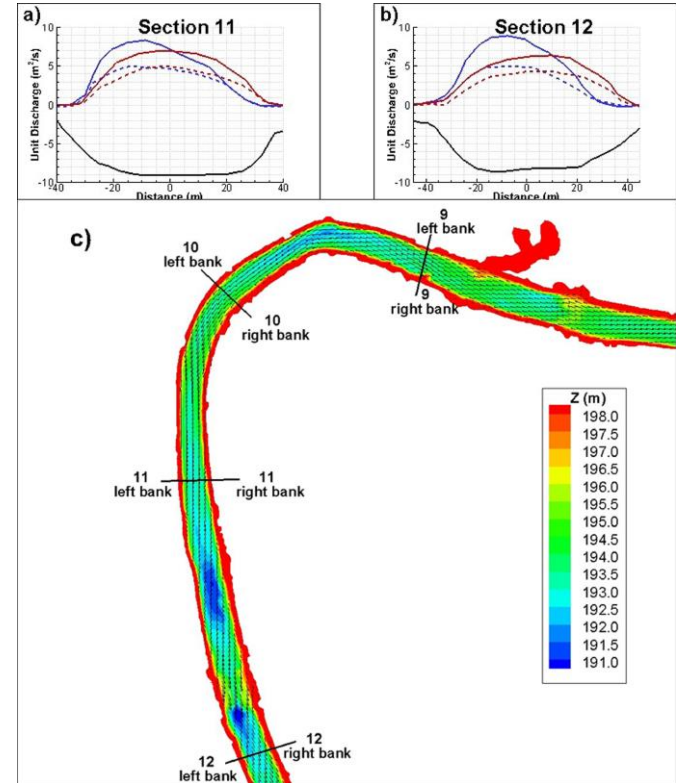
Ο κίνδυνος πλημμύρας, λαμβάνει υπόψη τόσο την πιθανότητα εμφάνισης πλημμύρας όσο και τις πιθανές συνέπειες της πλημμύρας. Αυτό περιλαμβάνει την πιθανή ζημιά στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και την οικονομική δραστηριότητα που σχετίζεται με ένα συμβάν πλημμύρας (ΕΥ Κοινοβούλιο, 2007). Οι αξιολογήσεις κινδύνου πλημμύρας χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό περιοχών που διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο πλημμύρας και για την ανάπτυξη στρατηγικών για τον μετριασμό και τη διαχείριση των κινδύνων. Έτσι, ο κίνδυνος πλημμύρας συχνά εκτιμάται ως το γινόμενο της πιθανότητας πλημμύρας πολλαπλασιασμένο με την αξία της υποδομής ή των περιουσιακών στοιχείων που υπάρχουν στις ευάλωτες τοποθεσίες.



- Η U.S. Federal Emergency Management Agency (<https://www.fema.gov/flood-maps>) υπογραμμίζει τη χρησιμότητα των χαρτών πλημμύρας και υποδεικνύει ότι οποιοδήποτε μέρος με πιθανότητα 1% ή μεγαλύτερη πιθανότητα να αντιμετωπίσει πλημμύρα κάθε χρόνο θεωρείται ότι έχει υψηλό κίνδυνο. Αυτές οι περιοχές έχουν τουλάχιστον μία στις τέσσερις πιθανότητες πλημμύρας κατά τη διάρκεια μιας υποθήκης 30 ετών ( $30 * 0.01 = 0.3$ ).
- Οι πλημμύρες δεν ακολουθούν τα όρια της πόλης ή τις γραμμές ιδιοκτησίας. Χρησιμοποιώντας έναν χάρτη πλημμύρας, μπορείτε να δείτε τη σχέση μεταξύ της ιδιοκτησίας σας και των περιοχών με τον υψηλότερο κίνδυνο πλημμύρας. Δεν υπάρχει «ζώνη χωρίς κίνδυνο», αλλά ορισμένες περιοχές έχουν χαμηλότερο ή μέτριο κίνδυνο.

# Συμβατικές μέθοδοι για flood hazard mapping

- Αριθμητικά μοντέλα: Ο συμβατικός τρόπος είναι να προσδιοριστεί η λεκάνη απορροής που απορρέει στην ευάλωτη περιοχή και να εφαρμοστεί ένα υδρολογικό μοντέλο βροχοπτώσεων-απορροών που εξάγει ένα υδρογράφημα πλημμύρας στην έξοδο της λεκάνης απορροής. Στη συνέχεια, αυτό το υδρογράφημα περιλαμβάνει την είσοδο ενός υδροδυναμικού μοντέλου βασισμένου στη φυσική (είτε σε δύο είτε σε μία διαστάσεις) με το οποίο διαδίδεται το κύμα πλημμύρας. Η έξοδος αυτού του μοντέλου είναι η πλημμυρισμένη περιοχή.
- Εργαλεία λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων, στατιστικές μέθοδοι και τεχνικές μηχανικής μάθησης (Hosseini et al., 2020; Rafiei-Sardooi et al., 2021): μπορούν να ενσωματωθούν στη γενική μεθοδολογία.



- Στην Ελλάδα εφαρμόζουμε την κατανομή Gumbel για να υπολογίσουμε τη μέγιστη αναμενόμενη βροχόπτωση για T50, T100, T1000 και να την εισάγουμε στο υδροδυναμικό μοντέλο.
- Όπως όμως αποδείχτηκε (και υπήρξε ανάλογη κριτική και στο παρελθόν – koutsoyannis 2003 - On the appropriateness of the Gumbel distribution in modeling extreme rainfall) η κατανομή αυτή έχει αρκετά μειονεκτήματα λόγω του μικρού αριθμού παρατηρήσεων μέγιστων ετήσιων βροχοπτώσεων (40 – 60 χρόνια), αλλά και λόγω της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής που επιτείνει τα ακραία φαινόμενα.



# Από δομικές σε μη δομικές παραμεβάσεις

Προηγούμενη έρευνα έχει δείξει ότι η κλιματική αλλαγή απαιτεί διαφοροποίηση των στρατηγικών για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων των πλημμυρών, συνδέοντας την πιθανότητα και τις συνέπειες και δίνοντας έμφαση στο συντονισμό μεταξύ χωροταξικών και διαχειριστών νερού (Vitale, 2023).

Στο προαναφερθέν άρθρο οι συγγραφείς τόνισαν τον ανεπαρκή συντονισμό σε διάφορα κυβερνητικά επίπεδα, τομείς πολιτικής και εμπλεκόμενων, ως εμπόδιο στην απάντηση της πολιτικής για επιτυχή προσαρμογή στις πλημμύρες.

Στο άρθρο (Haque et al., 2019) φάνηκε η ανάγκη μετάβασης από μια απλή προσέγγιση δομικής παρέμβασης για την αντιμετώπιση των πλημμυρών, σε στρατηγικές που ενσωματώνουν επίσης μη διαρθρωτικές παρεμβάσεις που εστιάζουν στη σημασία των μελών της κοινότητας στην υιοθέτηση και εφαρμογή πολιτικών για τις πλημμύρες. Αποδεικνύεται επίσης ότι τέτοια μέσα διαφοροποιούν / διαμοιράζουν τις ευθύνες σε πολλούς ενδιαφερόμενους φορείς (και όχι μόνο στην κυβέρνηση) και συνεπώς απαιτούν υψηλό επίπεδο κοινωνικής αποδοχής για την αποτελεσματική τους εφαρμογή (Raikes et al., 2023)

# Χρήση πληροφορίας σχεδόν πραγματικού χρόνου για flood hazard mapping


- Χρησιμοποιώντας το DW για την αξιολόγηση της επικινδυνότητας πλημμύρας, η αξιολόγηση ενημερώνεται συνεχώς σύμφωνα με τον χρόνο επανεπίσκεψης του Sentinel 2, δηλαδή δύο έως πέντε ημέρες, και παρέχει πληροφορίες για τις πλημμυρισμένες περιοχές με χωρική ανάλυση 10 m.
- Η διαδικασία αξιολόγησης είναι ενσωματωμένη στην πλατφόρμα Google Earth Engine και αξιολογεί την πιθανότητα πλημμύρας σε επίπεδο pixel, υπολογίζοντας τον αριθμό των φορών που κάθε pixel κατηγοριοποιείται ως πλημμυρισμένο στο σύνολο δεδομένων Dynamic World για μια δεδομένη χρονική περίοδο.

# Παράδειγμα στην ΒΑ Ελλάδα

- Η μεθοδολογία εφαρμόζεται στο Υδατικό Διαμέρισμα (ΥΔ) Θράκης στη ΒΑ Ελλάδα και συγκρίθηκε με τους πιο πρόσφατους χάρτες επικινδυνότητας πλημμύρας που αναπτύχθηκαν για την περιοχή μελέτης σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας Πλημμύρας της ΕΕ 2007/60 (ΕΥ Κοινοβούλιο, 2007). Η εργασία μας υπογραμμίζει τα πλεονεκτήματα της χρήσης ενημερωμένων πληροφοριών σχεδόν σε πραγματικό χρόνο για τις πλημμύρες και υλοποιείται με έναν απλό κώδικα του Google Earth Engine, που είναι άμεσα διαθέσιμος για χρήση σε άλλες περιοχές σε όλο τον κόσμο.
- Η απλότητά του το καθιστά ιδανικό εργαλείο για την υπέρβαση των φραγμών που συναντώνται μεταξύ της επιστημονικής προόδου και των προσαρμογών της πολιτικής

# Διαθεσιμότητα κώδικα

- <https://code.earthengine.google.com/0840284cd1e3a07a09644fa5bf2e5f5f>

Imports (2 entries) 

```
▶ var geometry: Table users/alexandragemitzi/gadm36_GRC_0  
▶ var region: Table users/alexandragemitzi/ThraceWD
```

```
Map.centerObject(geometry, 10);
```

```
var now = Date.now();
```

```
var startDate = '2015-01-01';
```

```
var endDate = ee.Date(now); //'2021-01-01';
```

```
var dw = ee.ImageCollection('GOOGLE/DYNAMICWORLD/V1')
```

```
  .filterDate(startDate, endDate)
```

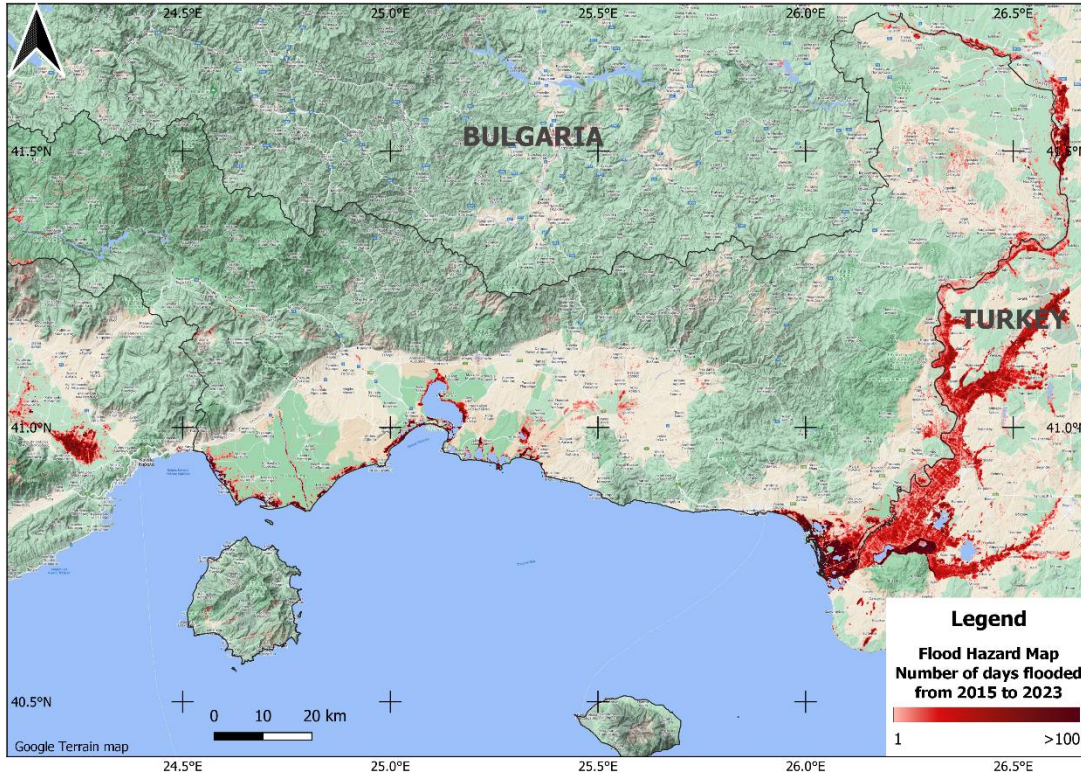
```
  .filterBounds(geometry);
```

```
var FloodOnly = dw.map(function(img) {  
  var ag = img.select('label');  
  return ag.eq(3);  
  //Would also like to maybe have 2 or 3 LC types to select here  
}).sum();
```

```
var palettes = require('users/gena/packages:palettes');  
var FloodVis = {  
  min: 1.0,  
  max: 50.0,  
  palette: palettes.colorbrewer.YlOrRd[9]  
};
```

```
var FloodMasked = FloodOnly.updateMask(FloodOnly.gte(1));
// Clip the composite and add it to the Map.
Map.addLayer(FloodMasked, FloodVis, 'Flood');
//Map.addLayer(dwComposite.clip(geometry), dwVisParams, 'Classified Composite');
var toInt = FloodMasked.toInt16();
Export.image.toDrive({
  image: toInt,
  description: 'image_export',
  // folder: 'ee_demos',
  region: region,
  scale: 30,
  crs: 'EPSG:4326'
});
```

# Αποτελέσματα για το ΥΔ Θράκης (2015 – σήμερα)



- Preprint διαθέσιμο εδώ:  
<https://www.researchsquare.com/article/rs-3167250/v2>

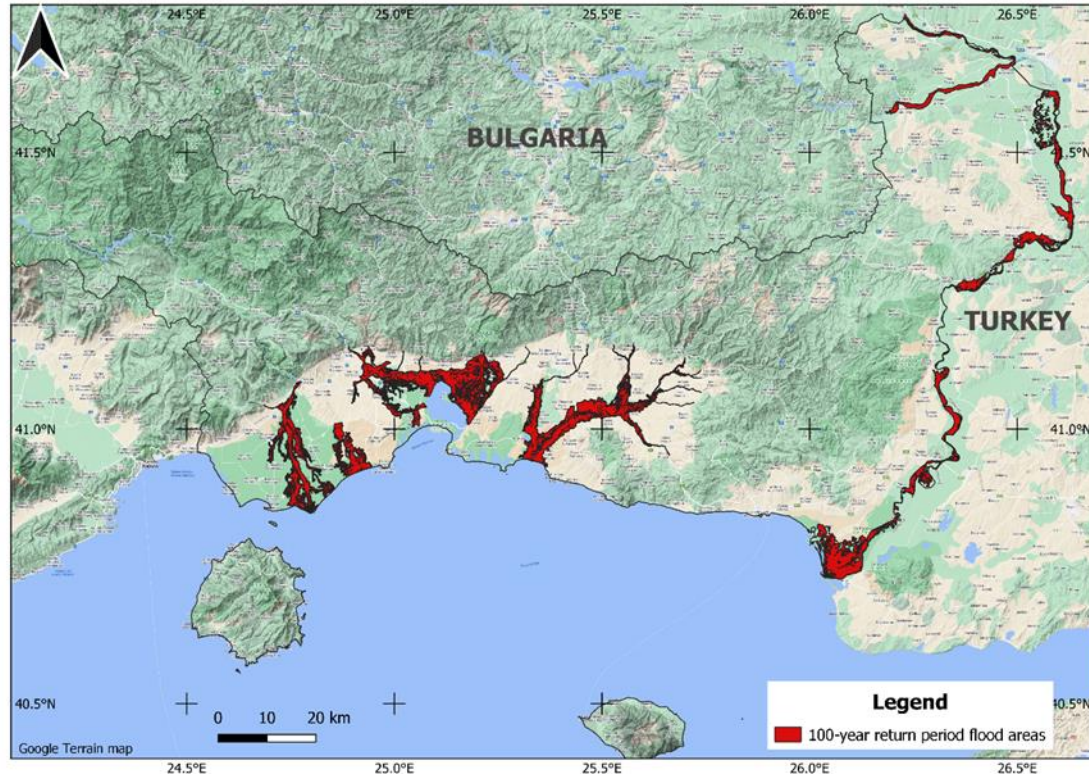
*Flood Hazard map of the broader Thrace Water District based on the methodology presented herein, covering the 2015 – 2023 period.*

# Περιοχές που επλήγησαν σύμφωνα με το CORINE Land cover

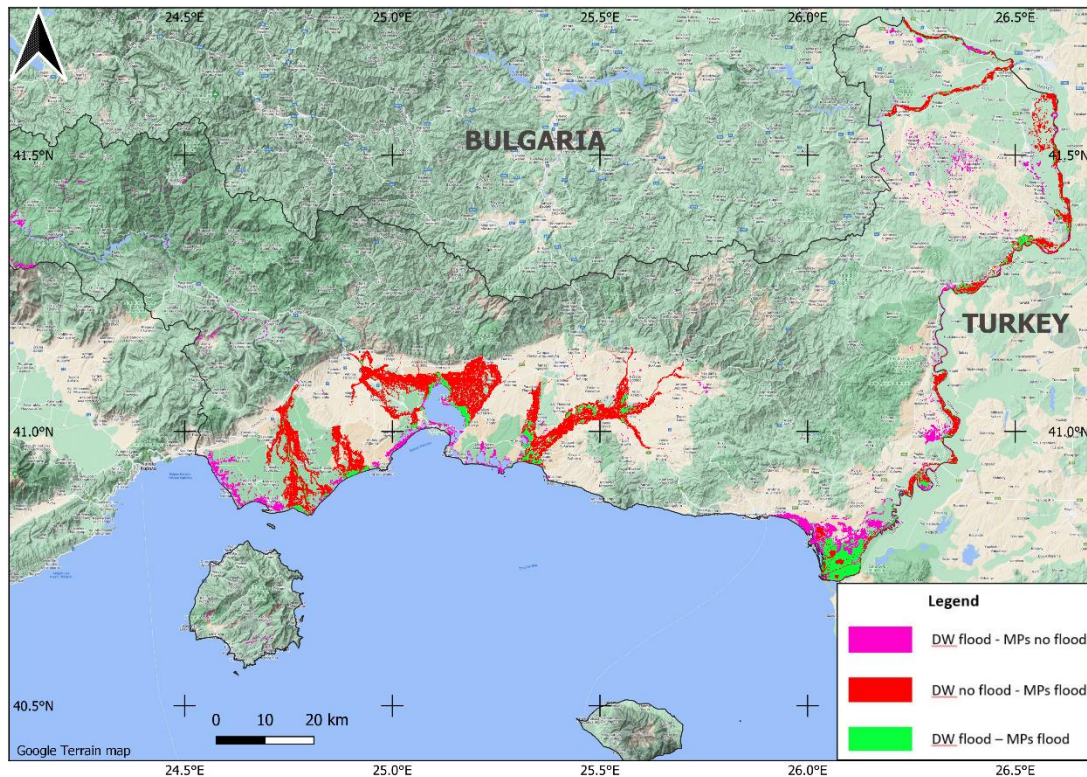
Land cover type	Area (km <sup>2</sup> )
Artificial, non-agricultural vegetated areas	0.1
Arable Land	280.0
Forests	24.1
Heterogeneous agricultural areas	6.7
Industrial, commercial and transport units	0.6
Mine, dump and construction sites	0.1
Pastures	0.6
Permanent Crops	0.2
Scrub and/or herbaceous vegetation associations	8.4
Urban fabric	0.1



# Σύγκριση με τον χάρτη πλημμυρικής επικινδυνότητας με περίοδο επαναφοράς 100 χρόνων



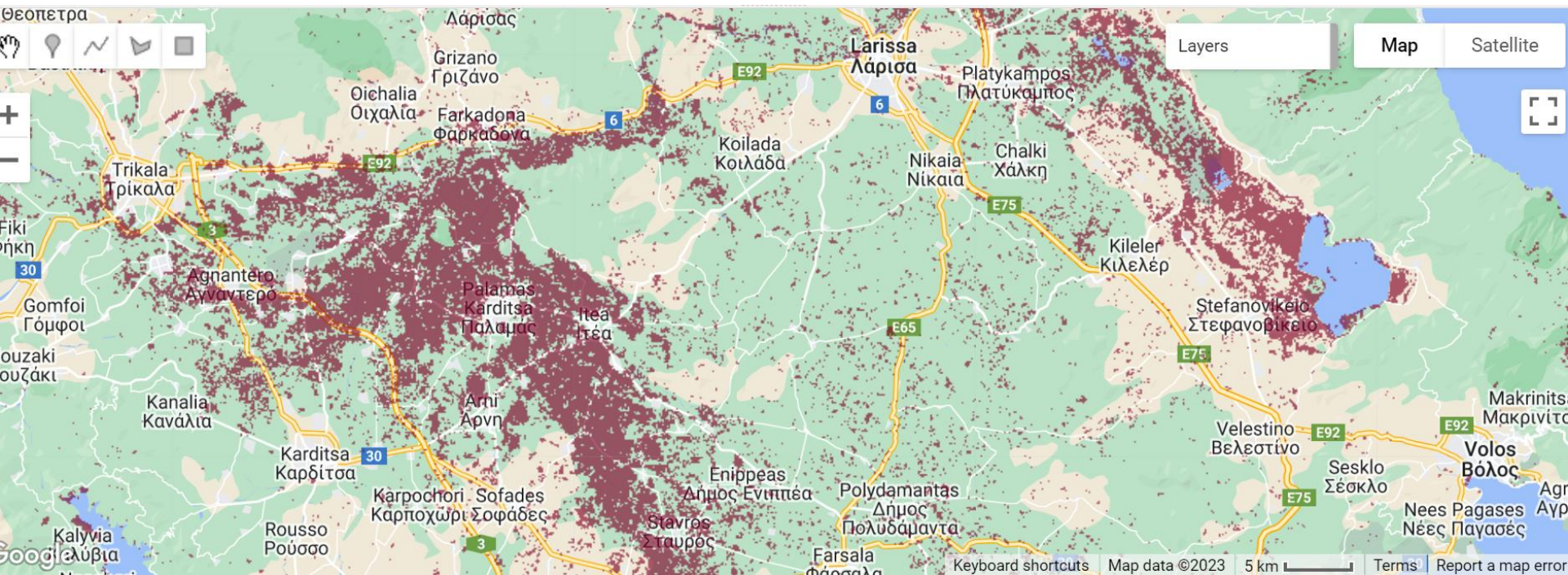
*100-year return period Flood Hazard map as defined in the Flood Management Plan for Thrace Water District, Greece (Special Secretariat for Water, 2018).*



Σύγκριση του χάρτη επικινδυνότητας πλημμύρας του Υδατικού Διαμερίσματος Θράκης με βάση τη μεθοδολογία που παρουσιάζεται εδώ έναντι του χάρτη επικινδυνότητας πλημμύρας 100 ετών βάσει του Σχεδίου Διαχείρισης Πλημμύρας για το Υδατικό Διαμέρισμα Θράκης, Ελλάδα (MPs).

# Κώδικας για Θεσσαλία

<https://code.earthengine.google.com/3b484df844aa4c8f34529b4792a3367d>



## ● Πλεονεκτήματα

- Σημαντική βελτίωση στα αποτελέσματα του υδροδυναμικού μοντέλου αν συνδυαστούν με τις παρατηρούμενες πλημμύρες.
- Συνεχώς ανανεωμένες εκτιμήσεις π.χ. αμέσως μετά την πλημμύρα στη Θεσσαλία ανανεώθηκε ο χάρτης Flood Hazard

## ● Μειονεκτήματα

- Δεν μπορεί να υπολογιστεί το βάθος της πλημμύρας
- Λόγω νεφοκάλυψης υπάρχει απώλεια δεδομένων και άρα η εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας αποτελεί μάλλον μια συντηρητική εκτίμηση.

## •Υπολογισμός καμένων εκτάσεων

- Ο κώδικας βρίσκεται εδώ:

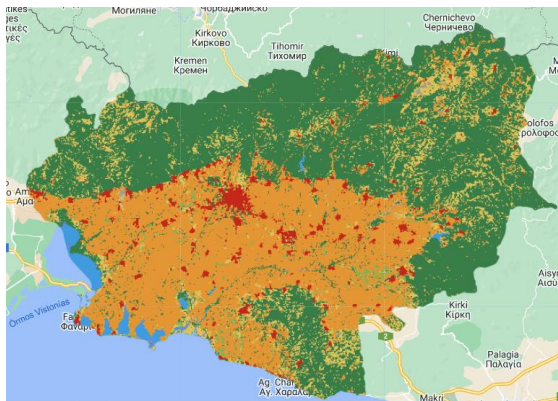
<https://code.earthengine.google.com/0156942a9baa48bb9719206094f3ef41>

Αλλάζοντας τις ημερομηνίες καταγράφουμε τις αλλαγές στην κάλυψη με δάσος

# • Το αποτέλεσμα για τη Ροδόπη

- LEGEND
- water
  - trees
  - grass
  - flooded\_vegetation
  - crops
  - shrub\_and\_scrub
  - built
  - bare
  - snow\_and\_ice

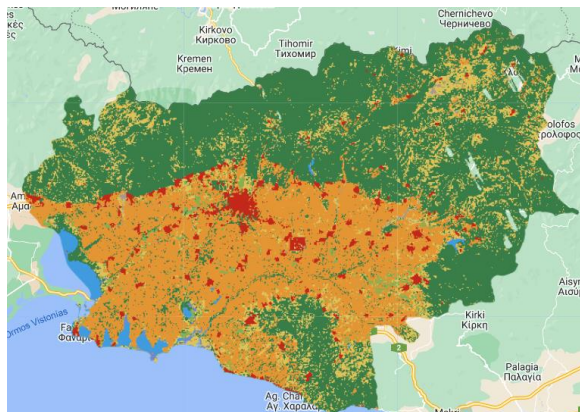
Αύγουστος 2021



Percentage Tree Area  
48.10%

bare: 125469  
 built: 1214864  
 crops: 11323394  
 flooded\_vegetation: 60298  
 grass: 469252  
 shrub\_and\_scrub: 3852286  
 snow\_and\_ice: 39  
 trees: 16274816  
 water: 516947

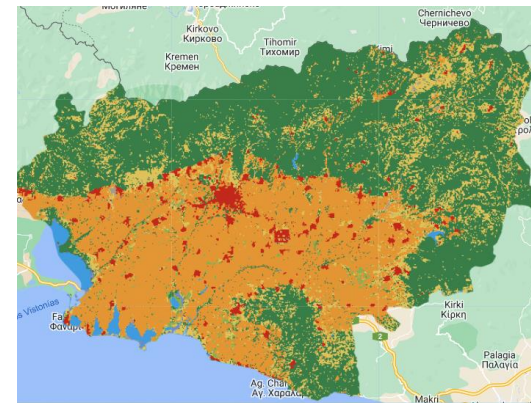
Αύγουστος 2022



Percentage Tree Area  
48.57%

bare: 137986  
 built: 1242143  
 crops: 10113515  
 flooded\_vegetation: 73132  
 grass: 620083  
 none: 199141  
 shrub\_and\_scrub: 4576553  
 snow\_and\_ice: 1593  
 trees: 16338409  
 water: 534810

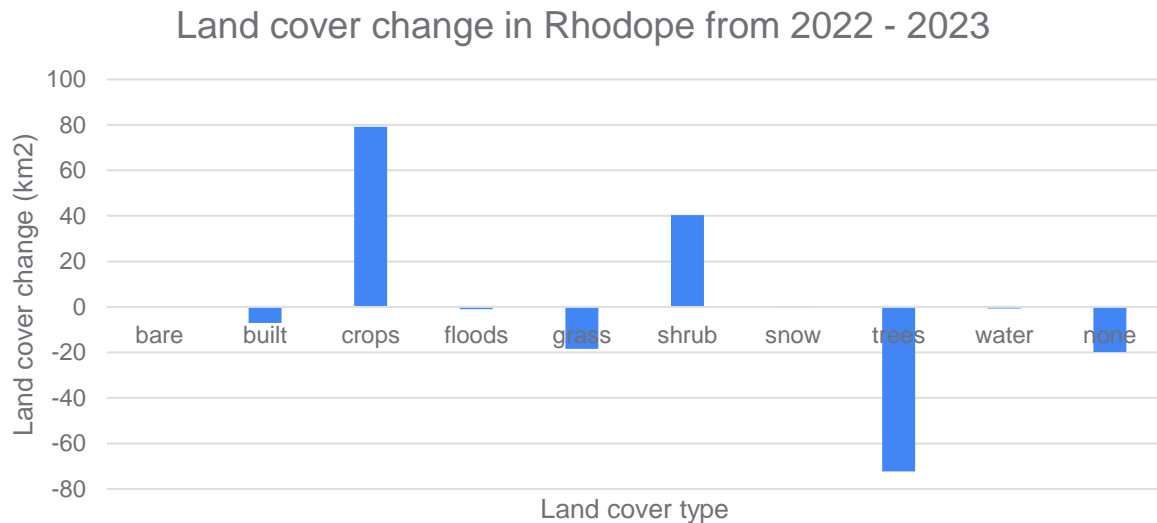
Αύγουστος 2023



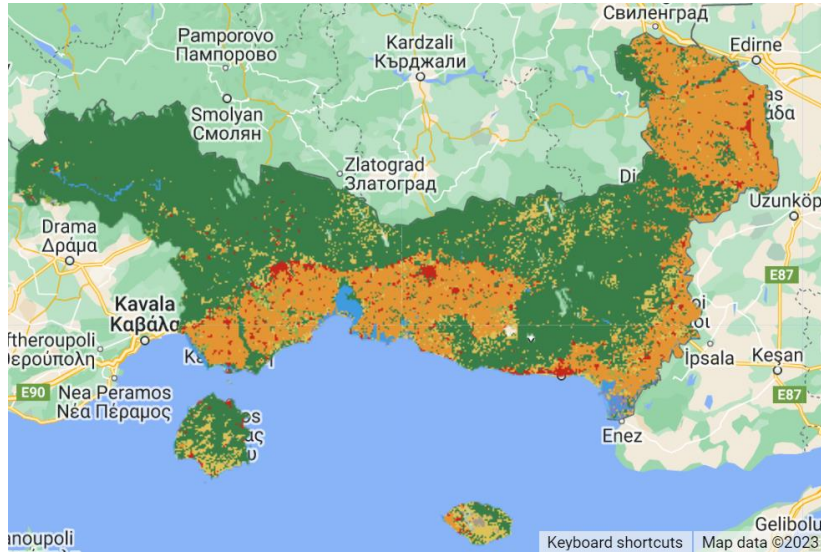
Percentage Tree Area  
46.15%

Object (9 properties)  
 bare: 141378  
 built: 1171079  
 crops: 10904436  
 flooded\_vegetation: 6234  
 grass: 435162  
 shrub\_and\_scrub: 4979571  
 snow\_and\_ice: 118  
 trees: 15615345  
 water: 527934

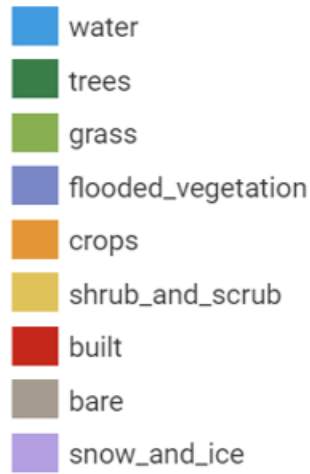
- Εφαρμογή νέας ΚΑΠ – Συμμόρφωση στους αυστηρότερους κανόνες και δεσμεύσεις που επέβαλε η ΚΑΠ 2021 – 2027 στους παραγωγούς



# Αποτελέσματα για ολόκληρη τη Θράκη



## LEGEND



bare:	589101
built:	4843614
crops:	36806583
flooded_vegetation:	719111
grass:	2689554
none:	1362810
shrub_and_scrub:	15190929
snow_and_ice:	43833
trees:	85205338
water:	2111517

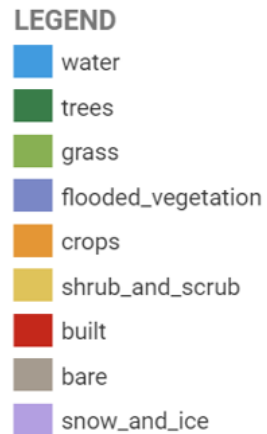
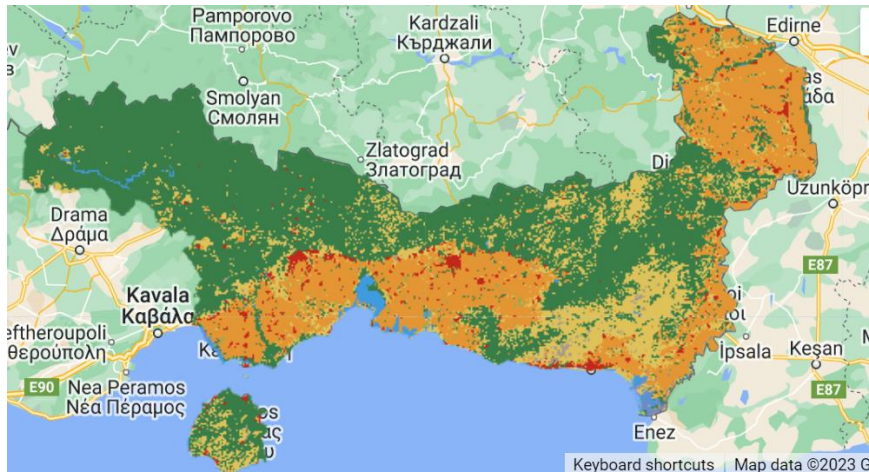
- Τα αποτελέσματα δίνονται σε ριxel (πολλαπλασιάζουμε με 100 μ2 και βρίσκουμε έκταση)

2022

Percentage Tree Area

57.49





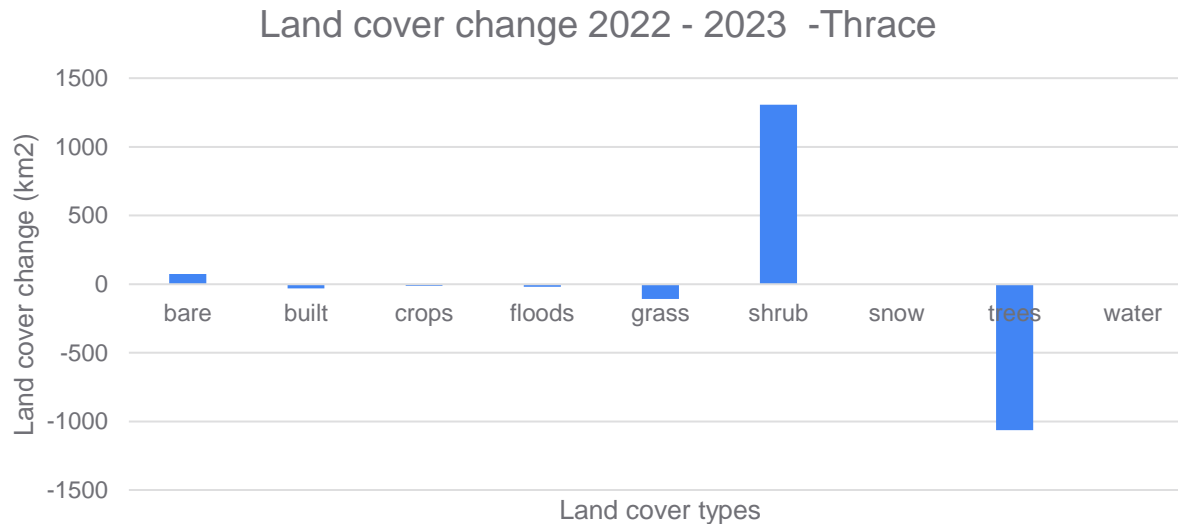
bare: 1325374  
 built: 4522500  
 crops: 36676043  
 flooded\_vegetation: 525787  
 grass: 1610783  
 shrub\_and\_scrub: 28263018  
 snow\_and\_ice: 9061  
 trees: 74555611  
 water: 2074213

2023

Percentage Tree Area

49.85

- Κυρίαρχη αλλαγή η φωτιά στις δασικές περιοχές.



Λαμβάνοντας υπόψη ότι κατά μέσο όρο 1ha δάσους δεσμεύει 42.8 τόνους άνθρακα, η φωτιά είχε ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση 2.601.530 tons στην ατμόσφαιρα

Εδώ <https://climate.mit.edu/ask-mit/how-can-burning-one-ton-fuel-create-more-one-ton-co2> μπορείτε να υπολογίσετε σε πόσους τόνους CO<sub>2</sub> αντιστοιχεί αυτή η ποσότητα άνθρακα. (1 τόνος άνθρακα ~ 3.2 τόνοι CO<sub>2</sub>)

# ●Βόρεια Εύβοια 2020

- Percentage Tree Area  
30.33

---

bare: 151444  
built: 1239742  
crops: 2915444  
flooded\_vegetation: 14209  
grass: 79690  
shrub\_and\_scrub: 2693259  
snow\_and\_ice: 6705  
trees: 16075484  
water: 29827484

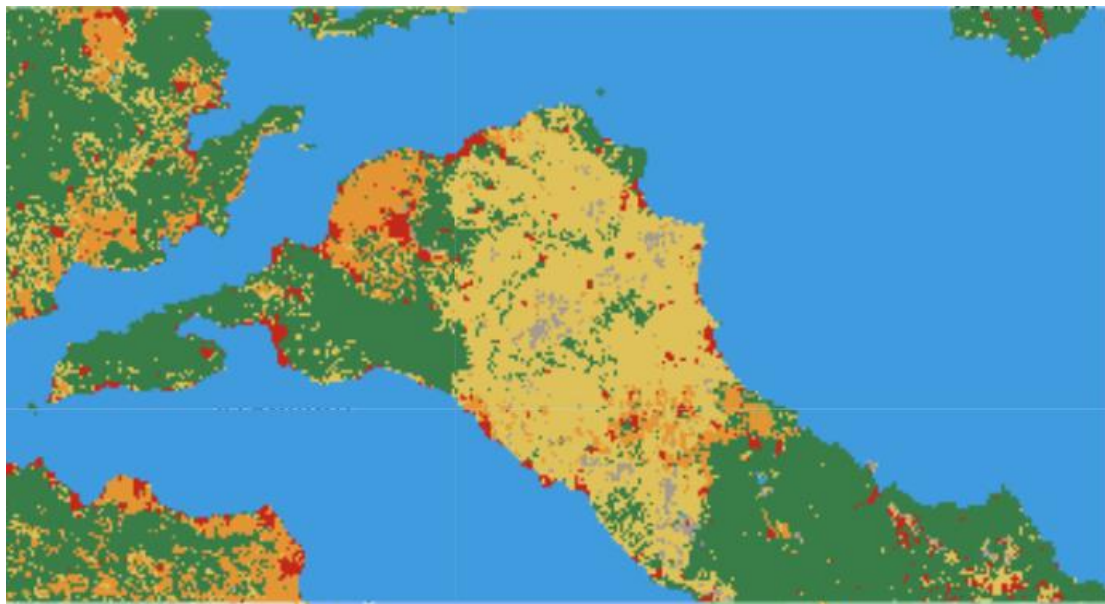


# ●Βόρεια Εύβοια 2021

Percentage Tree Area

21.79

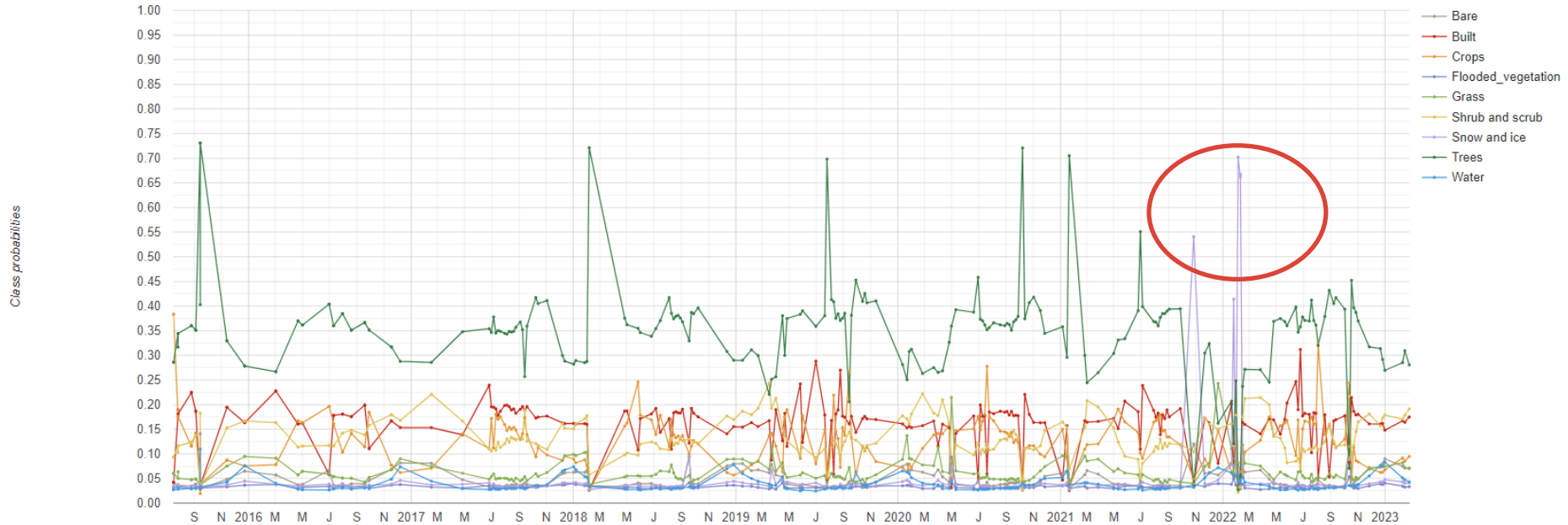
bare: 507029  
built: 1178618  
crops: 2864568  
flooded\_vegetation: 18825  
grass: 102195  
shrub\_and\_scrub: 6952180  
snow\_and\_ice: 9604  
trees: 11547781  
water: 29822661



# Πιθανές προεκτάσεις της μεθοδολογίας

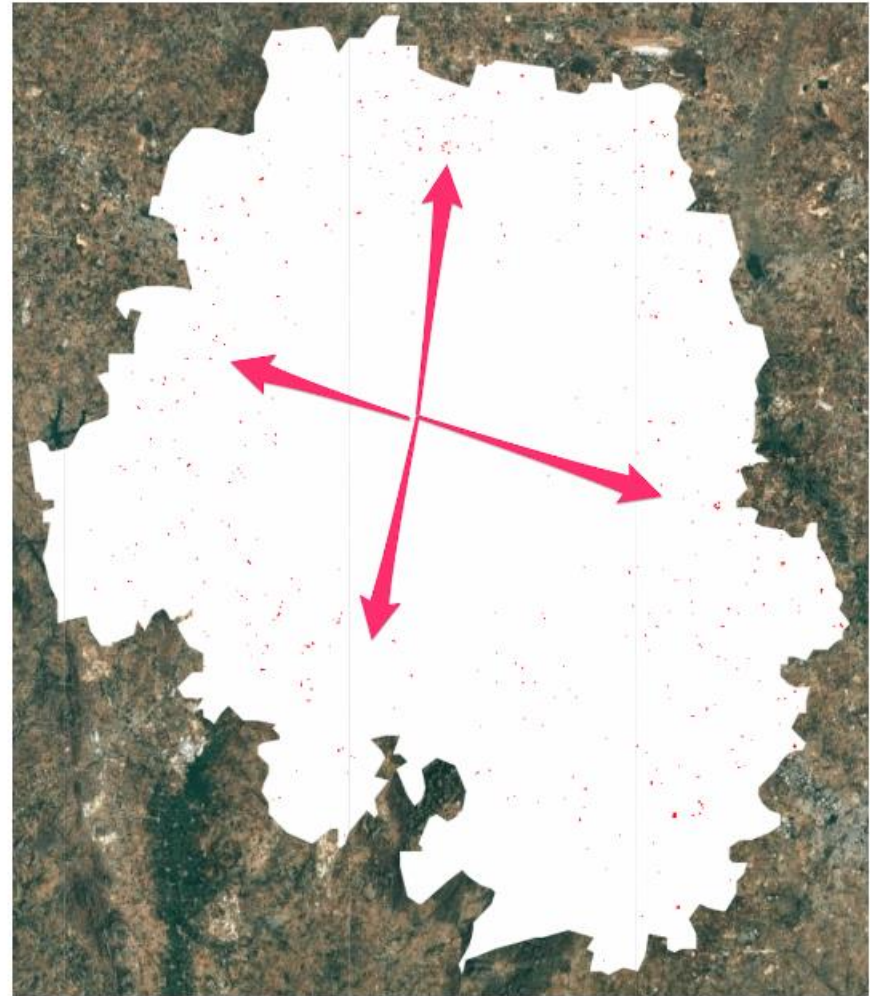
- Συνδυασμός (εμπλουτισμός) των συμβατικών μεθόδων καθορισμού πλημμυρικής επικινδυνότητας
- Καθορισμός χιονοκάλυψης (ιδιαίτερα σημαντικό για μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και υψόμετρα)
- Χρονοσειρές εδαφοκάλυψης για διάφορες περιοχές:  
<https://code.earthengine.google.com/123a6000a68b3279569c3db74aa408e6>

# Καταγραφή περιόδου χιονοκάλυψης



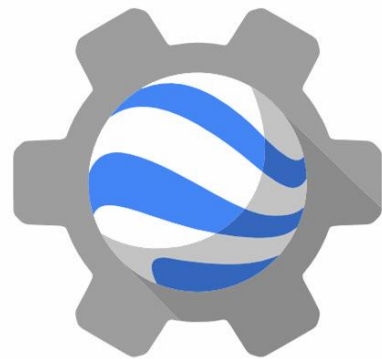
- Άλλες εφαρμογές

Έλεγχος νέων κτισμάτων στην Bangalore  
από το 2019 - 2020



Red Pixels Indicating Detected Urban Sprawl between 2019 and 2020

Google Earth Engine



[earthengine.google.com/signup](https://earthengine.google.com/signup)





**Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας**  
Μπορείτε να επικοινωνήσετε μαζί μου στο

[agkemitz@env.duth.gr](mailto:agkemitz@env.duth.gr)

[alexandra.gemitzi@gmail.com](mailto:alexandra.gemitzi@gmail.com)



Αλεξάνδρα Γκεμιτζή  
Καθηγήτρια ΔΠΘ