

**RSLab****Remote Sensing Laboratory  
National Technical University of Athens**

✓ Sensing ✓ Analytics ✓ Monitoring

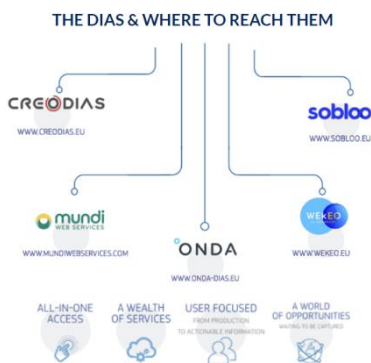
**Άσκηση 1****Ανάκτηση και Ανάλυση Δεδομένων, Χρονοσειρών και Γεωχωρικών Προϊόντων  
από Επιχειρησιακά Πληροφοριακά Συστήματα και Υπηρεσίες****Αντικείμενο - Στόχοι**

- ✓ Σημερινές υποδομές και συστήματα διαχείρισης και ανάλυσης δεδομένων παρατήρησης γης
- ✓ Ανάκτηση ιστορικών δεδομένων, χρονοσειρών και γεωχωρικών προϊόντων
- ✓ Αυτόματη, μεγάλης κλίμακας, ανάλυση δεδομένων και παραγωγή χαρτογραφικών προϊόντων
- ✓ Στατιστική ανάλυση χρονοσειρών και προσαρμογή μαθηματικών μοντέλων
- ✓ Παραγωγή ετήσιων και μηνιαίων συνθετικών χρονοσειρών
- ✓ Παραγωγή πρόβλεψης από επιβλεπόμενη ταξινόμηση
- ✓ Δημιουργία εφαρμογής προβολής γεωχωρικών δεδομένων – διεπαφής χρήστη

**Εισαγωγή - Οδηγίες**

Στην Άσκηση 1 θα πειραματιστείτε με τα διαθέσιμα επιχειρησιακά πληροφοριακά συστήματα και υπηρεσίες τα οποία αποθηκεύουν συστηματικά όλα τα ανοικτά διαθέσιμα δεδομένα Παρατήρησης Γης (earth observation data) και άλλα γεωχωρικά δεδομένα και προϊόντα (geospatial data and products). Τα δεδομένα αυτά (Petabyte-scale) καλύπτουν όλο τον πλανήτη, ενώ οι υπηρεσίες αυτές συλλέγουν, κυρίως, δεδομένα από τη NASA/ USGS (ΗΠΑ) και τις παρακάτω Ευρωπαϊκές βάσεις και υπηρεσίες.

Satellite data		Services data and information	
ESA	EUMETSAT		
<a href="#">SCI Hub</a>	<a href="#">EUMETCast</a>	<a href="#">Land - CLMS</a>	<a href="#">Marine - CMEMS</a>
<a href="#">CSCDA</a>	<a href="#">CODA</a>	<a href="#">Atmosphere - CAMS</a>	<a href="#">Climate - C3S</a>
		<a href="#">Emergency - EMS</a>	<a href="#">Security</a>



Με Ευρωπαϊκή προέλευση και σημαντική χρηματοδότηση στο πλαίσιο του Copernicus, τα παρακάτω επιχειρησιακά πληροφοριακά συστήματα (Data and Information Access Services - DIAS) προσφέρουν δεδομένα και υπηρεσίες για μεγάλη γκάμα χρηστών.

1. <https://creodias.eu/>
2. <https://sobloo.eu/>
3. <https://www.wekeo.eu/>
4. <https://www.onda-dias.eu/cms/>
5. <https://mundiwebservices.com/>

Επίσης, η Amazon και η Google παρέχουν αντίστοιχες υπηρεσίες για δεδομένα παρατήρησης γης (τόσο ανοικτά όσο και εμπορικά) σε συνδυασμό με ισχυρά υπολογιστικά σύστημα υψηλών επιδόσεων.

6. Google Earth Engine <https://earthengine.google.com/>
7. Amazon <https://aws.amazon.com/earth/>

**Βήματα**

1. Εγγραφείτε (δηλώνοντας τη φοιτητική σας ιδιότητα) και μελετήστε τα διαθέσιμα tutorial (documentation, κ.ο.κ.) κάθε συστήματος, πλοηγηθείτε και πειραματιστείτε με στις υπηρεσίες, ανακτήστε δεδομένα και αξιολογήστε την λειτουργικότητά τους.
2. Διαλέξτε την υπηρεσία με την οποία θέλετε να πραγματοποιήσετε την άσκηση (+30% στη βαθμολογία αν δεν την κάνετε στο GEE).

Ακολουθούν ενδεικτικά βήματα για το Google Earth Engine (GEE).

Αφού δημιουργήσετε λογαριασμό στο GEE επισκεφτείτε το [PLATFORM]->[CODE EDITOR] (<https://code.earthengine.google.com/>), και εξοικειωθείτε με το περιβάλλον εργασίας (<https://developers.google.com/earth-engine/playground>). Εξοικειωθείτε με την Javascript (συντακτικό, δομές, κοκ) και τη χρήση στο GEE ([https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/tutorial\\_js\\_01](https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/tutorial_js_01)).

- Εισάγετε στο GEE όλο το αρχείο (raw) των πολυφασματικών δεδομένων του δορυφόρου Landsat 8 (L8).

- Δημιουργήστε ένα πολύγωνο σε μια περιοχή της Ελλάδας (έκταση δημοτικού διαμερίσματος) με καλλιέργειες (π.χ. κάμπος Λάρισας).

- Ανακτήστε μια χρονοσειρά L8 (collection) για το παραπάνω πολύγωνο με όλα τα δεδομένα για όλο το έτος 2019. Τα δεδομένα της χρονοσειράς θα πρέπει να έχουν νεφοκάλυψη μικρότερη του 20%. Οπτικοποιήστε στην κονσόλα τα αποτελέσματα (print, JSON, metadata, etc.).

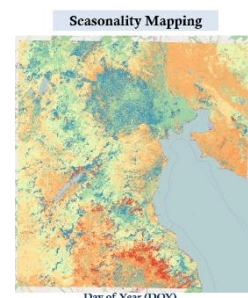
- Από την παραπάνω χρονοσειρά εικόνων, εξάγετε την εικόνα με την μικρότερη νεφοκάλυψη στην περιοχή. Οπτικοποιήστε την εικόνα αυτή στην κονσόλα: προσθέστε στο χάρτη του Code Editor ένα φυσικό έγχρωμο σύνθετο L8 (RGB-432) και ένα ψευδέγχρωμο σύνθετο (RGB-543). Για την ίδια εικόνα, υπολογίστε τον δείκτη βλάστησης NDVI (float) και απεικονίστε τον στον χάρτη του Code Editor, χρησιμοποιώντας παλέτα χρωμάτων (από κόκκινο σε πράσινο).

- Με βάση την παραπάνω χρονοσειρά των εικόνων L8 του 2019, δημιουργήστε νέες υπολογίζοντας για όλες τις εικόνες τους δείκτες NDVI, EVI, και NDWI (ονομάστε αντίστοιχα 'NDVI', 'EVI', 'NDWI', όλα float) για όλες τις διαθέσιμες χρονικές στιγμές.

- Στις παραπάνω χρονοσειρές (των 3 δεικτών βλάστησης) υπολογίστε για κάθε εικονοστοιχείο ποια ήταν η μέγιστη τιμή του δείκτη NDVI για το 2019 (temporal features). Στη συνέχεια υπολογίστε ποια ήταν η συγκεκριμένη μέρα του χρόνου (day-of-year, DOY) για την οποία το 2019 εμφανίστηκε η μέγιστη τιμή του NDVI. Αποθηκεύστε τις ημέρες του χρόνου (DOY), με τις μεγαλύτερες τιμές NDVI που υπολογίσατε, σε μία νέα εικόνα ίδιων διαστάσεων και απεικονίστε την στο χάρτη (χρωματική παλέτα της επιλογής σας).

- Στη συνέχεια δημιουργήστε μια νέα μεγαλύτερη χρονοσειρά δεδομένων L8 (όλα τα διαθέσιμα δεδομένα L8 μέχρι και σήμερα), για το ίδιο πολύγωνο και με ποσοστό νεφοκάλυψης μικρότερο του 20%. Μελετήστε τα παρακάτω:

- ✓ Zhu et al., 2015. Generating synthetic Landsat images based on all available Landsat data: Predicting Landsat surface reflectance at any given time. Remote Sensing of Environment.
- ✓ Hermosilla, et al., 2015. An integrated Landsat time series protocol for change detection and generation of annual gap-free surface reflectance composites. Remote Sensing of Environment.
- ✓ Gómez et al., 2018. Optical remotely sensed time series data for land cover classification: A review. Remote Sensing of Environment.
- ✓ Wilson et al., 2018. Harmonic regression of Landsat time series for modeling attributes from national forest inventory data, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing.
- ✓ [https://docs.google.com/presentation/d/1J1rUtf-bkfaJwYJY-tU17kzKI4U8FnF7Q2\\_VwqWdaak/edit#slide=id.g4954714e1\\_18](https://docs.google.com/presentation/d/1J1rUtf-bkfaJwYJY-tU17kzKI4U8FnF7Q2_VwqWdaak/edit#slide=id.g4954714e1_18)



Υπολογίστε για την παραπάνω χρονοσειρά το δείκτη βλάστησης NDVI (ή άλλο φασματικό δείκτη) για όλα τα διαθέσιμα L8. Με βάση τεχνικές ανάλυσης χρονοσειρών, περιοδικότητας και αρμονικής μοντελοποίησης, πειραματιστείτε και προσαρμόστε βέλτιστα καμπύλες στα δεδομένα σας, δημιουργώντας συνθετικές χρονοσειρές. Επιλέξτε διαφορετικά (σχετικά μικρά σε μέγεθος και φασματικά συμπαγή) πολύγωνα με διαφορετικές καλλιέργειες ή και διαφορετικές χρήσεις γης και δημιουργήστε για αυτά συνθετικές χρονοσειρές.

- Έπειτα δημιουργήστε ξανά ένα πολύγωνο σε μια περιοχή της Ελλάδας, το οποίο θα περιλαμβάνει διάφορες χρήσεις γης ( νερό, βλάστηση, δρόμοι, αστικός ιστός) και ανακτήστε μία αντίστοιχη χρονοσειρά L8 με την προηγούμενη. Δημιουργήστε νέα layers με χαρακτηριστικά σημεία/πολύγωνα για κάθε διαφορετική χρήση γης που παρατηρείτε. Στη συνέχεια εκπαιδεύστε τον ταξινομητή CART χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από τα layers των χρήσεων γης, και πραγματοποιήστε ταξινόμηση χρησιμοποιώντας το σύνολο των φασματικών καναλιών της χρονοσειράς. Χρησιμοποιήστε μπλε για το νερό, πράσινο για την βλάστηση, και κόκκινο για τον αστικό ιστό. Μελετήστε το παρακάτω:

- ✓ [https://docs.google.com/presentation/d/1BFZVhUVKIANHvSi5ApbmPqiOEHNbv\\_NizDVzJJ05tl/htmlpresent](https://docs.google.com/presentation/d/1BFZVhUVKIANHvSi5ApbmPqiOEHNbv_NizDVzJJ05tl/htmlpresent)

- Εξερευνήστε τις δυνατότητες της πλατφόρμας για interaction με τον χρήστη. Δημιουργήστε την δυνατότητα να μετακινείτε/επεξεργάζεστε τα σημεία/πολύγωνα και να επαναλαμβάνεται η ταξινόμηση με κάθε αλλαγή τους. Πειραματιστείτε με τις αλλαγές αυτές στα δεδομένα εκπαίδευσης και παρατηρήστε πως επηρεάζεται η ταξινόμηση. Δοκιμάστε να 'χαλάσετε' τις ψηφιοποιημένες κατηγορίες και να μπερδέψετε τον ταξινομητή.

- Εισάγετε δεδομένα Copernicus CORINE Land Cover, και συγκρίνετε τα με την ταξινόμηση σας. Χρησιμοποιήστε αντίστοιχα χρώματα στην ταξινόμηση ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα. Φτιάξτε ένα δικό σας *split panel app* όπου θα δείχνετε τα δεδομένα CORINE και τα δεδομένα της ταξινόμησης σας σε αντιπαράθεση. Εξερευνήστε τις δυνατότητες προβολής των δεδομένων και διεπαφής με τον χρήστη, πάρτε ιδέες από αντίστοιχα apps. Μελετήστε τα παρακάτω για την δημιουργία ολοκληρωμένων εφαρμογών σε διάφορα αντικείμενα:

- ✓ <https://courses.spatialthoughts.com/end-to-end-gee.html#building-and-publishing-an-app>
- ✓ <https://jdbcode.github.io/portfolio/portfolio.html>



## Ζητούμενα

εκπονήστε τεχνική έκθεση απαντώντας στα παρακάτω ερωτήματα

1. Να περιγράψετε τις βασικές λειτουργικότητες τεσσάρων (από τα παραπάνω 7) πληροφοριακών συστημάτων διαχείρισης και ανάλυσης δεδομένων και γεωχωρικών προϊόντων. Να αξιολογήσετε και συγκρίνετε τις υπηρεσίες τους σε σχέση με τη λειτουργικότητα, χρηστικότητα, διαθεσιμότητα δεδομένων και διεπαφή χρήστη.
2. Για την περιοχή μελέτης παρουσιάστε ένα φυσικό και ένα ψευδέχρωμο σύνθετο καθώς και το δείκτη NDVI για την ημερομηνία με τα λιγότερα σύννεφα κατά το 2019.
3. Παρουσιάστε και περιγράψτε το χάρτη με τις μέγιστες για το 2019 τιμές NDVI και τον χάρτη με τις αντίστοιχες ημερομηνίες (DOY) για τις οποίες είχαμε αυτές τις τιμές. Πραγματοποιήστε το ίδιο για το 2018 και συγκρίνετε τα αποτελέσματα. Που οφείλονται οι διαφορές?
4. Για 4 διαφορετικά πολύγωνα στην περιοχή μελέτης, για όλα τα διαθέσιμα δεδομένα L8 και τις χρονοσειρές NDVI (ή άλλων δεικτών για τον αστικό χώρο, τα ύδατα, το έδαφος), περιγράψτε και παρουσιάστε τις βέλτιστες αρμονικές καμπύλες που προσαρμόσατε δημιουργώντας συνθετικές χρονοσειρές.
5. Για την ίδια ή διαφορετική περιοχή μελέτης, ψηφιοποιήστε διάφορες χρήσεις γης και πραγματοποιείστε ταξινόμηση στην διαθέσιμη χρονοσειρά. Χρησιμοποιείστε δυο διαφορετικούς ταξινομητές. Περιγράψτε τυχόν διαφορές που προκύπτουν στα αποτελέσματα της ταξινόμησης σε σχέση με τις διαθέσιμες ψηφιοποιημένες περιοχές ή τους διαφορετικούς ταξινομητές.
6. Με βάση τα παραπάνω βήματα, υλοποιήστε ένα δικό σας app μέσω της GEE.

Επισυνάψτε τον κώδικα της εργασίας σας στην τεχνική έκθεση (αλλά και μέσω link: GEE Code Editor --> Get Link, και σε αρχείο με τύπου \*.js), έχοντας προσθέσει αναλυτικά και κατατοπιστικά σχόλια σε κάθε συνάρτηση (//...). Ακόμα επισυνάψτε και το link του app (<https://mailname.users.earthengine.app/view/appname>).

### Links

- ✓ <https://www.google.com/earth/outreach/learn/introduction-to-google-earth-engine/>
- ✓ [https://developers.google.com/earth-engine/image\\_overview](https://developers.google.com/earth-engine/image_overview)
- ✓ [https://developers.google.com/earth-engine/ic\\_creating](https://developers.google.com/earth-engine/ic_creating)
- ✓ [https://developers.google.com/earth-engine/image\\_visualization](https://developers.google.com/earth-engine/image_visualization)
- ✓ <https://developers.google.com/earth-engine/landsat>
- ✓ <https://developers.google.com/earth-engine/geometries>
- ✓ [https://developers.google.com/earth-engine/image\\_math](https://developers.google.com/earth-engine/image_math)
- ✓ [https://developers.google.com/earth-engine/tutorial\\_js\\_03](https://developers.google.com/earth-engine/tutorial_js_03)
- ✓ <https://developers.google.com/earth-engine/guides/classification>
- ✓ <https://code.earthengine.google.com/?scriptPath=Examples:Demos/Classification>
- ✓ [https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/community/drawing-tools#example\\_classification\\_with\\_user-drawn\\_geometries](https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/community/drawing-tools#example_classification_with_user-drawn_geometries)
- ✓ [https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS\\_CORINE\\_V20\\_100m](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_CORINE_V20_100m)
- ✓ [https://developers.google.com/earth-engine/guides/ui\\_widgets](https://developers.google.com/earth-engine/guides/ui_widgets)

