



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

ქლოროფილის კონცენტრაციის და ეუტროფიკაციის დინამიკის ინტეგრირებული შეფასება

მწვანე ალტერნატივა

ქეთევან კუპატაძე

26 ოქტომბერი, 2021



**CERTH**  
CENTRE FOR  
RESEARCH & TECHNOLOGY  
HELLAS





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

ქლოროფილის კონცენტრაციისა და  
ეუტროფიკაციის დინამიკის შეფასება

საკვლევო რეგიონი: კოლხეთის დაბლობი





Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions.

### რატომ არის ქლოროფილი მნიშვნელოვანი

სანაპირო წყლებში, განსაკუთრებით მდინარეების შესართავებთან, ხშირად შეინიშნება მღვრიე წყლის ნაკადი.

სიმღვრიე გამოწვეულია წყალში არსებული ნახევარი მიკრონიდან რამდენიმე მილიმეტრამდე ზომის მცირე ნაწილაკებით, ასევე ზოგიერთი მინერალის (თიხა ან ორგანული ნარმოშობის) შემცველობის გამო.

სიმღვრივის გამომწვევ ნაწილაკებს -შენიშნული ნაწილაკები ეწოდება. მათ შორის შეიძლება იყოს წყალმცენარეებიც.



ხრეში



ქვიშა



სილა



თიხა



წყალმცენარეები



## Common borders. Common solutions.

### რატომ არის ეკოლოგიური მნიშვნელოვანი

სანაპირო ზოლის ეკოლოგიური მონიტორინგისთვის ინფორმაცია, შენონილი ნაწილაკების გავრცელების შესახებ ძალიან მნიშვნელოვანია.

ორგანული ნაწილი შედგება ორგანიზმის ხრწნადი ფრაგმენტებისა და ფეკალიებისგან;

სხვადასხვა ნაწილაკები ქმნიან სხვადასხვა ფორმის და სტრუქტურის ე.წ. ფანტელებს (ჰუმუსური მასალის ნაწილს); ფანტელები მრავალი მიკროორგანიზმის სუბსტრატს წარმოადგენს და ისინი ვითარდებიან ფანტელებში არსებული მინერალური მასალის გახრწნის ხარჯზე;

მთელი რიგი არაორგანული და ორგანული „კვალის“ ნივთიერებები შეტივტივდებიან შენონილ ნაწილაკებთან და მონაწილეობენ ფანტელების ფორმირებაში.



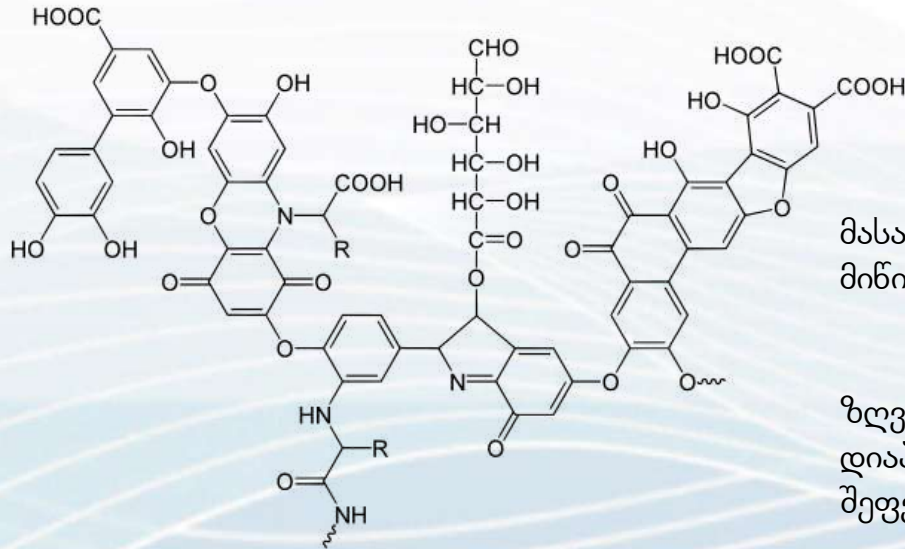


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## ჰუმუსური მასალა



ჰუმუსური მასალა Humic material (HM) ორგანული მასალის ტიპი, შეიძლება იყოს მინისქვედა (მიკრობები) და მინისზედა ნარმოშობის (გახრწნილი მცენარეები).

ჰუმუსური მასალის შემადგენელია ფულვინის მჟავა, ზღვის ნყალში კარგად იხსნება და PH-ის მთელ დიაპაზონშია აქტიური. მოყვითალო-მონითალო შეფერილობის.



Project funded by  
EUROPEAN UNION



**Common borders. Common solutions.**

**რატომ არის ქლოროფილი მნიშვნელოვანი**

- ნყალში Chl-a– ს გაზომვა ჩვეულებრივ გამოიყენება:
- (ა) სანაპირო და შიდა წყლებში წყლის ხარისხის მონიტორინგის მაჩვენებლად,
- (ბ) ნყალმცენარეების ე.წ. აყვავების მონიტორინგისას ,
- (გ) და ფიტოპლანქტონის ეკოლოგიური კვლევების დროს. (Jordan et al., 1991; Morrow et al., 2000).
- (დ) ციანობაქტერიების მაჩვენებლად (Ogashawara and Moreno-Madriñán, 2014).



Project funded by  
EUROPEAN UNION



**Common borders. Common solutions.**

**რატომ არის ექსპორტი მნიშვნელოვანი**

- ნების დაბინძურება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან ორგანული ნივთიერებებით
- ნების დაბინძურება მუნიციპალური ჩამდინარე ნყლებით
- ნიაღისეულის მოპოვება



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

როგორ ზომავენ ქლოროფილს







Project funded by  
EUROPEAN UNION



**Common borders. Common solutions.**

**როგორ ზომავენ ქლოროფილს**

სატელიტური დისტანციური ზონდირება მოიპოვებს შენონილი ნაწილაკების სივრცესა და დროში ცვლილების მონაცემებს შესართავებსა და სანაპირო ზოლებში.





Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions.

### სატელიტები, რომლებიც ქლოროფილის რაოდენობის გასაზომად გამოიყენება

MODIS (250m)  
2000 - დღემდე



OrbView-2 (1km)  
1997 - 2010



Landsat 8 (15m)  
2013 - დღემდე



Gaofen-1 (30m)  
2013 - დღემდე



Sentinel 2 (10m)  
2015 - დღემდე



Sentinel 3 (300m)  
2016 - დღემდე





**Common borders. Common solutions.**

## **ქლოროფილის კონცენტრაციისა და ეუტროფიკაციის დინამიკის შეფასება მეთოდოლოგია**

პირველი სატელიტური სენსორი, რომელიც შეიქმნა CHl- კონცენტრაციის შესაფასებლად, იყო სანაპირო ზონის ფერთა სკანერი (CZCS), რომელიც 1978 წლის ბოლოს გაიშვა. (O'Reilly et al., 1998).

PONTOS პლატფორმა დებულობს მონაცემებს სახმელეთო და საზღვაო მონაცემთა ბაზებიდან (მაგ. Copernicus, MODnet, Géoservices Sextant და BLACKSEASCENE) და მიღებულ სურათებს ქლოროფილის კონცენტრაციის დინამიკის შესაფასებლად იყენებს. ეს კი თავის მხრივ, წყლის საკვები ნივთიერებებით დაბინძურების ინდიკატორია. აღებულია 2009-2021 წლის მონაცემები.





**Common borders. Common solutions.**

## **ქლოროფილის კონცენტრაციისა და ეუტროფიკაციის დინამიკის შეფასება მეთოდოლოგია**

(Schalles, J.F., 2006. OPTICAL REMOTE SENSING TECHNIQUES TO ESTIMATE PHYTOPLANKTON CHLOROPHYLL a CONCENTRATIONS IN COASTAL, in: Richardson, L.L., LeDrew, E.F. (Eds.), Remote sensing of aquatic coastal ecosystem processes. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 27-79)

თანახმად, ქლოროფილის დაბალი კონცენტრაცია ( $<2\text{მგ/მ}^3$ ) კარგად აისახება სპექტრის ლურჯ ნაწილში (400–500 ნმ), ტალღის სიგრძის ზრდასთან ერთად ახლო ინფრანითელ სპექტრში (NIR, 700–800 ნმ), რეფლექსია იკლებს 0-მდე; ქლოროფილის კონცენტრაციები 2-დან 30 მგ / მ<sup>3</sup>-მდე შორის, აისახება მწვანე ნაწილში (500-600 ნმ) და წითელ ზოლებში (600-700 ნმ). უფრო მეტი რეფლექციისას, სპექტრის მწვანე ნაწილში პიკის ასახვას და 300 მგ / მ<sup>3</sup>-ზე ზემოთ ქლოროფილის კონცენტრაციას, აჩვენებს სპექტრის მწვანე ნაწილში, ლურჯი და წითელი ზოლები ამ შემთხვევაში მცირე ამსახველობას ავლენს.





Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions.

### წვდომა სატელიტურ გამოსახულებებზე და Copernicus ღია სისტემაზე

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

**Basic Steps to retrieve satellite image**

1. Select the Area of Interest
2. Define Sensing Period
3. Select Satellite Platform
4. Select Product Type
5. Define Cloud Cover

1. შეარჩიეთ თქვენი ინტერესის სფერო;
2. განსაზღვრეთ საკვლევი პერიოდი;
3. შეარჩიეთ სატელიტური პლატფორმა;
4. შეარჩიეთ პროდუქტის ტიპი;
5. განსაზღვრეთ ღრუბლიანობა;



Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions.

წვდომა სატელიტურ გამოსახულებებზე და Copernicus ღია სისტემაზე

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

The screenshot displays the Copernicus Open Access Hub interface. On the left, a list of products is shown, including details like 'Request Done', 'Download URL', 'Mission', 'Instrument', and 'Sensing Date'. A red box highlights the 'Add to Cart' and 'Download' icons for the first product. A red arrow points to the 'Add to Cart' button with the text 'Add to Cart'. Another red arrow points to the 'Download' icon with the text 'Download'. Below the product list, a 'Quicklook' button is visible. On the right, a map of the Balkan region is shown, with a green polygon indicating the satellite's coverage area. A red text box at the bottom of the map states 'Satellite is not covering the whole area'. The interface also shows search criteria, product selection options, and pagination controls.



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

წვდომა სატელიტურ გამოსახულებებზე და Copernicus ღია სისტემაზე

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

Footprint



Quicklook



Cloud cover percentage: 5.3525

Datatake sensing start: 2020-11-16T09:12:41.024Z

Degraded ancillary data percentage: 0.0

Degraded MSI data percentage: 0

Footprint: <gmt:Polygon srsName="http://www.opengis.net/inspire/gml#4326" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"> <gml:outerBoundaryIs> <gml:LinearRing>  
<gml:coordinates>41.01769423139636,23.43168197889632 41.08913306854,23.45343561400113 41.23552971032567,23.500990190065725 41.38243838492305,23.547112404289248  
41.50019059992418,23.583652410233235 41.52923550071836,24.719948115495857 40.54090999482793,24.75381368159668 40.50846282585221,23.459177397466938  
41.01769423139636,23.43168197889632</gml:coordinates> </gml:LinearRing> </gml:outerBoundaryIs> </gml:Polygon>

Format: SAFE

Format correctness: PASSED

General quality: PASSED

Generation time: 2020-11-16T10:43:17.000000Z

Geometric quality: PASSED

Ingestion Date: 2020-11-16T13:22:28.989Z

JT \$ footprint: MULTIPOLYGON (((23.459177397466938 40.50846282585221, 24.75381368159668 40.54090999482793, 24.719948115495857 41.52923550071836, 23.583652410233235  
41.50019059992418, 23.547112404289248 41.38243838492305, 23.500990190065725 41.23552971032567, 23.45343561400113 41.08913306854, 23.43168197889632 41.01769423139636,  
23.459177397466938 40.50846282585221)))

Level-1C PDI Identifier: S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_EPAE\_20201116T104317\_A028218\_T35TKF\_N02.09

Mission datatake id: GS2A\_20201116T091241\_028218\_N02.09

Orbit number (start): 28218

Pass direction: DESCENDING

Processing baseline: 02.09

Processing level: Level-1C

Product type: S2MS1C

Radiometric quality: PASSED

Relative orbit (start): 50

Sensing start: 2020-11-16T09:12:41.024Z

Sensing stop: 2020-11-16T09:12:41.024Z

Sensor quality: PASSED

Tile identifier: 35TKF

Tile identifier horizontal order: TF35K







Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions.

წვდომა სატელიტურ გამოსახულებებზე Earth Explorer სისტემიდან

[EarthExplorer \(usgs.gov\)](https://earthexplorer.usgs.gov)

**USGS**  
science for a changing world

Earth Explorer Manage Criteria

1. Enter Search Criteria

To narrow your search area, type in an address or place name, enter coordinates or UTM to refine your search area (in the advanced map tool, see the help documentation), and/or choose a date range.

Coordinates: 40.0, 39.0, 40.0, 39.0

Select a Descending Method  
(Feature (ON))

Search Limits: The search result set is 100 records; select a Country, Feature Class, and/or Feature Type to reduce your number of returning hits.

Feature Name  
(Use the as wildcard)

State  
(All)

Feature Type  
(All)

Show Clear

Options: Date: Raster/Point Area  
Display: Decimals

No coordinates selected

Use Map Use Coordinates Clear Coordinates

Date Range: Cloud Cover: Result Criteria

Search from: 1/1/2010 to 1/1/2010

Search months: (All)

**Basic Steps to retrieve satellite image**

1. Select the Area of Interest
2. Define Sensing Period
3. Select Satellite Platform
4. Select Product Type
5. Define Cloud Cover

1. შეარჩიეთ თვენი ინტერესის სფერო;
2. განსაზღვრეთ საკვლევი პერიოდი;
3. შეარჩიეთ სატელიტური პლატფორმა;
4. შეარჩიეთ პროდუქტის ტიპი;
5. განსაზღვრეთ ღრუბლიანობა;



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

წვდომა სატელიტურ გამოსახულებებზე Earth Explorer სისტემიდან

[EarthExplorer \(usgs.gov\)](https://earthexplorer.usgs.gov)

The screenshot shows the Earth Explorer web interface. On the left, there is a sidebar with search criteria. Under the heading "2. Select Your Data Set(s)", there is a list of data sets. The "Satellite" category is expanded, and "Sentinel-2" is selected. At the bottom of the sidebar, there are buttons for "Clear All Selected", "Additional Criteria", and "Results". The main area displays a satellite map of the Black Sea region, showing the coastline and surrounding land. The map includes a search bar at the top right and a scale bar at the bottom right. The USGS logo is visible in the top left corner of the interface.





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

წვდომა სატელიტურ გამოსახულებებზე Earth Explorer სისტემიდან

The screenshot shows the USGS Earth Explorer interface. The top navigation bar includes 'Search Criteria', 'Data Sets', 'Additional Criteria', and 'Results'. The 'Additional Criteria' section is active, showing a search criteria summary for Sentinel-2 data. A dropdown menu for 'Cloud Cover' is open, listing various percentage thresholds. The 'Results' button is highlighted with a red box. The main map area displays a satellite image of a region with a white outline indicating the search area. The bottom of the page contains a disclaimer: 'The provided maps are not for purchase or for download; it is to be used as a guide for reference and search purposes only.'





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

წვდომა სატელიტურ გამოსახულებებზე Earth Explorer სისტემიდან

The screenshot shows the Earth Explorer web interface. On the left, there is a search results panel with the following text: "4 Search Results", "If you selected more than one data set to search, use the dropdown to see the search results for each specific data set.", "Data Set", "Click here to export your results", "Download", "Displaying 1 - 1 of 1", "ID: L1C\_T25TLE\_A030049\_202007091941", "Acquisition Date: 2021/06/09", "Platform: SENTINEL-2A", "Number: 7357", "Metadata", "Add to Cart", "View Item Backed", "Submit Standards", "Reprints".

Red annotations are present: "Image Footprint" points to a small thumbnail image; "Download" points to a download icon; "Add to Cart" points to a cart icon; "Metadata" points to a metadata icon. A red box highlights the "Add to Cart" and "Reprints" buttons at the bottom of the results panel.



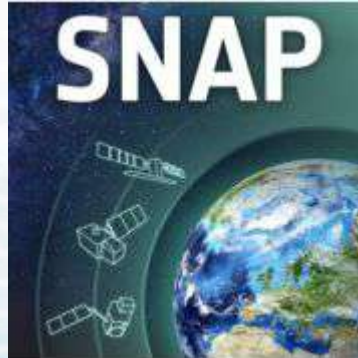


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## SENTINEL სააპლიკაციო პლატფორმა SNAP



SENTINEL ყველა აუცილებელი ინსტრუმენტი  
შეგუშავებულია ერთობლივად Brockmann Consult,  
SkyWatch and C-S და ეწოდება  
the Sentinel Application Platform (SNAP).

[SNAP Download – STEP \(esa.int\)](https://step.esa.int/)





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

SNAP არქიტექტურა

Draw a Polygon

Well-known text (WKT)  
Representation of geometry in text

- WKT from Geometry
- Export Transect Pixels
- Export Mask Pixels
- Export View as Google Earth KMZ
- Export View as Image
- Export Colour Palette as File
- Export Colour Legend as Image
- Spatial Subset from View...
- Copy Pixel Info to Clipboard



Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions.

SNAP გრაფიკების შექმნა

**Tools → Graph Builder**

**1. Add → Raster → Geometric → Resample**  
**2. Add → Raster → Subset**  
**3. Connect Graph**





Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions.

The screenshot shows the Graph Builder interface with a workflow diagram: **Read** → **Resample** → **Subset** → **Write**. The **Resample** node is selected, and its configuration panel is visible, outlined in red. The configuration includes:

- Define size of resampled product: **B2**
- By reference band from source product:
  - Resulting target width: 10980
  - Resulting target height: 10980
- By target width and height:
  - Target width: 10,980
  - Target height: 10,980
  - Width / height ratio: 1.00000
- By pixel resolution (in m):
  - Resulting target width: 1098
  - Resulting target height: 1098
- Define resampling algorithm:
  - Upsampling method: **Nearest**
  - Downsampling method: **First**
  - Flag downsampling method: **First**

SNAP გრაფიკების შექმნა



Project funded by  
EUROPEAN UNION



SNAP გრაფიკების შექმნა

Common borders. Common solutions.

The screenshot displays the SNAP (Sentinel Application Platform) software interface. The main window is titled "Graph Builder : STEP1.xml" and shows a workflow graph with four steps: Read, Resample, Subset, and Write, connected by red arrows. Below the graph, the "Subset" step is selected, and its configuration panel is visible. The panel includes options for "Copy Metadata" (checked), "Pixel Coordinates" (unchecked), and "Geographic Coordinates" (checked). The "Reference band" is set to "B1". A map window below the configuration panel shows a satellite image of the Black Sea region with a red bounding box indicating the subset area. The coordinates for the bounding box are: 345251465 40.66456985473633, 23.58807945251465 41.0165901184082, 23.58807945251465 41.0165901184082. The "Update" button is visible at the bottom right of the map window. On the right side of the interface, there are two preview windows: the top one shows a satellite image of a forest, and the bottom one shows a purple map overlay.



Project funded by  
EUROPEAN UNION



SNAP გრაფიკების შექმნა

## Common borders. Common solutions.

The screenshot displays the SNAP (Sentinel Application Platform) software interface. The main window is titled "Graph Builder : STEP1.xml" and shows a workflow graph with four steps: Read, Resample, Subset, and Write, connected by arrows. Below the graph, the "Read" step is selected, showing options for "Copy Metadata" (checked), "Pixel Coordinates" (selected), and "Geographic Coordinates". A "Reference band" field is set to "B1". A map view below the graph shows a satellite image of the Black Sea region with a yellow bounding box around a specific area. The coordinates for this bounding box are displayed as: 445251465 40.65456685477633, 23.58907946251465 41.0165901187082, 23.58907946251465 41.0165901184082. The "Save" button in the bottom toolbar is highlighted with a red circle.





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

საწყისი



დამუშავებული შედეგები



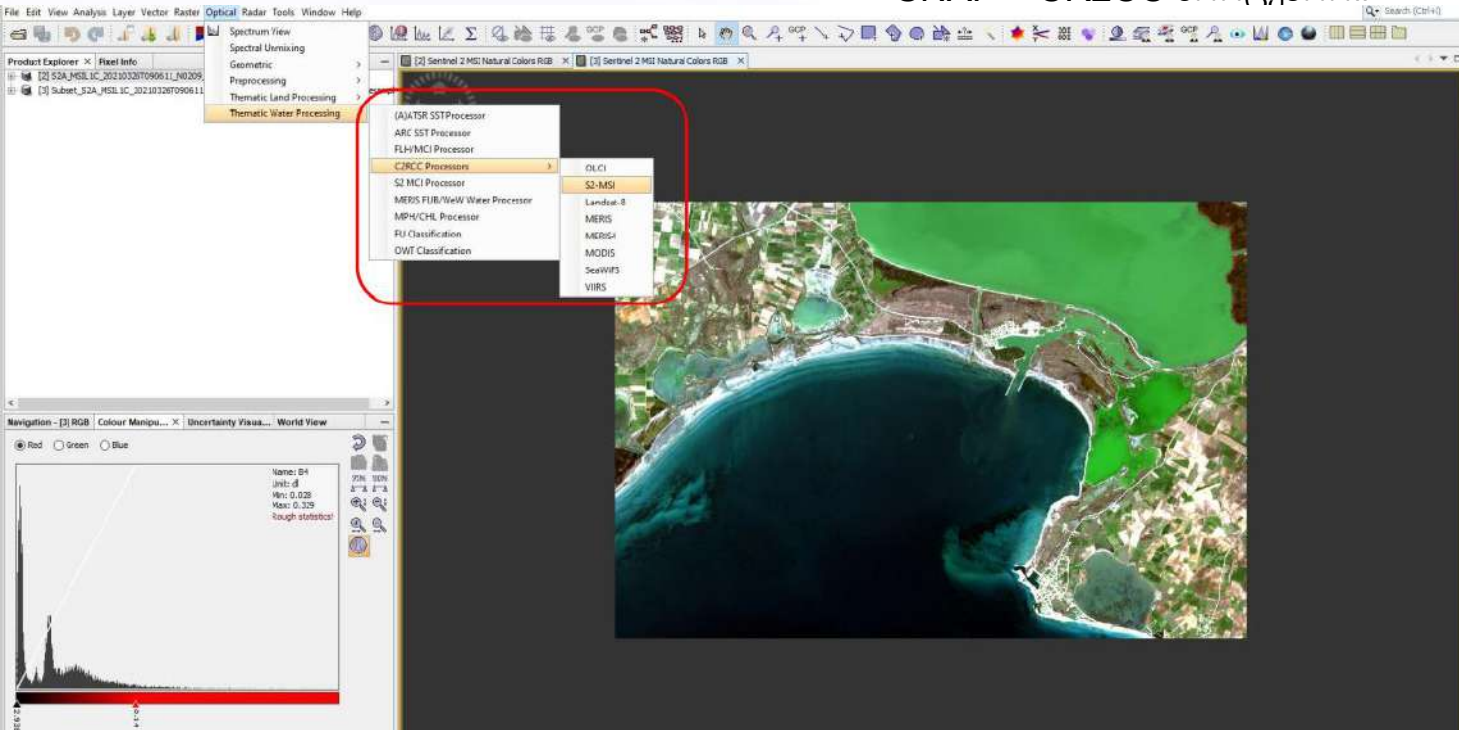


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

SNAP – CR2CC პროექტის ორთხილი





Project funded by  
EUROPEAN UNION



SNAP – CR2CC პროცესორი



## Common borders. Common solutions.

რეზოლუციის  
შემცირება ერთი  
ნიმუშულით

C2RCC MSI Processor

File Help

I/O Parameters Processing Parameters

Source Products

Input products

[2] Subset\_S2A\_MSIL1C\_0200729T090601\_N0209\_R050\_T35TUF\_20200... [v] ...

Ozone interpolation start product (TOMSOMI): (optional) [v] ...

Ozone interpolation end product (TOMSOMI): (optional) [v] ...

Air pressure interpolation start product (NCEP): (optional) [v] ...

Air pressure interpolation end product (NCEP): (optional) [v] ...

Target Product

Name:

1\_1C\_20200729T090601\_N0209\_R050\_T35TUF\_2020729T112307\_resampled\_C2RCC

Save as: BEAM-DIMAP [v]

Directory:

D:\Desktop\GPM [v] ...

Open in SNAP

Run Close

C2RCC MSI Processor

File Help

I/O Parameters Processing Parameters

Valid pixel expression:  $SS > 0.8855 < 0.1$  [v] ...

Salinity: 21.6 PSU

Temperature: 19.4 C

Ozone: 262.06 DU

Air Pressure at Sea Level: 1027.2 hPa

Elevation: 0.0 m

TSM factor: 1.72

TSM exponent: 3.1

CHL exponent: 1.04

CHL factor: 21.6

Threshold r/oa OOS: 0.05

Threshold AC reflectances OOS: 0.1

Threshold for cloud flag on down transmittance @865: 0.065

Atmospheric aux datapath:

Alternative NN Path:

Set of neuronal nets: C2RCC-NetS [v]

Output AC reflectances as rrs instead of rho\_w

Derive water reflectance from path radiance and transmittance

Output TOA reflectances

Output gas corrected TOA reflectances

Output gas corrected TOA reflectances of auto nn

Output path radiance reflectances

Output downward transmittance

Output upward transmittance

Output atmospherically corrected angular dependent reflectances

Output normalized water leaving reflectances

Output out of scope values

Output irradiance attenuation coefficients

Output uncertainties

Run Close

- მარილიანობა
- ტემპერატურა
- ოზონი
- წნევა



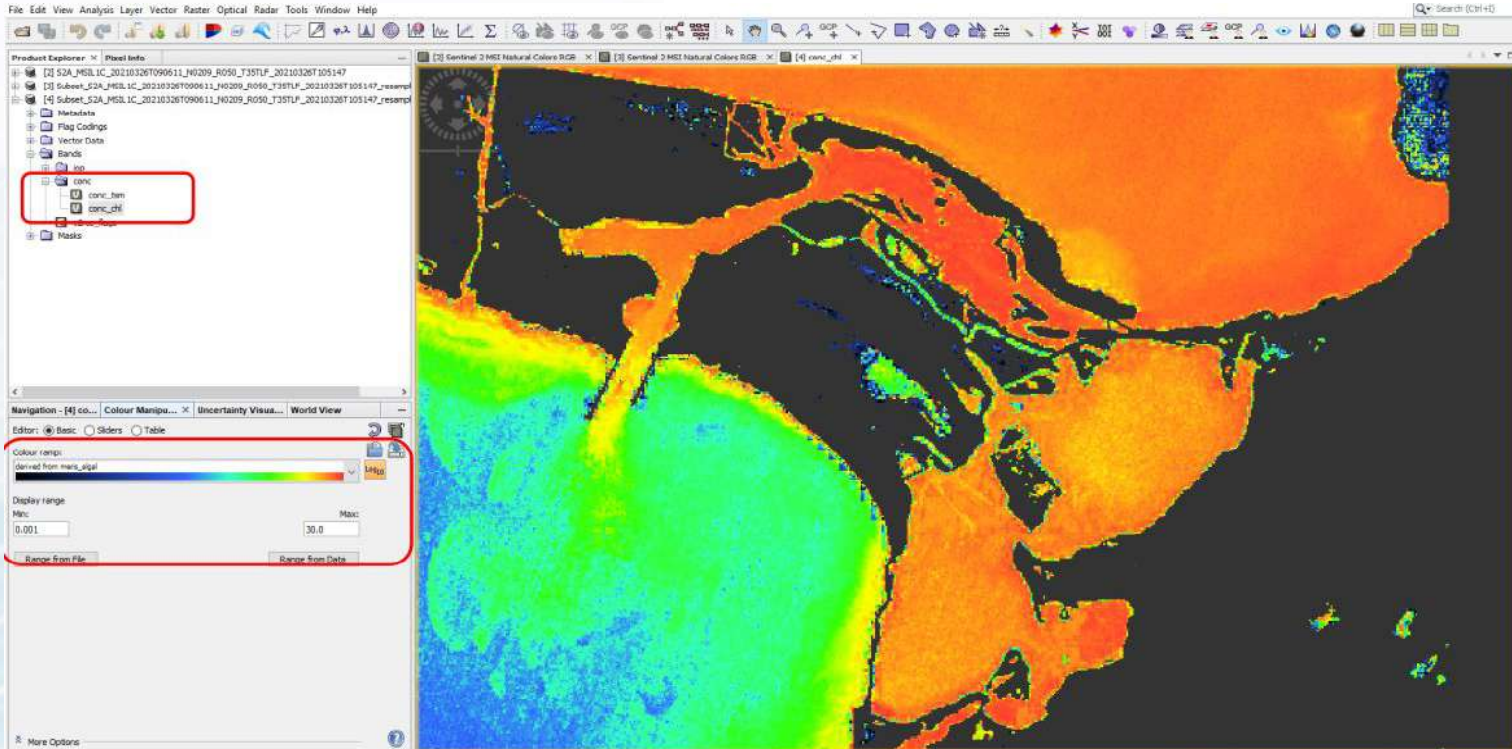


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

SNAP – შუღვგა



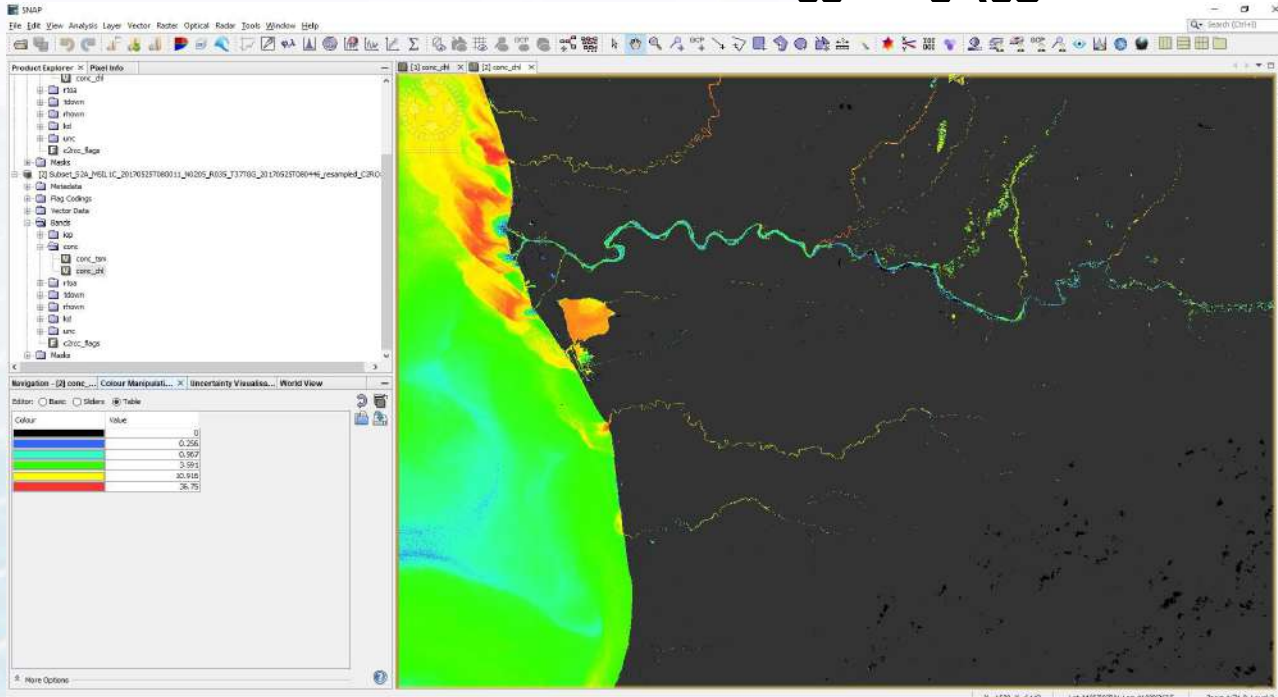


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

ჩვენი შუღლეა



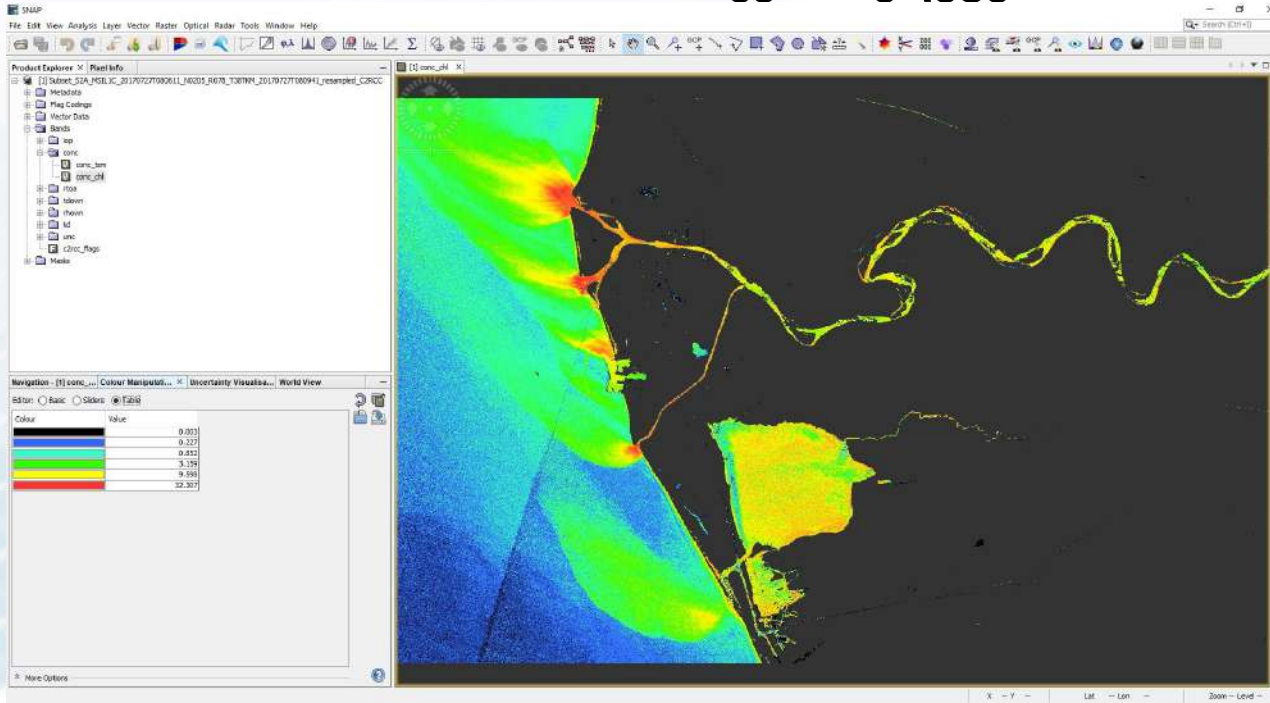


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

ჩვენი შედეგები







Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## რა შედეგები იყო ადრე

2014-2017 წლების გარემოს  
მდგომარეობის შესახებ  
ეროვნული მოხსენება

საქართველოში კვლევის ნაწილი EMBLAS პროექტის ფარგლებში განხორციელდა 2014-2017 წლებში და აქ ე.წ. ტროფიკ ინდექსის (The trophic index (E-TRIX) ) მეთოდს იყენებდნენ.

ქლოროფილი *a*- ს ყველაზე მაღალი შემცველობა საქართველოს სანაპირო წყლებში დაფიქსირდა ანაკლიის ზედა ფენის შერეულ წყლებში, რაც სავარაუდოდ გამოწვეულია მდინარის ამონიუმის აზოტით დაბინძურებით.

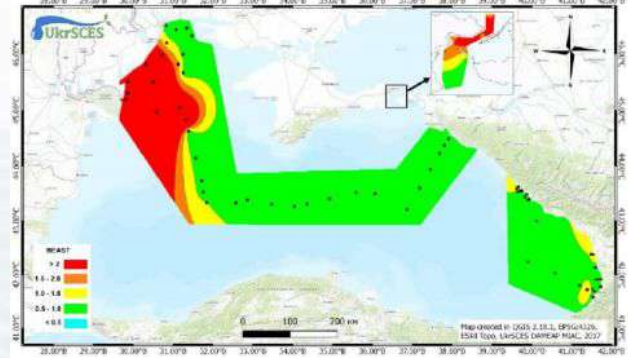
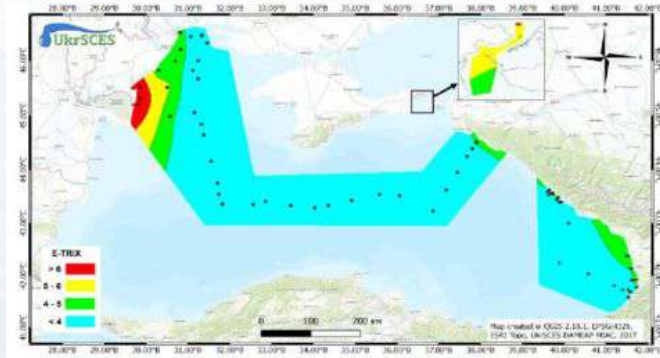


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## რა შედეგები იყო ადრე



ერთადერთი ტერიტორია, სადაც ტერიტორიულ წყლებში კონცენტრაცია უფრო მაღალია, ვიდრე სანაპიროზე არის ფოთთან კვეთა, რაც, სავარაუდოდ, ფოთის პორტში მაღალი ანთროპოგენული ზემოქმედების შედეგია.



Project funded by  
EUROPEAN UNION



**Common borders. Common solutions.**

## **ქლოროფილის კონცენტრაციისა და ეუტროფიკაციის დინამიკის შეფასება მეთოდოლოგია**

ასევე მოხდება ქლოროფილის კონცენტრაციის განსაზღვრა ადგილზე და აღებულ წყლის ნიმუშებში. განისაზღვრება ასევე, წყლის საერთო ტუტეიანობა, მჟავიანობა, pH, ნიტრატი და ფოსფატი იონები.





Common borders. Common solutions.

## წყლის საერთო ტუტიანობა

საჭირო რეაქტივები: 0.1N HCl/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; ფენოლფტალეინი 1% და მეთილ წითელი 1%.



250-300მლ კონუსისებრ კოლბაში ასხამენ 100მლ საანალიზო წყალს, ამატებენ 2-3 წვეთ თითოეულ ინდიკატორს და ტიტრავენ 0.1N მარილმჟავას ხსნარით, ხსნარის შეფერილობის ყვითლიდან ვარდისფერში გადასვლამდე.

ფორმულა:  $\alpha \times K \times 1000 / 100 \times 100 = \alpha \times K / 10 = 0.1 \times \alpha \times K$

სადაც,  $\alpha$  გატიტვრაზე დახარჯული მჟავას რაოდენობაა მლ-ში,  $K$  -შესწორების კოეფიციენტი;



Common borders. Common solutions.

## წყლის საერთო მუავიანობა



საჭირო რეაქტივები: 0.1N NaOH; მეთილ ნითელი 1%.

250-300მლ კონუსისებრ კოლბაში ასხამენ 100მლ საანალიზო წყალს, ამატებენ 2-3 წვეთ ინდიკატორ მეთილნიტელს და ტიტრავენ 0.1N ნატრიუმის ტუტის ხსნარით, ხსნარის შეფერილობის ვარდისფერიდან არ გადავა ნათელ ყვითელში.

ფორმულა:  $\alpha \times K \times 49$

სადაც,  $\alpha$  გატიტვრაზე დახარჯული მუავას რაოდენობაა მლ-ში,  $K$  -შესწორების კოეფიციენტი;



Project funded by  
EUROPEAN UNION



**Common borders. Common solutions.**

## ნიტრატ იონების აღმოჩენა



სინჯარაში ვათავსებთ 5-10 მლ წყალს და წვეთობით ვამატებთ გოგირდმჟავაში გახსნილი დიფენილამინის ხსნარს. ნიტრატ იონების არსებობის შემთხვევაში წარმოიქმნება თეთრი ფიფქები. თუ მორუხო ფერში გადავლენ, ნიშნავს იონების მაღალ კონცენტრაციას.

## ფოსფატ იონების აღმოჩენა



სინჯარაში ვათავსებთ 5-10 მლ წყალს და წვეთობით ვამატებთ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარს. ფოსფატ იონების არსებობის შემთხვევაში წარმოიქმნება ყვითელი ვერცხლის ფოსფატის ნალექი.



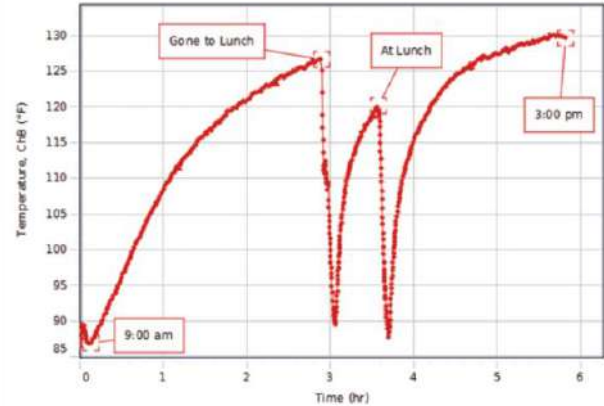


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

PASCO სენსორით ტემპერატურის და pH გაზომვა





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

PASCO სენსორით სიმღვრივის გაზომვა



Nephelometric Turbidity unit-NTU

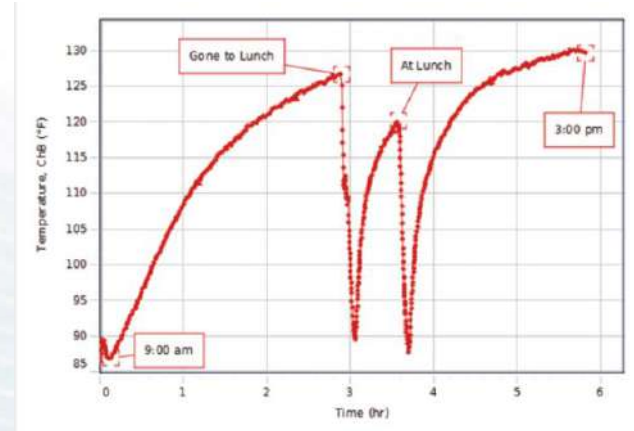


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

OCEAN INSIDE მინი სპექტროფოტომეტრით ქლოროფილის გაზომვა







Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## მოსალოდნელი საბოლოო შედეგი

Integrated assessment on chlorophyll concentration and eutrophication dynamics

Deliverable D.T1.2.

PONTOS-GE (Georgia)

The entire coastline of Georgia & Downstream part of Rioni river



საქართველოს გარემოს  
დაცვის მოქმედებათა მესამე  
ეკოვნული პროგრამა

2017-2021



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

გზადლობთ ყურადღებისათვის

კითხვები?