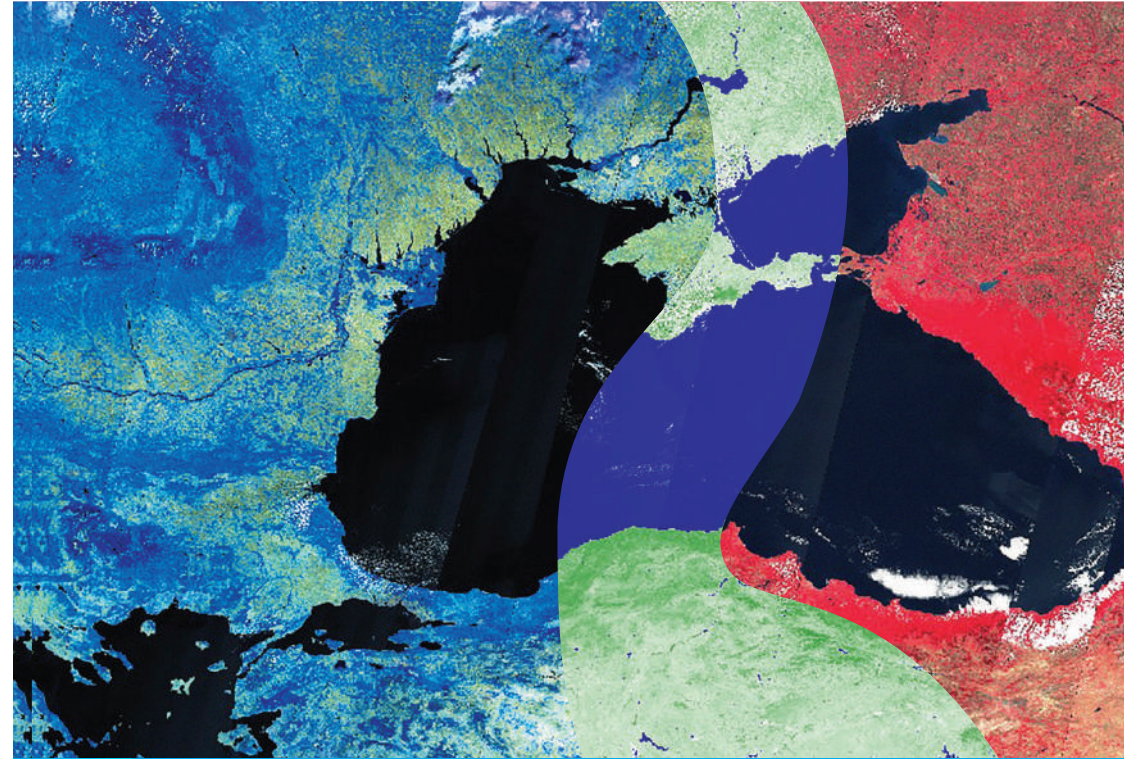




## საერთო საზღვრები. საერთო მიდგომები



**მასალის რედაქტორი:** სომხეთის ამერიკული უნივერსიტეტის აკოპიანის გარემოს ცენტრი, მისამართი: ბაგრამიანის ქ. 40., 0019, ერევანი, სომხეთი  
**ელ-ფოსტა:** +374 612 520  
**E-mail:** pontos@aua.am  
**ვებ-გვერდი:** pontos-eu.aua.am



**CERTH**  
CENTRE FOR RESEARCH & TECHNOLOGY HELLAS



**პროექტი გარემოს მონიტორინგი შავი ზღვის აუზში პროგრამა „კოპერნიკუსის“ დახმარებით - PONTOS**  
pontos-eu.aua.am

2014-2020 წლების შავი ზღვის აუზის გაერთიანებული საოპერატიული პროგრამა  
სომხეთის ამერიკული უნივერსიტეტის აკოპიანის გარემოს ცენტრი  
ოქტომბერი 2021

2014-2020 წლების შავი ზღვის აუზის გაერთიანებული საოპერატიული პროგრამა თანადაფინანსებულია ევროკავშირის მიერ ევროპის სამეზობლო ინსტრუმენტის მეშვეობით და მასში მონაწილეობენ შემდეგი ქვეყნები: ბულგარეთი, თურქეთი, საბერძნეთი, საქართველო, რესპუბლიკა მოლდოვა, რუმინეთი, სომხეთი და უკრაინა.

ეს პუბლიკაცია მომზადდა ევროკავშირის ფინანსური დახმარებით. ამ პუბლიკაციის შინაარსზე პასუხისმგებელია სომხეთის ამერიკული უნივერსიტეტის აკოპიანის გარემოს ცენტრი და შესაძლოა არ ასახავდეს ევროკავშირის თვალსაზრისს.

[www.blacksea-cbc.net](http://www.blacksea-cbc.net)

# PONTOS

პროექტი გარემოს მონიტორინგი შავი ზღვის აუზში პროგრამა „კოპერნიკუსის“ დახმარებით

## პროექტ PONTOS-ის შესახებ

პროექტი გარემოს მონიტორინგი შავი ზღვის აუზში პროგრამა „კოპერნიკუსის“ დახმარებით - PONTOS არის 30 თვიანი პროექტი, რომელიც დაფინანსებულია ევროკავშირის 2014-2020 წლების შავი ზღვის აუზის გაერთიანებული საოპერაციო პროგრამის მიერ

პროექტის ძირითადი შედეგები მოიცავს:

1. საოპერაციო პლატფორმა PONTOS-ის და მისი ინსტრუმენტების შექმნა.
2. გარემოსდაცვითი საკითხების შესწავლა ოთხ საპილოტე რეგიონში დედამიწაზე დაკვირვების სისტემის მონაცემებისა და სერვისების გამოყენებით.
3. დაინტერესებული მხარეების წარმომადგენელთა ტრენინგები და შესაძლებლობათა გაძლიერება
4. წყლის მართვისა და დაბინძურების პრევენციის საკითხებზე მომუშავე ადგილობრივი ჯგუფების დაფუძნება

პროექტ PONTOS-ის მიზანია ტრანსსასაზღვრო თანამშრომლობის გაძლიერება გარემოს მასშტაბური და პარამონიზებული მონიტორინგისათვის შავი ზღვის რეგიონში და მის გარეთ. ეს შესაძლებელი იქნება კოსმოსური სატელიტებიდან და აეროფოტო გადაღებების მეშვეობით და სავსე კვლევებით მიღებული მონაცემების გამოყენებით. პროექტის კვლევითი გუნდი გამოიყენებს გარემოს მონიტორინგის სისტემას საბერძნეთის, საქართველოს, უკრაინისა და სომხეთის საპილოტე რეგიონებში.

## PONTOS-ის პლატფორმა და სერვისები

პროექტი PONTOS ქმნის ინფორმაციას შავი ზღვის გარემოს შესახებ ევროკავშირის დედამიწაზე დაკვირვების პლატფორმის - კოპერნიკუსის მეშვეობით, რომელიც ხელმისაწვდომია მეცნიერებისათვის, სახელმწიფო უწყებებისთვის, მოქალაქეებისთვის და სხვა დაინტერესებული მხარეებისათვის. კოპერნიკუსის ხელმისაწვდომობას განაპირობებს მომხმარებლისთვის განკუთვნილი სხვადასხვა აპლიკაცია და ინსტრუმენტი.

PONTOS-ის პლატფორმა სხვადასხვა სპეციალისტებს, მათ შორის მათ, ვისაც აქვს კოდების და ალგორითმების დაწერისა და მონაცემების დამუშავებისათვის საჭირო ტექნიკური ცოდნა, სთავაზობს იოლად გამოსაყენებელ, იოლად ხელმისაწვდომ და უფასო ონ-ლაინ სერვისებს.

PONTOS-ის პლატფორმა ავტომატურად იწყებს სატელიტების, აერო-ფოტო და ადგილებიდან მიღებული მონაცემების ძებნას და იყენებს არსებულ რუკებს კოპერნიკუსიდან და სხვა წყაროებიდან, ასევე მომხმარებლებს აძლევს შესაძლებლობას, რომ თავად ატვირთონ მონაცემები.

პლატფორმა მომხმარებელს შემდეგ სერვისებს სთავაზობს:

- PONTOS მონაცემთა კუბი: სატელიტური მონაცემებიდან რუკების იოლად მოშვება
- PONTOS ვებ აპლიკაცია: აეროფოტო და სავსე (in-situ) მონაცემების მართვა
- PONTOS ვებგისი: რუკებზე უკვე არსებული სხვადასხვა ინფორმაციის კომბინაცია



სურათი 1. PONTOS-ის პლატფორმის სერვისები

## უკრაინის საპილოტე რაიონი



სურათი 8. დნესტრის შესართავი: მდინარე დნესტრი ჩაედინება დნესტრის ლიბანში, 2021 წლის ივლისი (ფოტო ONU). მოტივტივე მცენარეულობა დიდ ფართობზეა წარმოდგენილი, წყლის კაკალი (Trapa Natans), ყვითელ წყლის მრომანთან ერთად (Nuphar lutea).

## საქართველოს საპილოტე რეგიონი

საქართველოს საპილოტე რეგიონი მოიცავს შავი ზღვის სანაპირო ზოლს და კოლხეთის დაბლობს დასავლეთ საქართველოში. პირველი ტერიტორია, რომელიც მოიცავს საქართველოს მთელ სანაპირო ზოლს, დგას ძლიერი სანაპირო ეროზიის საფრთხის წინაშე, რაც გამოწვეულია ზღვის დონის მატებით, მიწის ტექტონიკური ჩაძირვით, მდინარეების ბუნებრივი რეჟიმისა და ნატანის ცვლილებით. მეორე ტერიტორია მოიცავს მდინარე რიონის ქვედა დინების ნაწილს, დელტის ჩათვლით. ძირითადი ეკოსისტემებია უძველესი კოლხური ტყეები და ჭარბტენიანი ტერიტორიები. კოლხეთის ტყეები ყველაზე ნოტიო ზომიერი ფოთლოვანი ტყეებია, რომლებიც მასპინძლობენ ჭურჭლოვანი მცენარეების 1,100 სახეობას, განსაკუთრებით მურქნიან სახეობებს, ბრიოფიტებს, ხერხემლიანთა თითქმის 500 სახეობას და უხერხემლოთა დიდ რაოდენობას. რეგიონის ეკოლოგიურ პრობლემებს განეკუთვნება რიონის აუზში არსებული რამდენიმე მარეგულირებელი კაშხლისა და წყალსაცავის ზეგავლენით მდინარის ჩამონადენის და მყარი ნატანის შემცირება, რაც გავლენას ახდენს დელტასა და ბუნებრივ პაბიტატებზე. სხვა საფრთხეებს შორისაა მიწის ეროზია და სანაპირო ზონის კარგვა, აგრეთვე ტყეების გაჩეხვა. ზუთხის სახეობების (მათ შორის ატლანტიკური ზუთხის) საქვრიით ადგილები ძლიერ დეგრადირდა ან დაიკარგა. სხვა საფრთხეებიდან აღსანიშნავია წყლის დაბინძურება და წყალჭარბი ტერიტორიების დეგრადაცია, ასევე ტყის საფარის კარგვა.

უკრაინის საპილოტე არეალი მდებარეობს შავი ზღვის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში და მოიცავს ორ საკვლევ ქვე-არეალს: სანაპირო ზოლსა და მდინარე დნესტრის დელტას. სანაპირო ზოლი აერთიანებს საუკეთესო პლიაჟებსა და რეკრეაციულ ზონებს უკრაინის სამხრეთ ნაწილში, ქალაქ ოდესიდან მდინარე დუნაის დელტამდე. დნესტრის დელტის ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი ეკუთვნის ქვედა დნესტრის ეროვნულ ბუნებრივ პარკს; მომიჯნავე დნესტრის ლიბანის გავლით, რომელსაც აქვს მაღალი ეკოლოგიური და ეკონომიკური მნიშვნელობა რეგიონისთვის, მდინარე უკავშირდება შავ ზღვას. საპილოტე ტერიტორია დგას ისეთი გამოწვევების წინაშე, როგორებიცაა სანაპიროს ეროზია და ორგანული ნივთიერებებით დაბინძურება, რაც გავლენას ახდენს სასემლი და სარწყავი წყლის ხარისხზე, ტყის ხანძრები და წყალჭარბი ტერიტორიების გადაწვა, მდინარის წყლების ჩამონადენის რეჟიმის დარღვევა (ჰიდროლექტროსადგურების და წყალსაცავების გარემოზე ზემოქმედების გამო). უკრაინის საკვლევ ტერიტორია მნიშვნელოვანია რეგიონის და მთელი ქვეყნის ეკონომიკისათვის. ამავდროულად, ძალზე მნიშვნელოვანია მისი ეკოლოგიური ღირებულებაც. ის მოიცავს მნიშვნელოვან წყალჭარბ ტერიტორიებს, მათ შორის რამდენიმე კონვენციით დაფულ საიტს. ტერიტორია გამოირჩევა ფლორისა და ფაუნის სიმდიდრით, თევზების საქვრიით ადგილებით, ფრინველთა საბუდარი ადგილებით და ულამაზესი ლანდშაფტებით. უკრაინის ეს თვალწარმტაცი კუთხე უნდა შენარჩუნდეს მომავალი თაობებისთვის.



პუც. 10. ჭურის წყალჭარბი ტერიტორიები საქართველოს საპილოტე რეგიონში



# PONTOS-ის ღია მონაცემთა კუბი

სატელიტური მონაცემებიდან რუკების იოლად მოშვადება

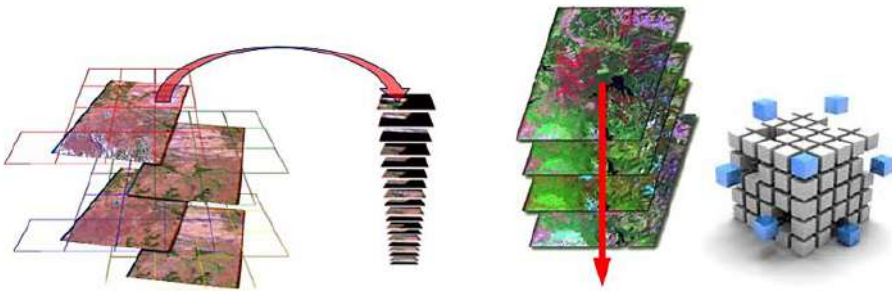
მინა	წყალი	ზოგადი
------	-------	--------

- ურბანიზაცია (NDBI-NDVI-NDWI, ფსევდო-ფერადი გამოსახულებები)
  - სპექტრული ინდექსები (NDVI, NDWI, NDBI და სხვ.)
- სპექტრული ანომალიები (NDVI, NDWI, NDBI და სხვ.)
- ფრაქციული საფარი

- წყლის ზედაპირის განსაზღვრა (წყლის ზედაპირის კოსმოსური დაკვირვების გამოყენებით - WOfSalgorithm)
- წყლის ხარისხი (მთლიანი შერწყმილი მასა (TSM), ის. სურათი 6)
- სანაპირო ზოლის ცვლილებები

- დრუბლიანობა (დრუბლებით დაფარულობის მაჩვენებელი %)
- მორგებული მოზაიკა (მაგ., გეოკოდირებული RGB სურათების შერწყმა გეომეტრიული მედიანური მეთოდის გამოყენებით)
- \* PONTOS Project მიმუშავებს დამატებით აპლიკაციებს.

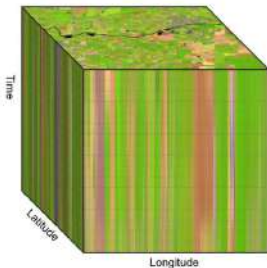
PONTOS-ის ღია მონაცემთა კუბი შესაძლებლობას აძლევს საბოლოო მომხმარებლებს იოლად მოძებნონ, მართონ, გააანალიზონ და ვიზუალურად წარმოაჩინონ თანამგზავრებით მიღებული ანალიზის მზა მონაცემები (ARD) თითოეული საპილოტე ზონისთვის.



სურათი 2. მონაცემთა კუბი. წყარო: შვეიცარიის მონაცემთა კუბი, Giuliani, G., Chatenoux, B., De Bono, A., Rodila, D., Richard, J. P., Allenbach, K., Dao, H., & Peduzzi, P.

## მონაცემთა კუბის გამოყენების სარგებელი

- შემცირებულია სატელიტური მონაცემების მიღების, დამუშავებისა და გამოყენებისათვის საჭირო დრო და სპეციალური ცოდნის საჭიროება
- დედამიწაზე დაკვირვების სატელიტური მონაცემების დროითი შერწყმების ეფექტური ანალიზი
- მონაცემთა თანმიმდევრული არქიტექტურა, რომელიც ინსტრუმენტებისა და ალგორითმების გაზიარების შესაძლებლობას იძლევა
- პროგრამული გადაწყვეტილებები ღია პროგრამული კოდით, რომლებშიც წვლილი შეაქვს დაინტერესებულ საზოგადოებას.
- მომხმარებელთა უწყვეტი დახმარება
- უფასო და ღია დედამიწაზე დაკვირვების მონაცემები და ალგორითმები



სურათი 3. მონაცემთა კუბი: მრავალგანზომილებიანი მონაცემთა კუბები განიხილება როგორც ინოვაციური მიდგომა და ეფექტური გადაწყვეტა დედამიწაზე დაკვირვების მონაცემების მუხაზის, ორგანიზებისა და ანალიზისათვის და მოვლადის, მრავალფეროვნების და სიჩქარის პრობლემების გადაწყვეტის გზით.

# PONTOS-ის საპილოტე რეგიონები

პროექტი შეისწავლის ოთხ საპილოტე რეგიონს: ტბა სევანი და მისი წყალმომარაგები (სომხეთი), შავი ზღვის სანაპირო ზოლი და კოლხეთის დაბლობი (საქართველო), მდინარე ნესტოსის, მისი დელტა, დელტის მიმდებარე სანაპირო ზონა (საბერძნეთი) და პლიაჟები და სარეკრეაციო სივრცეები ქალაქ ოდესისა და მდინარე დუნაის დელტამდე, დნესტრის დელტამდე და მიმდებარე ლიმანი (უკრაინა)

## საბერძნეთის საპილოტე რეგიონი

საბერძნეთის საპილოტე რეგიონი მოიცავს მდინარე ნესტოსის დელტას და ვისტონიკოსის ლაგუნების კომპლექსს, რომელიც წარმოადგენს წყალჭარბი ტერიტორიების კომპლექსს, რომელიც დაგვილია რამსარის კონვენციით და არის ნატურა 2000 ქსელის ნაწილი. ამ არეალის სანაპირო ზოლი და ექვსი სანაპირო ლაგუნა წარმოადგენენ პროექტის შესწავლის ყურადღების ცენტრში.

ზემოთ ნახსენები ყველა პრობლემა შესწავლილი იქნება პროექტ PONTOS-ის ფარგლებში, კოპერნიკუსის დახმარებით შექმნილი სატელიტური პროდუქტების გამოყენებით.



სურათი 8. მდინარე ნესტოსის დელტა

ეს ლაგუნებია: ერატინო, ლაფტი, პორტო ლაგოსი, ესირლიმნი და პტელეა. სანაპირო ზოლზე შეიმჩნევა მნიშვნელოვანი სანგრძლივი ეროზია, განსაკუთრებით მდინარე ნესტოსზე კამხლის აშენების შემდეგ. ლაგუნები განიცდიან სასოფლო-სამეურნეო ქიმიკატებით დაბინძურებას, უმეტესწილად აზოტის და ფოსფორის ნაერთებით, მკაფიოდ შეიმჩნევა ეუტროფიკაცია. დაბოლოს, სანაპირო წყლების დამლაშება მტკნარი წლის მენჯემენტის სარეზუბი შესაძლებელია გამოსწორდეს თანამედროვე საირიგაციო ტექნოლოგიების გამოყენების გზით.

## სომხეთის საპილოტე რეგიონი

სომხეთის საპილოტე რეგიონი მოიცავს ტბა სევანს, მტკნარი წყლის უდიდეს წყაროს სომხეთში, ასევე მის წყალმომარაგებ აუზს. ძირითადი გარემოსდაცვითი პრობლემები სხვა ქვეყნების საპილოტე რეგიონების მსგავსია, მათ შორის ორგანული ნივთიერებებით დაბინძურება, არასათანადოდ გაწმენილი ჩამდინარე წყლები, ბიომრავალფეროვნების კარგვა, ეკოსისტემების ფუნქციონირების დარღვევა, უკანონო თევზჭერა და სხვ. ამასთანავე, უდიდესი გამოწვევაა მიწის დაფარულობის ცვლილება, რომელიც გამოწვეულია ხელოვნურად წყლის დონის ცვლილებით და ურბანული განვითარება.



სურათი 7. მდინარე კარჩაბიური, რომელიც ჩადის ტბა სევანში და წარმოადგენს მისი დაბინძურების ერთ-ერთ წყაროს. როგორც სურათიდან ჩანს, წყალმომარაგების არსებობა პირდაპირ მიუთითებს მდინარის ორგანული ნივთიერებებით დაბინძურებაზე. სატელიტების და დროების მუშაობით მიღებული გამოსახულებები საუკეთესო ინსტრუმენტებია დიდ ფართობზე ასეთი დაბინძურების წყაროების აღმოსაჩენად. ეს სურათი თავდასაჩინოა მთელი შავი ზღვის აუზისთვის, ვინაიდან მდინარეები წარმოადგენენ შავი ზღვის დაბინძურების უმთავრეს წყაროს.

საპილოტე რეგიონში შემდეგი კვლევები შედგება: 1. მიწის დაფარულობის / მიწათსარგებლობის ცვლილება (ხანძრებით დამწვარი ტერიტორიების ჩათვლით) და მისი ზეგავლენა ტბა სევანზე 2009-2019 წლებში. 2. ჭაობისა და მოტივტივე მცენარეულობის ცვლილება 2009-2019 წლებში. 3. ეუტროფიკაციის შემთხვევების შეფასება 2009-2021 წლებში და მისი კავშირი ხმელეთიდან ორგანული ნივთიერებების ჩადინებასთან. 4. სასოფლო-სამეურნეო წყლის ბალანსის შეფასება, წყლის პროდუქტიულობა და სტრესის ინდექსი.

## PONTOS ვებ აპლიკაცია (WEB APPLICATION)

აეროფოტო და საველე (in-situ) მონაცემების მართვა

PONTOS ვებ აპლიკაცია შექმნილია იმისათვის, რომ ინტეგრირებული იყოს PONTOS პლატფორმაში პროექტის ფარგლებში შექმნილი აეროფოტო და საველე (in-situ) მონაცემების მართვისა და ანალიზისათვის. ვებ აპლიკაცია შესაბამისობაშია მონაცემთა კუბთან და ვებგისთან. ვებ აპლიკაციის სერვისები ხელმისაწვდომი იქნება ინგლისურ, ბერძნულ, სომხურ, უკრაინულ და ქართულ ენებზე.

### ვებ აპლიკაციის ინსტრუმენტები

1. არსებული აეროფოტო გადაღებების გამოსახულებების მართვა (სპექტრული ინდექსების გამოთვლა; მონაცემთა ვიზუალიზაციის შესაძლებლობა; შედეგების ჩამოტვირთვა png ან GeoTIFF ფორმატში).
2. საბოლოო მომხმარებლების მიერ მონაცემთა ატვირთვა (შესაძლებელია საველე მონაცემების და აეროფოტო სურათების ჩატვირთვა). სპექტრული ინდექსების გამოთვლა).
3. არსებული საველე მონაცემების მართვა (გრაფიკების შედგენა, აღწერილობითი სტატისტიკური მონაცემების მიღება მონაცემთა მკვირვის შესახებ; აერო-ფოტოგადაღებების ვიზუალიზაცია; მონაცემების ჩამოტვირთვა csv ფორმატში).



სურათი 4. ვებ აპლიკაციის საწყისი გვერდი

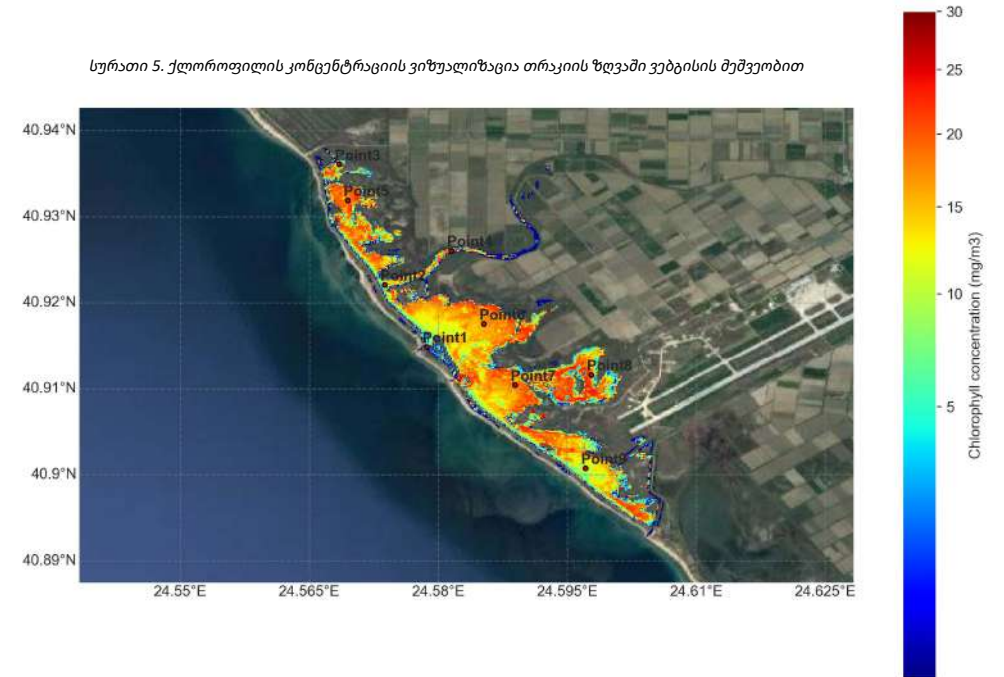
## PONTOS ვებგისი (PONTOS WebGIS)

რუკებზე უკვე არსებული სხვადასხვა ინფორმაციის კომბინაცია

PONTOS ვებგისის (PONTOS WebGIS) სერვისი ინტერაქტიულად ახდენს პროექტის ფარგლებში შეგროვებული სივრცობრივი ინფორმაციის ვიზუალიზაციას, რომელიც ორგანიზებულია საერთო სივრცობრივ ინფრასტრუქტურაში. სისტემა აერთიანებს გეოინფორმაციული სისტემების (GIS) პრინციპებს და ინსტრუმენტებს და მიზნად ისახავს პროექტის მიერ შეგროვებული დიდი მოცულობის და მრავალგანზომილებიანი მონაცემების ჰარმონიზებას. ვებგისის მთავარი დანიშნულებაა მომხმარებელთა გამოცდილების გაძლიერება, მონაცემთა ხელმისაწვდომობის, შეგროვებისა და ვიზუალიზაციის საკითხებში.

ვებგისის დახმარებით შესაძლებელია ქლოროფილის კონცენტრაციის (იხ. სურათი 5), მიწათსარგებლობის, წყლის მარილიანობისა და ტემპერატურის, ჰიდროლოგიის, ამინდისა და ტოპოგრაფიის მონაცემების ვიზუალიზაცია. PONTOS webGIS-ის მომხმარებლები შეძლებენ იოლად მიიღონ დაშვება, აირჩიონ მონაცემთა ფენები და მოახდინონ ითხის საპილოტე რეგიონის მონაცემების ვიზუალიზაცია (იხ. გვერდი xx), რომლებიც მიღებულია: ა) მონაცემთა გარე წყაროებიდან, როგორებიცაა მაგალითად Copernicus Hub - Sentinel-ის სატელიტური სურათებისთვის, Earth Explorer სხვა სატელიტური მონაცემებისთვის, CMEMS და EMODnet-თვის. ბ) გარე მონაცემები, აღებული ეროვნული და რეგიონული ბაზებიდან. გ) მონაცემები, რომელიც მიღებულია პროექტ PONTOS-ის კონსორციუმის მიერ, სანაპირო ეროზიის, წყლის ბალანსის, ეუტროფიკაციის, მოტივტივე მცენარეულობის და ტყის საფარის ცვლილების შესახებ. დ) გეოსივრცული მონაცემები, რომელიც ჩატვირთულია საბოლოო მომხმარებლების და დაინტერესებული მხარეების მიერ არჩეული საპილოტე რეგიონების ფარგლებში.

სურათი 5. ქლოროფილის კონცენტრაციის ვიზუალიზაცია თრაკიის ზღვაში ვებგისის მეშვეობით



სურათი 5. ტბა სევანი: საერთო შეწონილი ნივთიერების საშუალო მნიშვნელობა, გამოთვლილია მონაცემთა კუბის მეშვეობით