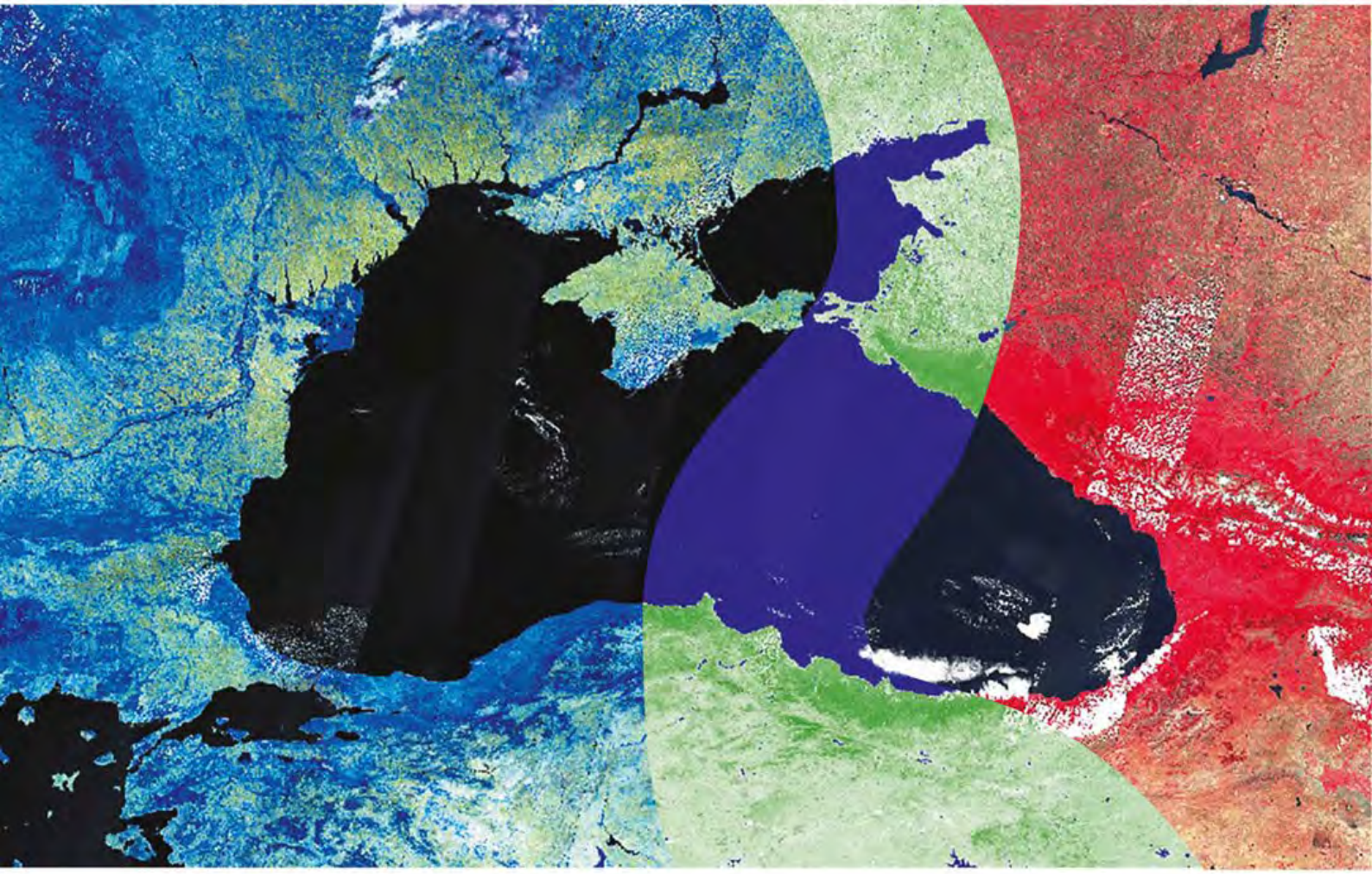
Project funded by EUROPEAN UNION

PONTOS

Black Sea CROSS BORDER COOPERATION

გარემოს მონიტორინგი შავი ზღვის აუზში პროგრამა კოპერნიკუსის დახმარებით PONTOS

პროექტის საჯარო ანგარიში



ნოემბერი 2022

საერთო საზღვრები. საერთო მიდგომები

CROSS BORDER COOPERATION

სარჩევი

შესავალი	4
სტატისტიკა	5
შავი ზღვა: საერთო ტერიტორიული გამოწვევები	6
PONTOS-ის საპილოტე ტერიტორია სომხეთში: სევანის ტბა	7
PONTOS-ის საპილოტე ტერიტორია საბერძნეთში: მდინარე ნესტოსის დელტა და მისი სანაპირო ზოლი	11
PONTOS-ის საპილოტე ტერიტორია საქართველოში: სანაპირო ზოლი და კოლხეთის დაბლობი	14
PONTOS-ის საპილოტე ტერიტორია უკრაინაში: სანაპირო ზოლი და მდინარე დნესტრის დელტა	18
PONTOS პლატფორმა	22
პლატფორმის სერვისი: Pontos მონაცემთა ღია კუბი	23
პლატფორმის სერვისი: Pontos ვებ აპლიკაცია	24
პლატფორმის სერვისი: Pontos ვებ-გისი	25
კოპერნიკუსი	26

შესავალი

გარემოს მონიტორინგი შავი ზღვის აუზში პროგრამა კოპერნიკუსის დახმარებით - PONTOS ევროკავშირის სამეზობლო პოლიტიკის ინსტრუმენტის (ENI) საზღვრისპირა თანამშრომლობის პროგრამის (CBC) 2014-2020 წლების შავი ზღვის აუზის პროგრამის მიერ დაფინანსებული 30 თვიანი პროექტია. პროექტმა გააერთიანა 6 პარტნიორი 4 ქვეყნიდან - სომხეთიდან, საქართველოდან, საბერძნეთიდან და უკრაინიდან.

PONTOS პარტნიორები არიან: 1) სომხეთის ამერიკული უნივერსიტეტის აკოპიანის გარემოს ცენტრი (AUA - წამყვანი პარტნიორი), 2) სომხეთის რესპუბლიკის გარემოს დაცვისა და წიაღის ინსპექცია (EPMIB), 3) მწვანე ალტერნატივა (GRAL - საქართველო), 4) კვლევებისა და ტექნოლოგიების ცენტრი ელადა (CERTH – საბერძნეთი), 5) თრაკიის დემოკრიტეს უნივერსიტეტი (DUTH - საბერძნეთი) და 6) ი. ი. მეჩნიკოვის სახელობის ოდესის ეროვნული უნივერსიტეტი (ONU - უკრაინა). პროექტის მთლიანი ბიუჯეტიდან, რომელიც შეადგენს 999,967 ევროს, 92% დაფინანსებულია ევროკავშირის, ხოლო დანარჩენი - პროექტის პარტნიორების მიერ.

ევროკავშირის დაფინანსება საშუალებას აძლევს პროექტის პარტნიორობას გააღრმავოს ურთიერთობები სომხურ, ქართულ, ბერძნულ და უკრაინულ გუნდებს შორის და შექმნას ტრანსნაციონალური ქსელი გარემოს მონიტორინგის მყარი შესაძლებლობებით, საიმედო თავსებადი მეთოდებისა და ინსტრუმენტების გამოყენებით. PONTOS-ის პარტნიორობა ასევე აერთიანებს ევროკავშირისა და სხვა დონორი ინსტიტუტების მიერ დაფინანსებულ წარსულ და მიმდინარე შესაბამის გარემოსდაცვით ინიციატივებს, სინერგიებისა და შედეგების ოპტიმიზაციის მიზნით. PONTOS-ის მიზნების მიღწევის მთავარი მექანიზმი არის კოპერნიკუსის მონაცემებისა და სერვისების, განსაკუთრებით კოპერნიკუსის მიწის და საზღვაო გარემოს მონიტორინგის სერვისების (CMEMS) ფართო გამოყენება.

PONTOS აერთიანებს გარემოსთან დაკავშირებულ მეცნიერებას და საველე მონიტორინგს, მონაცემთა მართვასთან დაკავშირებულ მეცნიერებას, ინფორმაციულ ტექნოლოგიებს, კარტოგრაფირებას და დისტანციურ ამოცნობას და ა.შ., იმისათვის, რომ შექმნას ონლაინ პლატფორმა, რომელიც უზრუნველყოფს პარტნიორი ქვეყნების მონაცემებსა და ანალიზს მოთხოვნისამებრ. გამოწვევა კომპლექსურია, ხოლო გადაჭრის გზების შემუშავება და გამოყენება მოითხოვს ტრანსსასაზღვრო და დისციპლინებს შორის თანამშრომლობას.

თითოეულ პარტნიორ ქვეყანაში განსაზღვრულია საპილოტე ტერიტორია ონლაინ სერვისების ეფექტურობისა და სარწმუნოობის სადემონსტრაციოდ. ამრიგად, პლატფორმა მორგებულია რეგიონულ გამოწვევებზე და გადაწყვეტილებები მიიღება საერთო მეთოდოლოგიის, ასევე უკვე დასრულებული თუ მიმდინარე კვლევისა და განვითარების პროექტების შედეგების გამოყენებით.

სამიზნე ბენეფიციარებს წარმოადგენენ მეცნიერები, საწარმოები, სამოქალაქო საზოგადოების ორგანიზაციები და საჯარო უწყებები, რომლებიც საქმიანობდნენ სხვადასხვა სფეროში, როგორიცაა ტურიზმი, სოფლის მეურნეობა, აკვაკულტურა და ვაჭრობა, სანაპირო და შიდა წყლებში. სხვა სიახლეებთან ერთად, PONTOS-მა კოსმოსური სატელიტებიდან და ადგილზე წარმოებული კვლევებიდან (in-situ) მიღებული მონაცემების გამოყენებით, შექმნა სარწმუნო გზა ჩამდინარე წყლებით შავი ზღვის დაბინძურების გასაზომად და შესაძლებელი გახადა ისეთი მნიშვნელოვანი პარამეტრების მონიტორინგი, როგორიცაა ზედაპირული წყლის ტემპერატურა, მარილიანობა, ნუტრიენტები, პოტენციურად ტოქსიკური ელემენტები და წყალმცენარეების არსებობა.

აქცენტი გაკეთდა აქტივობებში მოქალაქეების ჩართვაზე და პროექტის შედეგებით სარგებლობისთვის მათთვის შესაძლებლობის გაძლიერებაზე. შესაძლებლობების გაძლიერების აქტივობების გარდა, PONTOS გვთავაზობს არსებული ადგილობრივი მონიტორინგის ქსელებისა და კოპერნიკუსის პროდუქტებისა და სერვისების ტანდემში გამოყენების, მათი ონ-ლაინ სერვისების დაკავშირების და რეგიონში თანამშრომლობის გამოცდილებისა და საუკეთესო პრაქტიკის გაზიარების გზით.

შესაძლებლობათა განვითარება

- შესაძლებლობათა გაძლიერების 8 ტრენინგი 200-მდე ახალგაზრდა მეცნიერისთვის
- მომზადდა 18 ტრენერი
- შეიქმნა PONTOS პლატფორმა
- 4 კვლევა ჩატარდა სომხეთში
- 4 კვლევა ჩატარდა უკრაინაში
- 4 კვლევა ჩატარდა საქართველოში
- 3 კვლევა ჩატარდა საბერძნეთში.

ღონისძიებები

- 4 ბრეინშტორმინ-გის ღონისძიება, 200 მონაწილე
- 4 ადგილობრივი ღონისძიება პროექტის გასაცნობად
- მონაწილეობა 4 საერთაშორისო ღონისძიებაში
- ჰაკათონი
- პროექტის გუნდის 30 შეხვედრა
- 7 პრეს კონფერენცია
- 1 მედია ტური სომხეთის საპილოტე არეალში

პარტნიორობა

- 4 ქვეყანა კონსორციუმში
- 6 პარტნიორი ორგანიზაცია
- 4 ქვეყანაში ხელი მოეწერა 18 ურთიერთთანა-მშრომლობის მემორანდუმს
- ყველა მონაწილე ქვეყანაში ჩამოყალიბდა 4 ადგილობრივი კლასტერი წყლის მართვისა და დაბინძურების პრევენციისთვის.

საზოგადოება

- საზოგადოების 170 000 წარმომადგენელს მიეწოდა ინფორმაცია საინფორმაციო ბიულეტენების, ვებსაიტისა და სოციალური მედიის საშუალებით
- მომზადდა 6 საინფორმაციო ბიულეტენი
- მომზადდა 6 ვირტუალური ტრენინგ მოდული დაინტერესებული საზოგადოებისთვის
- დარიგდა დაახლოებით 5000 საინფორმაციო ლიფლეტი
- მომზადდა პროექტის ვიდეო.

შავი ზღვა: საერთო ტერიტორიული გამოწვევები

შავი ზღვა ითვლება ერთ-ერთ ყველაზე მოწყვლად რეგიონულ ზღვად ღია ოკეანესთან წყლის შეზღუდული გაცვლის და კონტინენტური ევროპის დიდი წყალშემკრებების გამო, საიდანაც მასში წყალი ჩაედინება. შავი ზღვის გარემოს დაცვისა და რეაბილიტაციის სტრატეგიული სამოქმედო გეგმის მიხედვით, პრიორიტეტულად ითვლება შემდეგი პრობლემები:

- ეუტროფიკაცია/ნუტრიენტებით გამდიდრება
- ცვლილებები ზღვის ცოცხალ რესურსებში
- ქიმიური დაბინძურება (ნავთობის ჩათვლით)
- ბიომრავალფეროვნების/ჰაბიტატების ცვლილებები, მათ შორის უცხო სახეობების შემოსვლა

შავი ზღვის დაბინძურებისგან დაცვის კონვენცია ამ გამოწვევების მოგვარებას განიხილავს მონაწილე ქვეყნებს შორის თანამშრომლობის გაძლიერების გზით. ერთობლივი ძალისხმევა ეკოსისტემების შესანარჩუნებლად და საზღვაო და სანაპირო ცოცხალი რესურსების დასაცავად უნდა გაძლიერდეს მრავალი წლის განმავლობაში, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს სანაპირო სახელმწიფოების კეთილდღეობის, ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების მდგრადი განვითარება.

PONTOS ხელს უწყობს გარემოს მონიტორინგს ტრანსსასაზღვრო და რეგიონულ დონეზე, რომელსაც გააჩნია საკმარისად დეტალური სტრატეგია ადგილობრივ დონეზე გამოსაყენებლად. PONTOS აქცენტს აკეთებს მიწის საფარისა და მიწათსარგებლობის ცვლილებებზე, რომლებიც გამოწვეულია გეოგენური და ანთროპოგენური პროცესებით, ძირითადი წყალშემკრებებისა და სანაპირო ზოლების მნიშვნელოვან ნაწილებში შავი ზღვის და შიდა წყალსატევების ირგვლივ.

პროექტი იყენებს დედამიწის დაკვირვების დადასტურებული მონაცემების ჭკვიან სინთეზს და რიცხვითი მოდელის შედეგებს ფიზიკურ-ქიმიური ცვლადების რაოდენობრივი შეფასებისთვის, რომლებიც აღწერს გარემო პირობებს შავი ზღვის რეგიონში. PONTOS ყველა პარტნიორი ქვეყნის საპილოტე ტერიტორიაზე აფასებს მნიშვნელოვან საკითხებს, როგორიცაა სასოფლო-სამეურნეო წყლის ანაბეჭდი, ნუტრიენტებით დაბინძურება, ეუტროფიკაციის პროცესები, სანაპიროების ეროზია/აკრეცია, მიწათსარგებლობის ცვლილება და გატყიანება/გაუტყეურება. ეროვნული სააგენტოები, რეგიონული ხელისუფლება, მუნიციპალიტეტები, დაცული ტერიტორიების მმართველი ორგანოები, კერძო დაინტერესებული მხარეები და ფართო საზოგადოება ისარგებლებენ შედეგებით, შემუშავებული პლატფორმით და მონაცემთა ბაზებით პროექტის განხორციელების პროცესში და განხორციელების შემდგომ. დამყარდა პირდაპირი კავშირი ადრინდელ და არსებულ მონიტორინგის მექანიზმებთან, რაც უზრუნველყოფს შედეგების მდგრადობას სამთავრობო სტრუქტურებთან PONTOS ცოდნის გენერირების მექანიზმების ურთიერთქმედებითა და ჩართვით.

PONTOS საპილოტე ტერიტორია სომხეთში: სევანის ტბა

სომხეთის საპილოტე ტერიტორია შედგება სომხეთის მტკნარი წყლის უდიდესი წყაროსგან, სევანის ტბისა და მისი წყალშემკრებისგან. რეგიონული ეკოსისტემის აქტუალური პრობლემები მრავალფეროვანია - დაბინძურებიდან უკანონო თევზჭერამდე. ურბანიზაცია, ისევე როგორც წყლის დონის ცვალებადობის გამო მიწის გამოყენების.

სურათი 1: ტბა სევანი, პროექტის საპილოტე ტერიტორია სომხეთში. ფოტო: სევანის ეროვნული პარკი

სასოფლო-სამეურნეო წყლის ბალანსის, წყლის პროდუქტიულობისა და წყლის სტრესის მაჩვენებლების შეფასება სომხეთის საპილოტე ტერიტორიაზე

- დეტალური ანალიზისთვის შეირჩა ოთხი საკვლევი ტერიტორია.
- მონაცემები შეგროვდა სხვადასხვა წყაროდან, მათ შორის სატელიტური გამოსახულებებიდან, არსებული მონაცემთა ნაკრებიდან და საველე ინტერვიუებიდან.
- NDVI/NDMI ინდექსები გამოითვალა 2017-2022 წლების ვეგეტაციური სეზონებისთვის, Sentinel-2 მონაცემების საფუძველზე.
- დროისა და სიღრმის (მმ) კრიტერიუმები გამოყენებული იქნა შერჩეული კულტურების მორწყვის ყველაზე ეფექტური სცენარების დასადგენად.
- აღნიშნული საირიგაციო პარამეტრებით ფერმერებმა შეიძლება ისარგებლონ სასოფლო-სამეურნეო წყლის გამოყენების ოპტიმიზაციისა და მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით.
- სევანის ტბის აუზში ყველაზე პოპულარული კულტურების ირიგაციისთვის გამოთვლილი საორიენტაციო ღირებულების საფუძველზე, დადგინდა მთლიანი სარწყავი წყლის საჭიროება აუზში.

სურათი 2: კომბოსტოს ყანა ვარდენიკში

სურათი 3: ხორბლის ყანა ნორატუსში

პრაქტიკული და ჰიპოთეტური ირიგაციის სცენარებთან კომბინაციაში AquaCrop მოდელის და შეგროვებული მონაცემების გამოყენებით, გამოვლინდა ოპტიმალური საირიგაციო სტრატეგიები სევანის ტბის აუზში ყველაზე პოპულარული კულტურების ტიპებისთვის. ამ სტრატეგიების გამოყენებას შედეგად უნდა მოჰყვეს წყლის მოხმარების და წყლის სტრესის შემცირება და სოფლის მეურნეობის პროდუქტიულობის გაზრდა. თუმცა, ეს ჯერ კიდევ საჭიროებს ადგილზე ტესტირებას და კორექტირებას რეალური შედეგების საფუძველზე.

თუმცა, არსებობს კიდევ ერთი პრობლემა, რომელიც დაკავშირებულია სარწყავი ინფრასტრუქტურის ცუდ მდგომარეობასთან, საშუალოდ წყლის 50%-იანი დანაკარგით და წყლის მოხმარების გაზომვის შეუძლებლობით. სასოფლო-სამეურნეო წარმოება იზრდება პესტიციდების გამოყენების ხარჯზე, მაგრამ ეს პრაქტიკა კიდევ უფრო ამძაფრებს სევანის ტბის ეკოლოგიურ პრობლემებს. ამდენად, აუზის განვითარების სამომავლო საქმიანობის ფოკუსი უნდა იყოს წყლის გამოყენების ეფექტურობის პრობლემების გადაჭრაზე, ხოლო საირიგაციო პრაქტიკები, კლიმატის ცვლილების ტენდენციების მხედველობაში მიღების პარალელურად, ცოდნაზე უნდა იქნეს დაფუძნებული.

კოპერნიკუსის მონაცემები გადამწყვეტია სასოფლო-სამეურნეო მიწების ცვლილებების მონიტორინგისთვის და როგორც კლიმატურ, ასევე ანთროპოგენურ გამოწვევებზე რეაგირების გზების შემუშავებისთვის. ეკოლოგიური ინდექსების უწყვეტი და ავტომატური გენერირებისთვის და სევანის ტბის აუზში შესაბამისი ცვლილებების გამოვლენისთვის, ჩვენ განვათავსეთ Sen2r პროგრამული პაკეტი. სასოფლო-სამეურნეო მიწის მონიტორინგის შესაბამისი ინდექსები მოიცავენ NDVI, MSAVI2, NDWI და NDWI2-ს. ინსტრუმენტები, როგორიცაა Sen2r და PONTOS პლატფორმა დაგვეხმარება მონაცემთა შეგროვებისა და მონიტორინგის ავტომატიზაციაში, რის შედეგადაც დაიზოგება ანალიტიკოსებისა და გადაწყვეტილების მიმღებების დრო.

ჭაობისა და მოტივტივე მცენარეულობის დაფარულობის შეფასება სომხეთის საპილოტე ტერიტორიაზე

ჩვენ გავაერთიანეთ დისტანციური ზონდირების სურათები საველე მონაცემებთან, რათა შეგვესწავლა სევანის ტბის წყლის მცენარეულ საფარის გრძელვადიანი ცვლილებები სივრცესა და დროში. ძირითადად გამოვიყენეთ საშუალო გარჩევადობის სურათები და მათგან გამოვთვალეთ მცენარეული საფარის ინდექსები. მეთოდოლოგიურად, ჩვენი შედეგები აჩვენებს Landsat-დან და სხვა წყაროებიდან თავისუფლად ხელმისაწვდომი საშუალო გარჩევადობის სატელიტური სურათების გამოყენების პოტენციალს გარემოს ცვლილებების უწყვეტი მონიტორინგისთვის.

სურათი 4: წყალმცენარეები ნარაშენის ნაკრძალის მიმდებარედ

სურათი 5: წყლის მცენარეულობისა და წყალში დარჩენილი ხეების ნარევი მდინარე ძკნაგეთის შესართავთან დონის აწევის შემდეგ

ჩვენი კვლევების შედეგები აჩვენებს, რომ წყლის დონის გრძელვადიანი შემცირება ხელს უწყობს მაკროფიტების გავრცელებას. წყლის მცენარეულობისა და წყლის დონის ცვლილებები ასევე შესაძლებელია დაკავშირებული იყოს ანთროპოგენურ ზეგავლენასთან.

წყლის მცენარეულობა გაანალიზდა EAV ინდექსის მეშვეობით, რომელიც აჩვენებს, რომ მათი ვეგეტაცია მიმდინარეობს სანაპირო ზონაში და არა ღრმა ლაგუმებში. დომინანტური სახეობებია *Butomus umbellatus* და *Potamogeton pectinatus.*

ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი დასკვნა ის არის, რომ წყალმცენარეების აყვავება შეიძლება წარმოადგენდეს უზარმაზარ ბარიერს სატელიტური გამოსახულებებიდან წყლის მცენარეულობის აღმოსაჩენად. ეს განსაკუთრებით ეხება მონაცემთა ავტომატური შეგროვებისა და ინდექსის გამოთვლას. აღნიშნულის თავიდან ასაცილებლად, ჩვენ გირჩევთ მოერიდოთ ყვავილობის პერიოდში გადაღებული სურათების გამოყენებას, რომელიც გრძელდება ზაფხულის შუა რიცხვებიდან შემოდგომის შუა რიცხვებამდე, ან გამოიყენოთ უფრო სიღრმისეული სამეცნიერო მიდგომები, როგორიცაა SWIR band-ზე დაფუძნებული ალგორითმები.

ტყის საფარის ცვლილება და მისი ზეგავლენა გარემოზე სომხეთის საპილოტე ტერიტორიაზე

სომხეთში კვლევა მოიცავდა სევანის ეროვნული პარკის მთელ ტერიტორიას. აქ სატყეო მეურნეობა პირველად აღირიცხა 1962 წელს და შემდგომ 1972 და 1983 წლებში. ამის შემდეგ ინვენტარიზაცია შეწყდა და მხოლოდ 2005 წელს აღირიცხა ხელახლა ტყის საფარი პარკის საზღვრების კორექტირებისას, GIS-ის გამოყენებით. 2005 წლის შეფასებამ აჩვენა, რომ ტყის საფარის ფართობია 13250.3 ჰექტარი, რაც 1285.2 ჰექტარით მეტია 1983 წელს დაფიქსირებულ ფართობზე. ტყის ამგვარი გაფართოება აიხსნება როგორც ხელოვნური ტყეების გაშენებით, ისე მაღალი ვარჯის ზრდის პოტენციალის მქონე ბუჩქების გავრცელებით, როგორიცაა ქაცვი და ყვითელი აკაცია, რომლებიც სევანის ეროვნულ პარკში ვიზიტების დროს იქნა ნანახი.

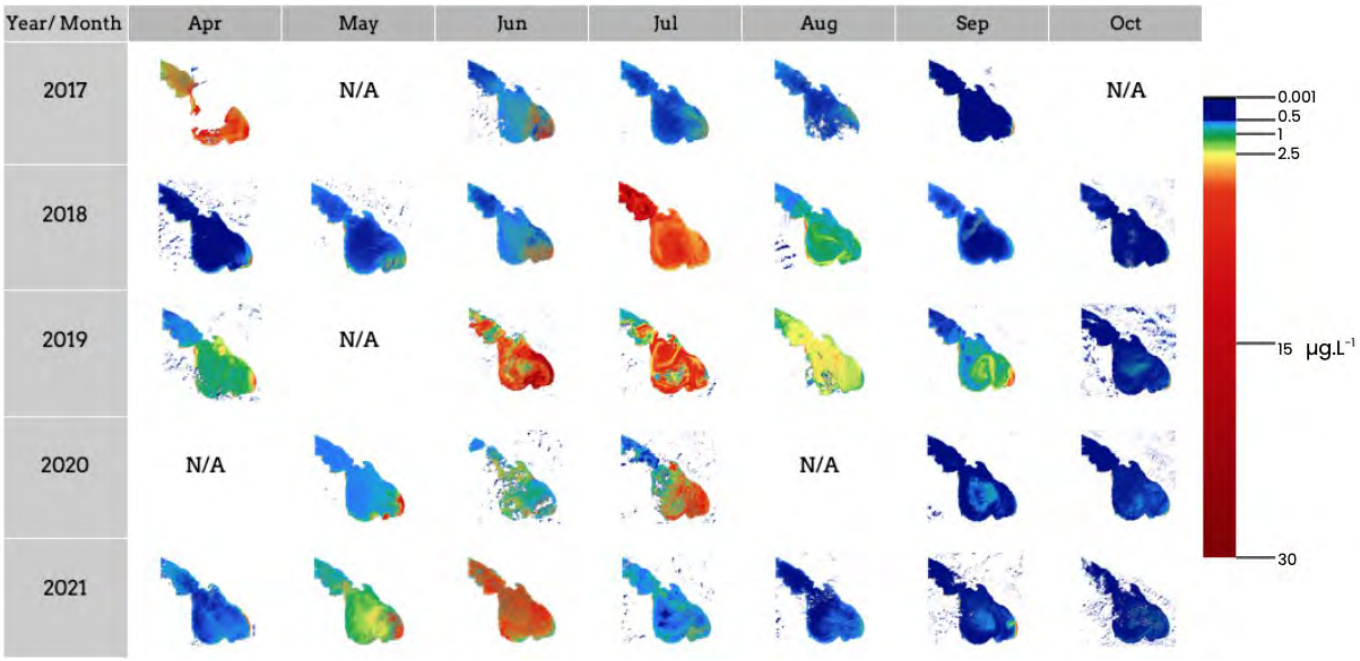
სატელიტური გამოსახულებების გამოყენებით, ტყის საფარი და ტყის საფარის დანაკარგი გამოთვლილ იქნა 2009 წლიდან 2020 წლამდე პერიოდისთვის. ანალიზმა ამ პერიოდში 510.7 ჰექტარის ტყის საფარის დანაკარგი გამოავლინა. გარემოს ხარისხის თვალსაზრისით, ჩვენ ვერ აღმოვაჩინეთ კავშირი ტყის საფარის დანაკარგსა და სევანის ტბაში წყლის ხარისხს შორის.

შემდგომში საჭირო იქნება სევანის ეროვნულ პარკში არსებული ტყეების განახლებული და ზუსტი ინვენტარიზაცია. გარდა ამისა, პერიოდულად უნდა განხორციელდეს წყლის ხარისხის მონიტორინგი, რათა მოხდეს გაცნობიერებული პროგნოზების გაკეთება.

ქლოროფილის კონცენტრაციისა და ეუტროფიკაციის დინამიკის შეფასება სომხეთის საპილოტე ტერიტორიაზე

კვლევის განმავლობაში ჩვენ დავაფიქსირეთ ქლოროფილ-A (chl-a) და მთლიანი შეწონილი ნაწილაკების (TSM) კონცენტრაციების სივრცითი და დროითი ცვლილებები სევანის ტბაში. სივრცითი მიმართულებით დადგენდა, რომ დიდი სევანის სამხრეთ-აღმოსავლეთ რეგიონი ხშირად ხასიათდება წყალმცენარეების უფრო მაღალი ბიომასით. წყალმცენარეების დროებითი აყვავება დაფიქსირდა ივნისიდან აგვისტომდე, ყველაზე მაღალი ინტენსივობით 2018 და 2019 წლებში. ის ფაქტი, რომ 2018 წელი სომხეთში ყველაზე ცხელი წელი იყო ბოლო ათწლეულის განმავლობაში, მიუთითებს სითბოს პოტენციურ როლზე წყალმცენარეების აყვავების სტიმულირებაში. წყალმცენარეების აყვავებასა და აზოტის (N) დონეებს შორის მნიშვნელოვანი კორელაცია არ დაფიქსირდა. თუმცა, ფოსფატის იონების მაღალი კონცენტრაცია (PO4-) დაფიქსირდა გაზაფხულზე და შემოდგომაზე, რაც უარყოფით კორელაციაშია წყალმცენარეების დონესთან და მიანიშნებს მის უნარზე, შეზღუდოს ყვავილობა.

ეს მიგნებები აჩვენებენ, რომ სევანში წყალმცენარეების აყვავების ორი ყველაზე მნიშვნელოვანი ფაქტორია ტემპერატურა და ფოსფორი. იმის გათვალისწინებით, რომ მოსალოდნელია ტემპერატურის მატება კლიმატის ცვლილების გამო, თუ ზომები არ იქნება მიღებული, გაიზრდება მავნე წყალმცენარეების აყვავების როგორც სიხშირე, ისე ინტენსივობა. მიუხედავად იმისა, რომ ტემპერატურის მატება არაპროგნოზირებადია და ჩვენს პირდაპირ კონტროლს სცდება, ქმედითი ნაბიჯები უნდა გადაიდგას ფოსფორით გარედან ზემოქმედების შესაზღუდად, რათა ახლო მომავალში აყვავება შემცირდეს. შესაძლო ღონისძიებები მოიცავენ ტბის გარშემო ჩამდინარე წყლების, სასუქების და აკვაკულტურის უკეთ მართვას. ასევე არსებობს ბუნებრივი გამოსავალი, როგორიცაა ხელოვნური ჭაობები და მაკროფიტური სარტყლები, რომლებსაც შეუძლიათ ჩამონადენის გაფილტვრა და შემცირება.



სურათი 1: ქლოროფილ-a-ს კონცენტრაციის დროებითი ცვლილებები სევანის ტბაში 2017-2021 წლებში.

PONTOS-ის საპილოტე ტერიტორია საბერძნეთში: მდინარე ნესტოსის დელტა და მისი სანაპირო ზოლი

საბერძნეთში PONTOS-ის საპილოტე ტერიტორია მოიცავს მდინარე ნესტოსის დელტას და ვისტონიდას ლაგუნების კომპლექსს, მაღალი ეკოლოგიური მნიშვნელობის ჭარბტენიან ტერიტორიას, რომელიც დაცულია რამსარის კონვენციით და არის ნატურა 2000 ქსელის ნაწილი. PONTOS-ის ყურადღების ცენტრში იყო საპილოტე ზონის სანაპირო ზოლი და მდინარე ნესტოსის ექვსი სანაპირო ლაგუნა და ვისტონიდას კომპლექსები. ეს ლაგუნებია: ერატინო, აგიასმა, ლაფრი, პორტო ლაგოსი, ქსიროლიმნი და პტელეა. სანაპირო ზოლს აქვს მნიშვნელოვანი ეროზიის გრძელვადიანი ნიშნები, განსაკუთრებით მდინარე ნესტოსზე კაშხალის აშენების შემდეგ. ლაგუნებზე გავლენას ახდენს სასოფლო-სამეურნეო ნარჩენები, ძირითადად აზოტისა და ფოსფორის ნაერთები, რაც იწვევს ეუტროფიკაციის ხშირ შემთხვევებს. და ბოლოს, სანაპირო წყალშემკრები ფენების დამლაშება და მტკნარი წყლის არაეფექტური მართვა უნდა შეიცვალოს თანამედროვე ზუსტი სარწყავი ტექნოლოგიების გამოყენებით. ყველა ზემოაღნიშნული საკითხი შესწავლილი იქნა PONTOS-ის ფარგლებში კოპერნიკუსის მიერ შემუშავებული სატელიტური პროდუქტების გამოყენებით.

სანაპირო ზოლის ცვლილებების დინამიკის შეფასება: პროცესი და შედეგები

გაანალიზდა სანაპირო ხაზის ცვლილებები, ამ ანალიზმა მოიცვა 1985 წლიდან 2020 წლამდე პერიოდი. სტანდარტული მეთოდოლოგია გამოყენებული იქნა ოთხ ეტაპად:

- მონაცემთა სიის შექმნა ყველა ხელმისაწვდომი თანამგზავრისა და სატელიტური გამოსახულებების შესახებ,
- ისტორიული სანაპირო ზოლის ამოღება შესაბამისი სატელიტური გამოსახულებებიდან,
- კვლევის პერიოდში სანაპირო ზოლის მოძრაობის შეფასება და
- ტალღების ანალიზი (ექსტრემალური ტალღების მოვლენები, ინციდენტური ტალღის ენერგია, სანაპირო ნალექის ტრანსპორტირება და ა.შ.)

მთელი სანაპირო ზონა განიცდის ინტენსიურ ეროზიას მდინარე ნესტოზე სამი ჰიდროელექტროსადგურის და სარწყავი კაშხალების ფუნქციონირების გამო. მათი მშენებლობა დაიწყო 1960-იანი წლების დასაწყისში და დასრულდა 1996 წლის ბოლოს, რამაც გამოიწვია თანდათანობითი დისბალანსი ეროზიასა და ნატანის დალექვას შორის, განსაკუთრებით დელტის სიახლოვეს. ნესტოსის კაშხლის გამო, დელტას ზონაში მყარი ნატანის რაოდენობა 84%-ით შემცირდა ისტორიულ ნაკადთან შედარებით.

სურათი 2 და 3: კაშხლების ზემოქმედება მდინარე ნესტოსის შესართავების სანაპირო ზონაზე

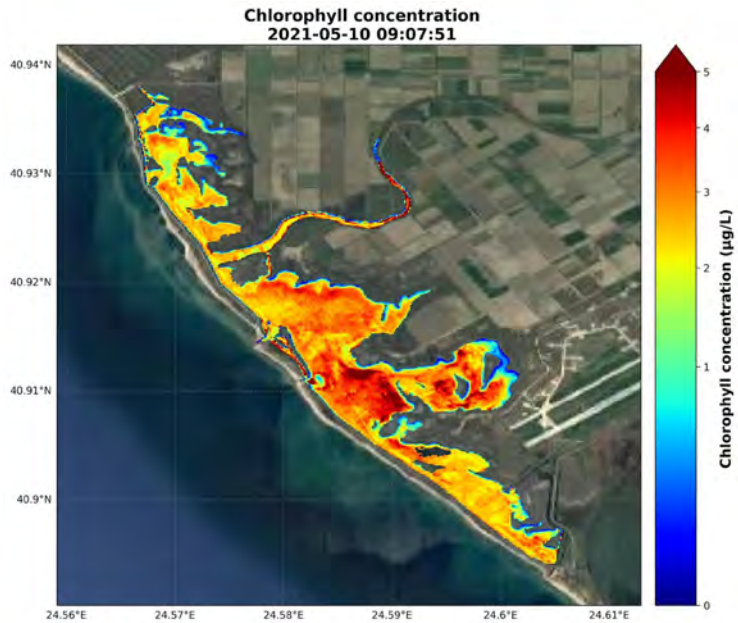
ქლოროფილის კონცენტრაციისა და ეუტროფიკაციის დინამიკის ინტეგრირებული შეფასება: შეჯამება

- o შეფასდა ქლოროფილ a-ს (Chl-a) კონცენტრაცია ჩრდილოეთ საბერძნეთის სანაპირო ლაგუნებში, შეიქმნა თემატური რუკები.
- o ეს სანაპირო ლაგუნები კულტურული, ეკოლოგიური და ეკონომიკური მნიშვნელობისაა და საჭიროა მონიტორინგი წყლის ხარისხის ცვლილებების გასათვალისწინებლად.
- o აქცენტი გაკეთდა Chl-a-ს დროისა და სივრცით ცვლილებებზე 2013-2021 წლებში.
- o Landsat 8-ის სატელიტური სურათები იქნა მოძიებული და დამუშავებული 2013-2015 წლების პერიოდისთვის, ხოლო Sentinel-2 სურათები 2015-2021 წლებისთვის.

- ➢ შეიქმნა Chl-a-ს წლიური ცვლილებების დეტალური აღწერა ვასოვას ლაგუნაში, ერატინოში და აგიაზმაში, პორტო ლაგოსში, ქსიროლიმნის ლაგუნასა და პტელეაში.

სურათი 5: პორტო ლაგოსის ლაგუნა

სურათი 7: ქსიროლიმნის ლაგუნა



სურათი 4: ერატინოს ლაგუნაში ქლოროფილის კონცენტრაციის სივრცითი ევოლუცია

სასოფლო-სამეურნეო წყლის ბალანსი, წყლის პროდუქტიულობა და წყლის სტრესის ინდექსი: პროცესი და შედეგები

- საპილოტე არეალში გამოთვლილი იქნა სოფლის მეურნეობის სექტორის მიერ წყლის გამოყენების მაჩვენებელი.
- გამოთვლილი და შეთავაზებულ იქნა წყლის პროდუქტიულობის საორიენტაციო ღირებულება ყველაზე პოპულარული და წყლის საჭიროების მქონე კულტურებისთვის.
- შეფასებულია პოტენციური წლიური წყლის სტრესის დონე, რომელიც კულტურებს ფერმერების მხრიდან ადგება.

➢ ფუნქციური ინსტრუმენტის შემდგომი განვითარება ხელს შეუწყობს ხელმისაწვდომი წყლის რესურსების რაციონალურ გამოყენებას წყალშემკრების მასშტაბით.

დასკვნები

საკვლევ ზონაში ფერმერებთან ჩატარებულმა არაერთმა ინტერვიუმ აჩვენა, რომ ისინი „თავს იზღვევენ“ და ზედმეტად რწყავენ თავიანთი მინდვრებს, მაქსიმალური მოსავლიანობის უზრუნველყოფის მიზნით. შედეგად, ფერმერები ზედმეტად იყენებენ ტერიტორიის ხელმისაწვდომ მიწისზედა და მიწისქვეშა წყლის რესურსებს, რაც იწვევს მათი რაოდენობის შემცირებას და ასევე სანაპირო ზონის მარილიანობის გაუარესებას, რაც უარყოფითად აისახება მათ ხარისხზე. პროექტის შედეგებმა აჩვენა, რომ სოფლის მეურნეობის სექტორს შეუძლია ხელმისაწვდომი წყლის რესურსების უფრო რაციონალური გამოყენება, თუ ზუსტი სარწყავი ინსტრუმენტები იქნება ინტეგრირებული ფერმერების ირიგაციის დაგეგმვის პრაქტიკაში, რაც შეამცირებს კულტურების წყლის ნაკვალევს 10-30%-ით - მოსავლის, ნიადაგის ტიპის და ა.შ. ფაქტორების გათვალისწინებით.

PONTOS საპილოტე არეალი საქართველოში: სანაპირო ზოლი და კოლხეთის დაბლობი

საქართველოს საპილოტე ტერიტორია მოიცავდა საქართველოს საზღვრებში არსებულ შავი ზღვის სანაპირო ზოლს და კოლხეთის დაბლობს. სანაპირო ზოლი არის ძლიერი სანაპირო ეროზიის საფრთხის წინაშე, რომელიც გამოწვეულია ზღვის დონის აწევის, ხმელეთის ტექტონიკური ჩაძირვის, მდინარის ბუნებრივი რეჟიმის ცვლილებებისა და მყარი ნატანის შემცირების და ურბანიზაციის შედეგად. კოლხეთის დაბლობი მოიცავს მდინარე რიონის ქვედა ნაწილს, დელტას ჩათვლით. აქ მთავარი ეკოსისტემებია უძველესი ფოთლოვანი კოლხური ტყეები და ჭაობები. კოლხური ტყეები ზომიერი სარტყლის ყველაზე ტენიანი ტყეებია, რომელსაც ზომიერი სარტყლის წვიმის ტყეებსაც უწოდებენ. აქ გავრცელებულია 1100 სახეობის ჭურჭლოვანი მცენარე, 500 სახეობის ხერხემლიანი და დიდი რაოდენობით უხერხემლო ცხოველი.

რეგიონის წინაშე მდგარი გარემოსდაცვითი პრობლემები მოიცავენ მდინარის ჩამონადენისა და მყარი ნატანის რაოდენობის შემცირებას, რაც გავლენას ახდენს დელტაზე და ბუნებრივ ჰაბიტატებზე. ეს გამოწვეულია მდინარეების მოდიფიკაციით, მარეგულირებელი კაშხლებისა და წყალსაცავების აგების გამო, რაც სხვა პრობლემებთან ერთად იწვევს ზუთხის სახეობების (მათ შორის ატლანტური ზუთხის) სატოფე ადგილების ძლიერ დეგრადაციას ან დაკარგვას. სხვა ძირითად საფრთხეებს მიეკუთვნება წყლის დაბინძურება და ჭაობების დეგრადაცია, ასევე გაუტყეურება.

სანაპირო ზოლის ცვლილებების დინამიკის შეფასება: სამუშაო პროცესი

შეგროვდა 1987-2021 წლების სატელიტური გამოსახულებები (Sentinel და LandSat) და ისტორიული მონაცემები. სანაპირო ზოლის მოძრაობის ანალიზი განხორციელდა DSAS ინსტრუმენტის გამოყენებით. ძალიან მაღალი რეზოლუციის (VHR) კოსმოსური გამოსახულებები იქნა გამოყენებული სანაპირო ზოლის ცვლილებების უფრო მაღალი სიზუსტით დახასიათებისთვის შერჩეულ ქვერეგიონებში (აფხაზეთის გასწვრივ და მეორე ნაწილში, რომელიც მოიცავს აჭარას, გურიას და სამეგრელო-ზემო სვანეთის რეგიონებს) უფრო მაღალი სიზუსტით.

სურათი 8,9: აკრეციის (მარცხნივ) და ეროზიის (მარჯვნივ) მაგალითები
ირაკლი მაჭარაშვილის ფოტო

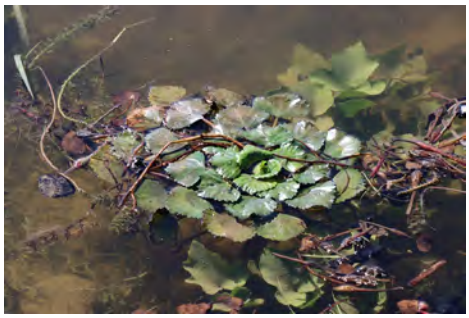
სანაპირო ზოლის დინამიკის შეფასება: შედეგები

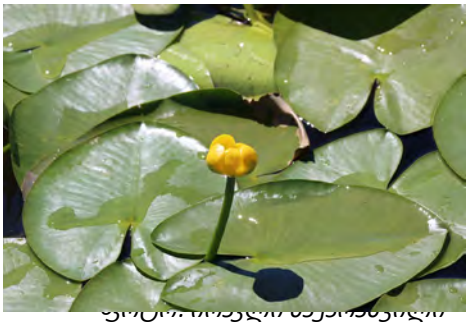
ანალიზის თანახმად, 1987-2013 წლებში აფხაზეთის სანაპიროს 54,28% განიცდიდა ეროზიას, ხოლო 45,72%-ზე შეიმჩნეოდა აკრეცია. იმავე პერიოდში სამეგრელო-გურია-აჭარის სანაპიროს 22,21% განიცდიდა ეროზიას და 77,79% - აკრეციას.

2015-2021 წლებში აფხაზეთის სანაპირო ზოლის 56,57% იყო ეროზიის, ხოლო 43,43% - აკრეციის ზეგავლენის ქვეშ, ხოლო სამეგრელო-გურია-აჭარის სანაპიროს 29,34 % ეროზიის და 70,65% - აკრეციის ზეგავლენას განიცდიდა.

ჭაობისა და მოტივტივე მცენარეულობის დაფარულობის ცვლილების ანალიზი

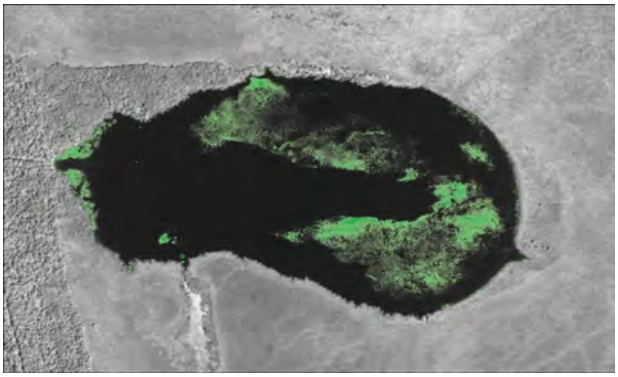
მოტივტივე მცენარეულობის ყველაზე დიდი ჰაბიტატი საპილოტე რეგიონში არის ტბა ფართოწყალი. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა დისტანციური ამოცნობისა და GIS-ის გამოყენებით მეთოდოლოგიის შემუშავება ტბა ფართოწყალის და მისი მოტივტივე მცენარეულობის ჰაბიტატების რაოდენობრივი შეფასებისათვის. მოტივტივე მცენარეულობის რუკების შექმნისათვის გამოვიყენეთ 2015-2021 წლების ყოველთვიური NDVI გამოსახულებები. NDVI რასტრული გამოსახულებების გენერირება მოხდა Sentinel-2 Red და NIR არხების მეშვეობით. დისტანციური ზონდირების მეშვეობით შეფასდა ქლოროფილ-a-ს კონცენტრაცია ტბის წყალში, რაც წარმოადგენს ტბის მდგომარეობის ეკოლოგიურ ინდიკატორს. ქლოროფილ a-ს კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობები შედარდა ევროკავშირის მიერ დადგენილ ნორმას მსგავსი ჰუმინური ტიპის წყალსატევებისთვის.



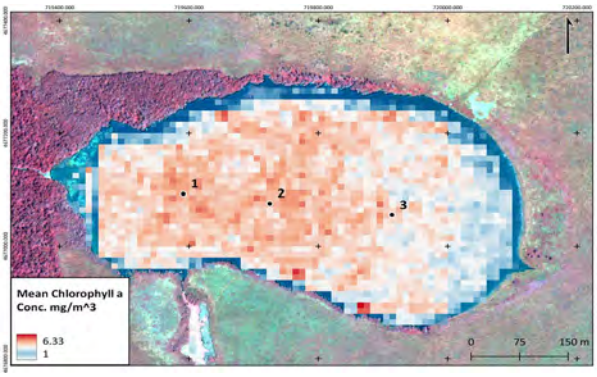


ფოტო: როკვლის ფეხსაცმელი

კვლევის მიხედვით, ტბაში შენარჩუნებულია კარგი ეკოლოგიური სტატუსი და კარგი ქიმიური სტატუსი. ამ ჯანსაღ ეკოსისტემას შესაძლოა მიენიჭოს რეფერენც სტატუსი ევროკავშირის წყლის ჩარჩო დირექტივის შესაბამისად და გახდეს ეკოლოგიური მონიტორინგის ობიექტი.



სურათი 5: წყლის კაკლის ხალიჩით დაფარული ტბა ფართოწყლის ფოტო რუკა (WV02, 2016)



სურათი 6: ტბა ფართოწყალის მულტისპექტრული სურათი (22-08-2016) და ქლოროფილის კონცენტრაციის მოდელი (10 მ)

ქლოროფილის კონცენტრაციისა და ეუთროფიკაციის დინამიკის ინტეგრირებული შეფასება: პროცესი და შედეგები

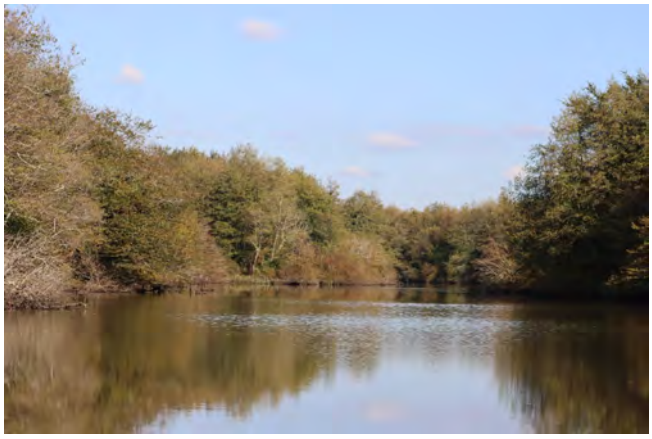
- დისტანციური ამოცნობის მეთოდებისა და *in-situ* მონაცემების გამოყენებით, განხორციელდა ქლოროფილ a-ს (Chl-a) კონცენტრაციისა და ეუთროფიკაციის დინამიკის ინტეგრირებული შეფასება საქართველოს საპილოტე ტერიტორიაზე, კერძოდ პალიასტომის ტბაზე და მის შემოგარენში. კვლევა მოიცავდა 2013-2021 წლებს. Landsat 8 და Sentinel-2 სატელიტების გამოსახულებები დამუშავდა SNAP აპლიკაციის მეშვეობით, ხოლო მიღებული შედეგების ვალიდაციის მიზნით ჩატარდა საველე კვლევები. გაიზომა თავად ქლოროფილის კონცენტრაცია, ასევე მისი ხელშემწყობი ქიმიური ფაქტორები, როგორიცაა: წყლის ტემპერატურა, pH, საერთო სიხისტე, ტუტიანობა, მჟავიანობა, სიმღვრივე და შესრულდა თვისებითი რეაქციები ფოსფატების და ნიტრატების (ნუტრიენტების) არსებობის დასადგენად. გამოვიყენეთ არასამთავრობო ორგანიზაცია SABUKO-ს მიერ მოწოდებული მონაცემებიც, რომლებიც მიღებული იყო პალიასტომის ტბაზე პროექტ “BSB Eco Monitoring” (BSB-884) ფარგლებში დამონტაჟებული სენსორებიდან.

ირაკლი მაჭარაშვილის ფოტო

- კვლევამ აჩვენა, რომ პალიასტომის ტბა და მისი შემოგარენი მიდრეკილია ეუთროფიკაციისკენ. პროცესი გამოწვეულია როგორც ბუნებრივი მოვლენებით, ასევე ანთროპოგენური ფაქტორებით (სამრეწველო საქმიანობა, დაბინძურება).
- პალიასტომის ტბაში Chl-a-ს კონცენტრაციის მაქსიმალური რაოდენობა ზაფხულის თვეებში ფიქსირდება. პირველი პიკი ხდება მაის-ივნისში, ხოლო მეორე - დაახლოებით აგვისტოში.
- ფოთის პორტის ტერიტორიაზე Chl-a- ს გაზრდილი კონცენტრაცია შეინიშნება არა მხოლოდ ზაფხულის თვეებში, არამედ გვიან შემოდგომასა და ზამთარში.

ტყის საფარის ცვლილებები და მისი ზეგავლენა გარემოზე საქართველოს საპილოტე ტერიტორიაზე

ტყის არამდგრადი გამოყენება, ხეების უკონტროლო და გადამეტებული ჭრა, ინფრასტრუქტურული პროექტები, წიაღის მოპოვება, ინტენსიური ძოვება, მავნებელ - დაავადებები და ტყის ხანძრები საქართველოში გაუტყეურების და ტყის დეგრადაციის ძირითად მიზეზებს წარმოადგენენ. გაუტყეურება და ტყის დეგრადაცია უარყოფითად მოქმედებს ეკოსისტემურ სერვისებზეც, ზარალი ადგება ნიადაგს, წყლის ბალანსს ტყეში და მის გარეთ, ნახშირბადის დაგროვებას და ბიომრავალფეროვნებას. საპილოტე ტერიტორიად შეირჩა კოლხეთის ჭარბტენიანი ტყეები, რომლებიც მდებარეობენ მდინარეებს ენგურსა და სუფსას შორის და ვრცელდება კოლხეთის დაბლობზე, კაცობურის აღკვეთილის ჩათვლით. კოლხეთის ეროვნული პარკი (დაარსდა 1999 წელს) საპილოტე ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილია. ტერიტორია დაცულია რამსარის კონვენციით (რამსარის საიტი 1996 წლიდან) და ბერნის კონვენციით (ზურმუხტის საიტი 2018 წლიდან). 2021 წელს მსოფლიო მემკვიდრეობის კომიტეტმა კოლხეთის ტყეები და ჭაობები იუნესკოს მსოფლიო მემკვიდრეობის სიაში შეიტანა.



ირაკლი მაჭარაშვილის ფოტო

Sentinel-2 მრავალსპექტრული სატელიტური სურათების საფუძველზე შეიქმნა ტყეების კარგვისა და დეგრადაციის რუკები. შედეგებმა აჩვენა, რომ ტყის ცვლილებები ძირითადად დაკავშირებულია ადამიანის საქმიანობასთან და საკმაოდ ინტენსიურია დაცული ტერიტორიის გარეთ. ტყის ცვლილება უფრო მეტად დაკავშირებულია ტყის დეგრადაციასთან, ვიდრე გაუტყეურებასთან. საკვლევ ტერიტორიაზე შეინიშნება არა მხოლოდ დეგრადაცია, არამედ ტყეების რეგენერაციაც, რაც დაკავშირებულია კლიმატის და ჰიდროლოგიურ რეჟიმის ცვლილებასთან და იწვევს ხეების ბიომასის ზრდასთან. ტყის საფარის ცვლილებების დასადგენად გამოიცადა სხვადასხვა მეთოდი, თუმცა, ტყის სტრუქტურისა და ჭრების სპეციფიკიდან გამომდინარე, საუკეთესო აღმოჩნდა მრავალგანზომილებიანი ცვლილების დეტექტორის (MAD - Multivariate Alteration Detection) ალგორითმის გამოყენება, რომლითაც შესაძლებელია დადგინდეს როგორც გაუტყეურების, ისე ტყის დეგრადაციის ადგილები. მოდელის სიზუსტე დადგინდა Maxar-ის ძალიან მაღალი გარჩევადობის გამოსახულებებთან შედარების გზით, სადაც ტყის შემცირება ან მატება გარჩევადი იყო თითოეული ხის დონეზე. ასევე ჩატარდა საველე გასვლები. პირველად შეიქმნა ტყის საფარის ცვლილების მოდელი კოლხეთის დაბლობის ტყეებისთვის, რომელიც ტყის მართვის ორგანოებმა და გარემოსდაცვითმა ორგანიზაციებმა ბიომრავალფეროვნების მონიტორინგისთვის შეიძლება გამოიყენონ.

PONTOS საპილოტე ტერიტორია უკრაინაში: სანაპირო ზოლი და მდინარე დნესტრის დელტა

უკრაინის საპილოტე ტერიტორია მდებარეობს შავი ზღვის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში და მოიცავს ორ ნაწილს: სანაპირო ზოლს და მდინარე დნესტრის დელტას.

სანაპირო ზოლი მოიცავს ყველაზე პოპულარულ პლაჟებს და რეკრეაციულ ზონებს სამხრეთ უკრაინაში, ქალაქ ოდესიდან დუნაის დელტამდე. დნესტრის დელტას მნიშვნელოვანი ნაწილი ქვემო დნესტრის ეროვნული ბუნების პარკის ნაწილია. მდინარე უერთდება შავ ზღვას მიმდებარე დნესტრის შესართავით, რომელსაც დიდი ეკოლოგიური და ეკონომიკური მნიშვნელობა აქვს რეგიონისთვის.

საპილოტე ტერიტორია დგას ისეთი გამოწვევების წინაშე, როგორებიცაა სანაპიროს ეროზია, ნუტრიენტებით დაბინძურება, რომელიც გავლენას ახდენს სასმელი და სარწყავი წყლის ხარისხზე და ეკოსისტემის ფუნქციონირებაზე, მდინარის რეჟიმის დარღვევა (ჰიდროელექტროსადგურის ზემოქმედების გამო), რომელიც გავლენას ახდენს ჰაბიტატებზე/ბიომრავალფეროვნებაზე, სოფლის მეურნეობის წყალმომარაგებაზე და ჭაობებში ხანძრების გაჩენაზე.

ოდესის ი. ი. მეჩნიკოვის სახელობის ეროვნულმა უნივერსიტეტმა პროექტ PONTOS-ში აქტიურად ჩართო დაინტერესებული მხარეები, გააცნო მიღწევები, განვითარებული მოვლენები და გამოცდილება, გამოავლინა მათი მოთხოვნები და სურვილები. ამ მიზნით 2021-2022 წლებში ჩატარდა ონლაინ ღონისძიებების სერია ადგილობრივი დაინტერესებული მხარეებისთვის, როგორიცაა ბრეინშტორმინგი პოტენციური დაინტერესებული მხარეების მოსაზიდად (2021), ერთობლივი ღია სემინარი ადგილობრივი საზოგადოების ინფორმირებისთვის, ადგილობრივი ღია სემინარი იმის თაობაზე, თუ რა გაკეთდა უკრაინულ საპილოტე ზონაში და ადგილობრივი ღონისძიება PONTOS პლატფორმისა და მისი ინსტრუმენტების გასაცნობად დედამიწის დაკვირვების (EO) მონაცემების გამოყენების გასაუმჯობესებლად. გარდა ამისა, პროექტის განმავლობაში ჩატარდა ორი ტრენინგი ახალგაზრდა მეცნიერებისა და პრაქტიკოსებისათვის, სადაც მონაწილეებმა მიიღეს პრაქტიკული ინსტრუქციები EO მონაცემებისა და სერვისების გამოყენების შესახებ. მონაწილეები წარმოადგენდნენ ყველა სამიზნე დაინტერესებულ ჯგუფს. ღონისძიების მონაწილეებმა არაერთხელ აღნიშნეს PONTOS პროექტის მნიშვნელოვანი როლი, ვინაიდან შავი ზღვის აუზის ქვეყნების წინაშე არსებული საერთო პრობლემები საჭიროებს ერთობლივ ქმედებებს და მჭიდრო ტრანსსასაზღვრო თანამშრომლობას.

სანაპირო ზოლის დინამიკის შეფასება: პროცესი

- სატელიტების გამოსახულებები (Sentinel and LandSat) და ისტორიული მონაცემები შეგროვდა 1980-2021 წლებისთვის
- სანაპირო ზოლის მოძრაობის ანალიზი ჩატარდა DSAS ინსტრუმენტის გამოყენებით
- ძალიან მაღალი გარჩევადობის (VHR) კოსმოსური გამოსახულებები იქნა გამოყენებული შერჩეულ ქვეუბნებში (ლებედოვკა და ჩერნომორსკი) სანაპირო ზოლის ცვლილებების უფრო მაღალი სიზუსტით დასახასიათებლად.

სურათი 10: აკუმულაციურ-ეროზიული ნაპირის ტიპი (ტუზლის ქვიშის ისარა, 2019)

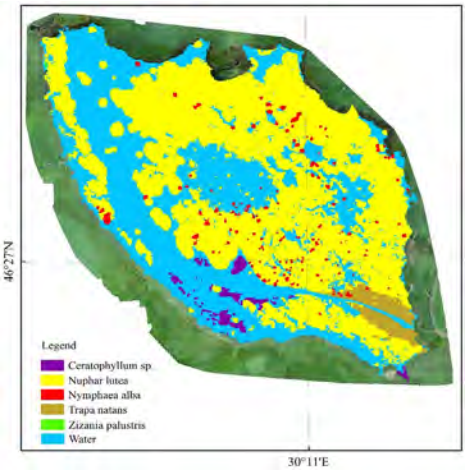
სურათი 11: ფერდობის აბრაზიულ-მეწყერული ტიპი (სოფელი რიბაკივკა, 2020 წ.)

სანაპირო ზოლის დინამიკის შეფასება: შედეგები

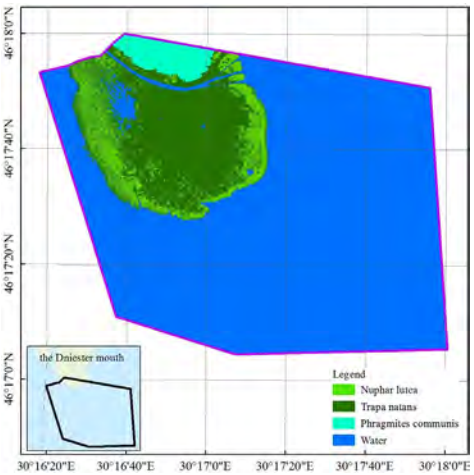
- DSAS-ზე დაფუძნებული სანაპირო ზოლის მოძრაობის ანალიზი აღმოჩნდა სასარგებლო ინსტრუმენტი სანაპირო დინამიკის შესაფასებლად, ხოლო VHR გამოსახულებების გამოყენება რეკომენდირებულ იქნა მეწყერისგან და ნაპირის დაცვის კონსტრუქციების შესაფასებლად.
- სანაპირო ზოლის მაქსიმალური აკრეცია და ნალექების დაგროვება დაფიქსირდა დუნაის დელტასა და მდინარე სასიკის შესართავის სიახლოვეს ქვიშის კონცხთან; აკრეცია ასევე დაფიქსირდა სანაპირო ზონებში აბრაზიისა და მეწყერისკენ მიდრეკილ ადგილებში (ქალაქ ჩერნომორსკში, ოდესის სანაპიროზე, სოფელ კრიჟანოვკასა და ფონტანკაში), სადაც ადგილზე იყო მეწყერისა და სანაპირო ზოლის დაცვის სტრუქტურები.
- დანარჩენ ადგილებში დაფიქსირდა სანაპირო ზოლის უკან დახევა (მაგ. ისარაზე, რომელიც ყოფს ტუზლას შესართავს ზღვიდან, აბრაზია და სანაპიროს განადგურება, სოფელ ლებედოვკადან ბუდაკსის შესართავამდე).

ჭაობისა და მოტივტივე მცენარეულობის დაფარულობის ცვლილების ანალიზი: პროცესი

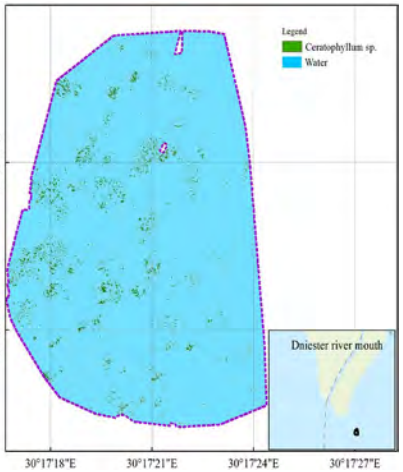
- სატელიტური გამოსახულებები (Sentinel და LandSat) და ისტორიული საველე მონაცემები წყლის მცენარეულობის შესახებ შეგროვდა 2009-2020 წლებისთვის
- 4 საველე კვლევა ჩატარდა დნესტრის შესართავთან და ბილეს ტბაში უპილოტო საფრენი აპარატების (UAV) გამოყენებით; ასევე შეგროვდა მცენარეული ნიმუშები.
- UAV და VHR სატელიტური გამოსახულება იქნა გამოყენებული აღმოცენებული და მცურავი მცენარეთა სახეობების საფარისა და მათი სიმჭიდროვის ზუსტი რაოდენობის გამოსათვლელად, წლების და თვეების მიხედვით ცვლილებების შესაფასებლად.



სურათი 7: UAV-ით მიღებული რუკა (ტბა ბილე, 2021 ივლისი)



სურათი 8: VHR-ით მიღებული რუკა (2021 ივლისი)



სურათი 9: UAV-ით მიღებული რუკა (ივლისი 2021)

ჭაობისა და მოტივტივე მცენარეულობის დაფარულობის ცვლილების ანალიზი: შედეგები

- აღმოცენებული მცენარეულობის საფარი საკმაოდ სტაბილური იყო დროში დნესტრის შესართავთან, ხოლო დელტური ტბები უფრო მოწყვლადი (მაგ. 1984 წლიდან ტბა ბილეს ფართობი 16%-ით შემცირდა).
- მდინარე შესართავთან ძლიერ დაზარალდა მცურავი მცენარეულობის ჭარბი ზრდის გამო; გამოვლინდა მკვეთრი ზრდა 2000-2019 წლებში, ხოლო 2020 წლიდან - შემცირება.
- VHR საჰაერო და სატელიტური გამოსახულებები აღმოჩნდა მეტად საიმედო მოტივტივე მცენარეულობის სახეობების და საფარის სიმჭიდროვის დადგენისა და მცენარეულობის დეტალური რუკების შესაქმნელად.
- მაღალი გარჩევადობის სატელიტური გამოსახულების გამოყენება აღმოჩნდა რელევანტური ადგილობრივი ხელისუფლებისთვის მცენარეული საფარის მონიტორინგისთვის.

ქლოროფილის კონცენტრაციისა და ეუტროფიკაციის დინამიკის ინტეგრირებული შეფასება: სამუშაო პროცესი

- სატელიტური გამოსახულებები (Sentinel and LandSat) და ისტორიული მონაცემები შეგროვდა 2003-2020 წლებისთვის.
- 2021 წლის აპრილ-ოქტომბერში დნესტრის შესართავსა და ბილეს ტბაში in-situ გაზომვების და წყლის ნიმუშების შესაგროვებლად 6 საველე კვლევა ჩატარდა.
- Chl-A გამოთვლის ემპირიული ალგორითმები შემუშავდა in-situ მონაცემებისა და SNAP-დან მიღებული არხების მახასიათებლების საფუძველზე.

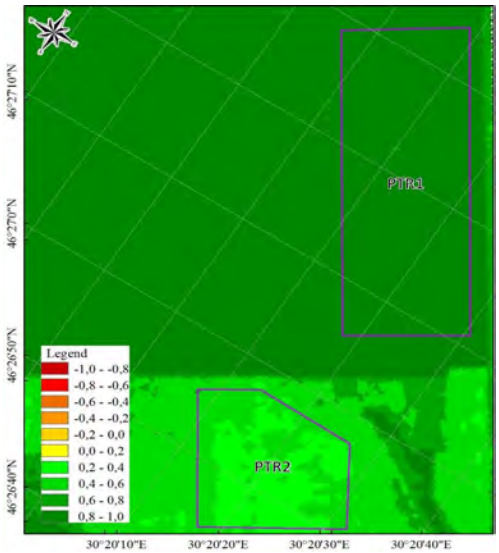
შედეგები

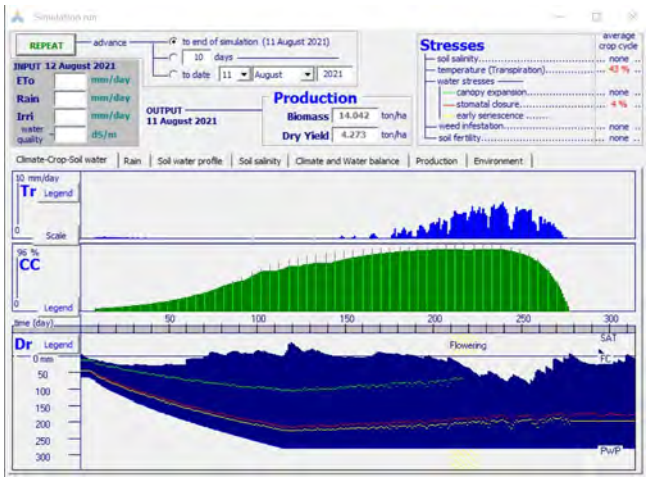
- Chl-ის საშუალო კონცენტრაცია დნესტრის შესართავში 2011-2020 წლებში გაორმაგდა 2003-2010 წლებთან შედარებით, ხოლო ფიტოპლანქტონის ბიომასა 7-10-ჯერ გაიზარდა.
- შესწავლილ წყალსაცავებში მოტივტივე და ჩაყურყუმალებული მცენარეები ხელს უშლიდნენ კოსმოსურ სატელიტებზე დაფუძნებული შედეგების მიღებას; რეკომენდირებულია წყლის მცენარეების პოლიგონების გამორიცხვა ანალიზიდან.
- ეუტროფიკაციის უფრო მაღალი დონე დაფიქსირდა თბილ პერიოდებში, ხოლო დაბალი დონე უფრო ცივ პერიოდებში. Chl-ის საშუალო თვიური კონცენტრაცია იყო ეუტროფიკაციის ზღურბლს (10 მგ ლ-1) ზევით მთელი წლის განმავლობაში, თებერვლის გარდა.

სურათები 12-15: წყლის ფიზიკური და ქიმიური პარამეტრების in-situ გაზომვები დნესტრის შესართავში 2021 წლის ზაფხულში (ზედა მარცხნივ), დნესტრის შესართავი 2021 წლის 26 ივლისს (ზედა მარჯვნივ), ტბა ბილე 2021 წლის 23 ივლისს (ქვემოდან მარცხნივ). დნესტრის ესტუარი 2021 წლის 26 ივლისს (ქვედა მარჯვნივ) და წყლის თეთრი შროშანი ტბა ბილეში 2021 წლის 11 ივნისს (ქვედა მარჯვნივ)

წყლის ბალანსის და წყლის სტრესის ინდექსების შეფასება აგროეკოსისტემებში: პროცესი

- გამოვლინდა ტიპიური ჯიშები (ზამთრის ხორბალი და მზესუმზირა) და შეირჩა საკვლევი სავარგულები
- დამონტაჟდა ავტომატური მეტეოროლოგიური სადგურები და ნიადაგის ტენიანობის საზომი მოწყობილობები; შეგროვდა როგორც ისტორიული, ისე მიმდინარე აგრო მეტეოროლოგიური, მენეჯმენტის, საჰაერო და სატელიტური მონაცემები. AquaCrop მოდელი გამოყენებული იყო მიმდინარე საველე პირობებში წყლის ბალანსის და ალტერნატიული სცენარის შესაფასებლად.





სურათები: უპილოტო საფრენი აპარატით მიღებული მზესუმზირის ყანის რუკა 2021 წლის ივნისში (ზემოთ მარცხნივ), უპილოტო საფრენი აპარატით მიღებული NDVI 2021 წლის 26 ივნისს (ზემოთ მარჯვნივ), ზამთრის ხორბლის სიმულაცია Aquacrop-ის მოდელში (ქვემოდან მარცხნივ), ავტომატური მეტეოროლოგიური სადგური და ზამთარში ხორბლისა და ნიადაგის ტენიანობის და ტემპერატურის ჩამწერი მოწყობილობა მზესუმზირის ყანაში (ქვემოდან მარჯვნივ)

წყლის ბალანსის და წყლის სტრესის ინდექსების შეფასება აგროეკოსისტემებში: შედეგები

- AquaCrop მოდელის გამოყენებადობა ოდესის რეგიონში (სამხრეთ უკრაინა) დადასტურდა ზამთრის ხორბლისა და მზესუმზირასთვის in-situ და სატელიტების მონაცემების ხელმისაწვდომობის პირობებში.
- AquaCrop-მა აჩვენა ზამთრის ხორბლის უფრო მაღალი მოწყვლადობა ტემპერატურული სტრესის მიმართ (43%); ორივე ჯიშზე გავლენა მოახდინა მსუბუქმა სტომატალურმა სტრესმა (4%).
- მზესუმზირისა და ზამთრის ხორბლის წყლის აორთქლების პროდუქტიულობა იყო დაახლოებით 0.66 და 1,00 კგ მოსავალი ერთ m^3 აორთქლებულ წყალზე.

PONTOS პლატფორმა

პლატფორმა PONTOS სთავაზობს მარტივად გამოსაყენებელ, ხელმისაწვდომ და უფასო ონლაინ სერვისებს სხვადასხვა დარგის სპეციალისტს, მათ შორის მათ, ვისაც არ აქვს ტექნიკური ცოდნა მონაცემთა დამუშავების კოდების ან ალგორითმების დასაწერად.

PONTOS პროექტი ხელმისაწვდომს ხდის ინფორმაციას შავი ზღვის გარემოს შესახებ ევროკავშირის Copernicus Earth Observation პლატფორმიდან, რომელიც ხელმისაწვდომია მეცნიერებისთვის, პოლიტიკის შემქმნელებისთვის, მოქალაქეებისთვის და სხვა დაინტერესებული მხარეებისთვის. ამ ოპერატიული პლატფორმის ეწოდება PONTOS პლატფორმა. პლატფორმა მომხმარებლებისთვის აერთიანებს სხვადასხვა აპლიკაციასა და ინსტრუმენტს.

PONTOS პლატფორმა იღებს და მართავს სატელიტურ, აერო-ფოტოგადაღებით და ადგილებიდან (*in-situ)* მოპოვებულ მონაცემებს, ავტომატურად პოულობს და იყენებს არსებულ რუკებს Copernicus-დან და სხვა წყაროებიდან და საშუალებას იძლევა მონაცემები აიტვირთოს საბოლოო მომხმარებლების მიერ.

პლატფორმა გვთავაზობს შემდეგ სერვისებს:

- PONTOS მონაცემთა კუბი: სატელიტური მონაცემების საფუძველზე რუკების მარტივად შექმნა
- PONTOS ვებ აპლიკაცია: აერო-ფოტო და *in-situ* მონაცემების მართვის მხარდაჭერა და დამატებითი სატელიტური მონაცემების მოდულები
- PONTOS WebGIS: უკვე არსებულ რუკებზე ხელმისაწვდომი ინფორმაციის კომბინაცია

შავი ზღვის გარემოს მონიტორინგისთვის Copernicus-ის პროდუქტებისა და სერვისების გამოყენების გაფართოების მნიშვნელოვანი კომპონენტია რაც შეიძლება მეტი ადგილობრივი და რეგიონული აქტორის მონაწილეობის, ცოდნისა და უნარების გაძლიერება, მეცნიერებიდან დაწყებული სახელმწიფო მოხელეებითა და მოქალაქეებით დამთავრებული.

PONTOS პლატფორმის მეშვეობით უკვე შესრულდა და მასში აისახა კვლევები, რომლებიც განხორციელდა შემდეგ საპილოტე ტერიტორიებზე:

- PONTOS - AM (სომხეთი): სევანის ტბა და სევანის ტბის აუზი
- PONTOS - GE (საქართველო): მდინარე რიონის დელტა და კოლხეთის ეროვნული პარკი
- PONTOS - GR (საბერძნეთი): მდინარე ნესტოსი და ნესტოსის დელტა
- PONTOS - UA (უკრაინა): სანაპირო ზოლი ქალაქ ოდესიდან მდინარე დუნაის დელტამდე, აგრეთვე დნესტრის დელტას ტერიტორია და მიმდებარე შესართავი.

ინსტრუმენტების მუდმივი გაუმჯობესება და ხარისხის კონტროლი PONTOS პროექტის მნიშვნელოვანი ნაწილია. ამისათვის PONTOS მონაცემთა კუბი და PONTOS ვებ აპლიკაცია უზრუნველყოფენ უკუკავშირის ფორმას, რომელიც მომხმარებლებს საშუალებას აძლევს მუდმივად გააზიარონ ინფორმაცია აპლიკაციის ხარისხზე. მომხმარებლებს შეუძლიათ დაწერონ შეტყობინება თავიანთი გამოცდილების შესახებ ან შესთავაზონ გაუმჯობესება. მომხმარებლის ყველა მონაცემი ინახება მონაცემთა ბაზაში ევროპის მონაცემთა ზოგადი რეგულაციის (GDPR) კანონმდებლობის სრული დაცვით და სისტემის ადმინისტრატორებს მისი ნახვა ნებისმიერ დროს შეუძლიათ.

პლატფორმის სერვისი: PONTOS ღია მონაცემთა კუბი

PONTOS ღია მონაცემთა კუბი (Open Data Cube - ODC) საბოლოო მომხმარებლებს აძლევს შესაძლებლობას ადვილად გამოიკვლიონ, მართონ, გაანალიზონ და ვიზუალიზაცია გაუკეთონ ანალიზის მზა მონაცემებს (Analysis Ready Data - ARD) სატელიტური მისიებიდან თითოეული საპილოტე ზონისთვის. PONTOS მონაცემთა კუბი შეიცავს Landsat 5, 7 და 8 სატელიტების ARD მონაცემებს მონაცემებს 30 მეტრიანი სივრცითი გარჩევადობით, 1984 წლიდან დღემდე და Sentinel-2 მონაცემს 10 მეტრიანი სივრცითი გარჩევადობით 2015 წლიდან დღემდე.

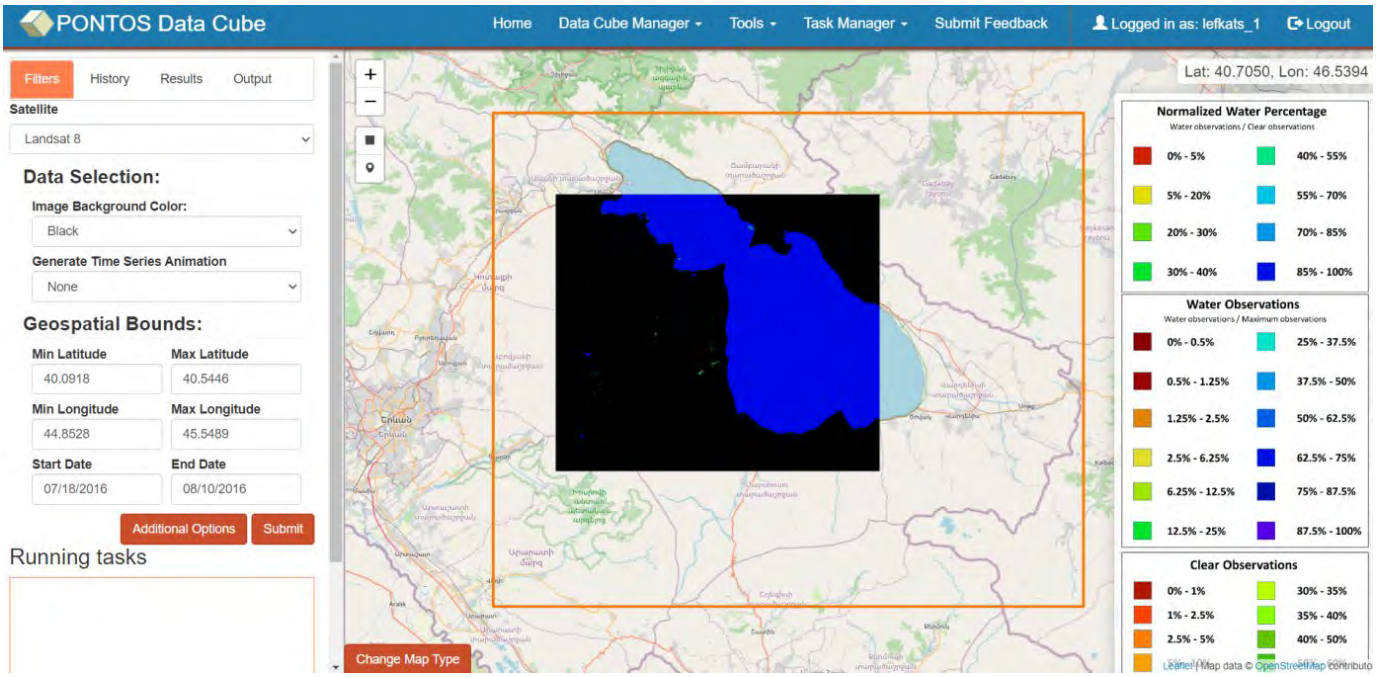
ღია მონაცემთა კუბის გამოყენების უპირატესობები

- შემცირებული დრო და სპეციალიზებული ცოდნის საჭიროება თანამგზავრულ მონაცემებზე წვდომის, შესწავლისა და დამუშავებისთვის.
- EO თანამგზავრული მონაცემების დინამიური სერიების ეფექტური ანალიზი.
- მონაცემთა თანმიმდევრული არქიტექტურა, რომელიც იძლევა ინსტრუმენტებისა და ალგორითმების გაზიარების შესაძლებლობას.
- ღია კოდის პროგრამული გადაწყვეტილებები, რომლებიც მხარდაჭერილია დაინტერესებული საზოგადოების კონტრიბუციით.
- მომხმარებლის მუდმივი მხარდაჭერა.
- უფასო და ღია EO სატელიტური მონაცემები და აპლიკაციის ალგორითმები.

PONTOS მონაცემთა კუბისთვის ხელმისაწვდომი ინსტრუმენტები

- მიწა (ურბანიზაცია, სპექტრული ანომალია, ფრაქციული საფარი, სპექტრული ინდექსები)
- წყალი (წყლის აღმოჩენა, წყლის ხარისხი მთლიანი შეწონილი ნაწილაკები, სანაპირო ზოლის ცვლილება)
- ზოგადი (მორგებული მოზაიკა, ღრუბლიანობა)

www.pontos-eu.aua.am



სურათი 10: PONTOS მონაცემთა კუბის წყლის აღმოჩენის ინსტრუმენტი (სომხეთის საპილოტე ტერიტორიის მაგალითზე)

პლატფორმის სერვისი: PONTOS ვებ აპლიკაცია

PONTOS ვებ აპლიკაცია ინტეგრირებულია PONTOS პლატფორმაში. ის მართავს და აანალიზებს პროექტის ფარგლებში მიღებულ აერო-ფოტო და in-situ მონაცემებს. ვებ აპლიკაცია ჰარმონიზებულია PONTOS მონაცემთა კუბთან და PONTOS ვებგისთან. ვებ აპლიკაციის სერვისები ხელმისაწვდომია ინგლისურ, სომხურ, ბერძნულ, ქართულ და უკრაინულ ენებზე.

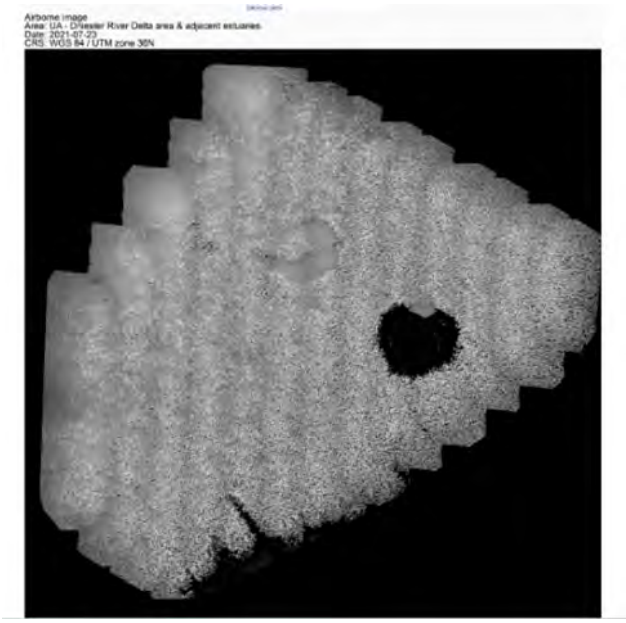
ვებ აპლიკაციის ინსტრუმენტები

არსებული აერო-ფოტო მონაცემების მართვა
- სპექტრული ინდექსების გამოთვლა
- მონაცემთა ვიზუალიზაციის შესაძლებლობა
- შედეგების ჩამოტვირთვა .png ან GeoTIFF ფორმატში

მომხმარებლების მიერ მონაცემთა ატვირთვა
- შესაძლებელია in-situ and აერო-ფოტო მონაცემების ატვირთვა
- მონაცემთა ბაზის შესახებ აღწერილობითი სტატისტიკის მოპოვება
- შედეგების მიღება; აერო-ფოტო მონაცემების ვიზუალიზაცია
- სპექტრული ინდექსების გამოთვლა

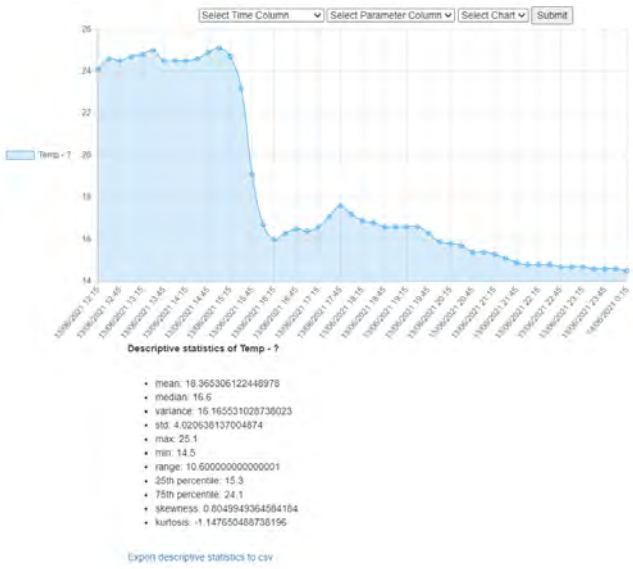
არსებული In-situ მონაცემების მართვა
- გრაფიკების შექმნა
- მონაცემთა ბაზის შესახებ აღწერილობითი სტატისტიკის მოპოვება
- შედეგების ჩამოტვირთვა .csv ფორმატში

სატელიტური მონაცემების გამოყენების დამატებითი მოდულები
- წყლით დაფარულობა (WaterMask)
- ჰიდროპერიოდები
- ფენოლოგიის რაოდენობრივი მაჩვენებლები
- EODESM (მიწის საფარის ნახევრად ავტომატური დარუკება)



სურათი 11: PONTOS ვებ აპლიკაციის მეშვეობით აეროფოტო სურათის ვიზუალიზაცია (დნესტრის ესტუარი, უკრაინის საპილოტე ტერიტორია)

სურათი 12 : PONTOS ვებ აპლიკაციის მეშვეობით ჰიდროპერიოდის ვიზუალიზაცია (საქართველოს საპილოტე ტერიტორიის მაგალითზე)



სურათი 13: PONTOS ვებ აპლიკაციის მეშვეობით in-situ მონაცემთა ანალიზი (უკრაინის საპილოტე ტერიტორიის მაგალითზე)

პლატფორმის სერვისი: PONTOS ვებგისი

www.pontos-eu.aua.am

ვებგისის (WebGIS - Web Geographic Information System) შექმნის მიზანია მომხმარებლის გამოცდილების შემდგომი გაუმჯობესება მონაცემთა ხელმისაწვდომობის, ერთად თავმოყრისა და ვიზუალიზაციის თვალსაზრისით. ვებგისი სანაპირო ზონის შესახებ საიმედო მონაცემთა ნაკრებით უზრუნველყოფს მეცნიერებს, ინჟინრებს, სანაპირო ზონის მენეჯერებს, აქტიურ მოქალაქეებს და ფართო საზოგადოებას და ხელს უწყობს გადაწყვეტილების მიღებასა და ინფორმირებას.

PONTOS WebGIS სერვისი ინტერაქტიულად ახდენს PONTOS პროექტის სივრცული მონაცემების ვიზუალიზაციას და ორგანიზებულად განათავსებს საერთო სივრცულ ინფრასტრუქტურაში. სისტემა აერთიანებს გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემების (GIS) პრინციპებსა და ინსტრუმენტებს და მიზნად ისახავს პროექტის მიერ შეგროვებული დიდი და მრავალგანზომილებიანი მონაცემთა ნაკრების ჰარმონიზაციას.

ვებგისი შესაძლებელს ხდის ქლოროფილის კონცენტრაციის, მიწათსარგებლობის, წყლის მარილიანობისა და ტემპერატურის, ჰიდროლოგიის, ამინდის და ტოპოგრაფიის შესახებ მონაცემების ვიზუალიზაციას.

PONTOS ვებგისის მომხმარებლებს შეუძლიათ ადვილად ჰქონდეთ წვდომა, შეარჩიონ და მოახდინონ ოთხი საპილოტე ტერიტორიის მონაცემების ვიზუალიზაცია, რომლებიც მიღებულია შემდეგი წყაროებიდან:

- გარე მონაცემთა წყაროები, როგორიცაა Copernicus Hub-ი Sentinel-ის სატელიტური სურათებისთვის, Earth Explorer სხვა სატელიტების მონაცემებისთვის, CMEMS და EMODnet საცავები.
- გარე მონაცემები ეროვნული/რეგიონული მონაცემთა ბაზებიდან.
- PONTOS კონსორციუმის მიერ პროექტის ფარგლებში წარმოებული მონაცემები სანაპირო ეროზიის, წყლის ბალანსისა და გამოყენების, ეუტროფიკაციის, მცურავი მცენარეულობის და ტყის ცვლილებების შესაფასებლად.
- შერჩეულ საპილოტე ტერიტორიებზე მომხმარებლების და დაინტერესებული პირების მიერ ატვირთული გეოსივრცითი მონაცემები.

სურათი 14: საბაზისო რუკები, რომლებიც ხელმისაწვდომია PONTOS webGIS-ში: Transport, Transport Dark, Watercolor, Satellite და Terrain (საბერძნეთის საპილოტე ტერიტორიის მაგალითზე)

COPERNICUS კოპერნიკუსი

კოპერნიკუსი არის ევროკავშირის დედამიწაზე დაკვირვების პროგრამა, რომელიც სწავლობს ჩვენს პლანეტას და მისი გარემოს ყველა ევროპელი მოქალაქის სასიკეთოდ. ის გვთავაზობს საინფორმაციო სერვისებს, რომლებიც მიიღება დედამიწის თანამგზავრზე დაკვირვებისა და ხმელეთის (არაკოსმოსური) მონაცემებიდან.

პროგრამა კოპერნიკუსს მართავს ევროკომისია და ის ხორციელდება წევრ სახელმწიფოებთან, ევროპის კოსმოსურ სააგენტოსთან (ESA), მეტეოროლოგიური თანამგზავრების ექსპლუატაციის ევროპული ორგანიზაციასთან (EUMETSAT), საშუალო დიაპაზონის ამინდის პროგნოზების ევროპულ ცენტრთან (ECMWF), ევროკავშირის სააგენტოებთან და მერკატორის ოკეანის პროგრამასთან თანამშრომლობით.

კოპერნიკუსი სპეციალურად შექმნილია მომხმარებლების მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად. სატელიტური და in-situ დაკვირვებებზე დაფუძნებული Copernicus სერვისები რეალურთან მიახლოებულ დროში გვაწვდიან გლობალურ მონაცემებს, რომლებიც შეიძლება გამოვიყენოთ ადგილობრივი და რეგიონული საჭიროებებისთვის, ჩვენი პლანეტის უკეთ შესწავლასა და ჩვენი საცხოვრებელი გარემოს მდგრად მართვაში.

კოპერნიკუსს ემსახურება სპეციალური თანამგზავრების ნაკრები (სენტინელის ოჯახები) და დამხმარე მისიები (არსებული კომერციული და საჯარო თანამგზავრები). Sentinel-ის თანამგზავრები სპეციალურად შექმნილია Copernicus-ის სერვისებისა და მათი მომხმარებლების მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად. 2014 წელს Sentinel-1A-ს გაშვების პერიოდიდან, ევროკავშირი ზედამხედველობას უწევს 20 დამატებითი თანამგზავრისგან შემდგარი ნაკრების მშენებლობას, რომელიც უნდა დასრულდეს 2030 წლამდე.

კოპერნიკუსი ასევე აგროვებს ინფორმაციას *in situ* სისტემებიდან, როგორიცაა სახმელეთო სადგურები, რომლებიც გადასცემენ ხმელეთზე, ზღვაზე ან ჰაერში არსებული ბევრი სენსორიდან მოპოვებულ მონაცემს.

COPERNICUS-ის სერვისების ექვსი თემატური მიმართულება

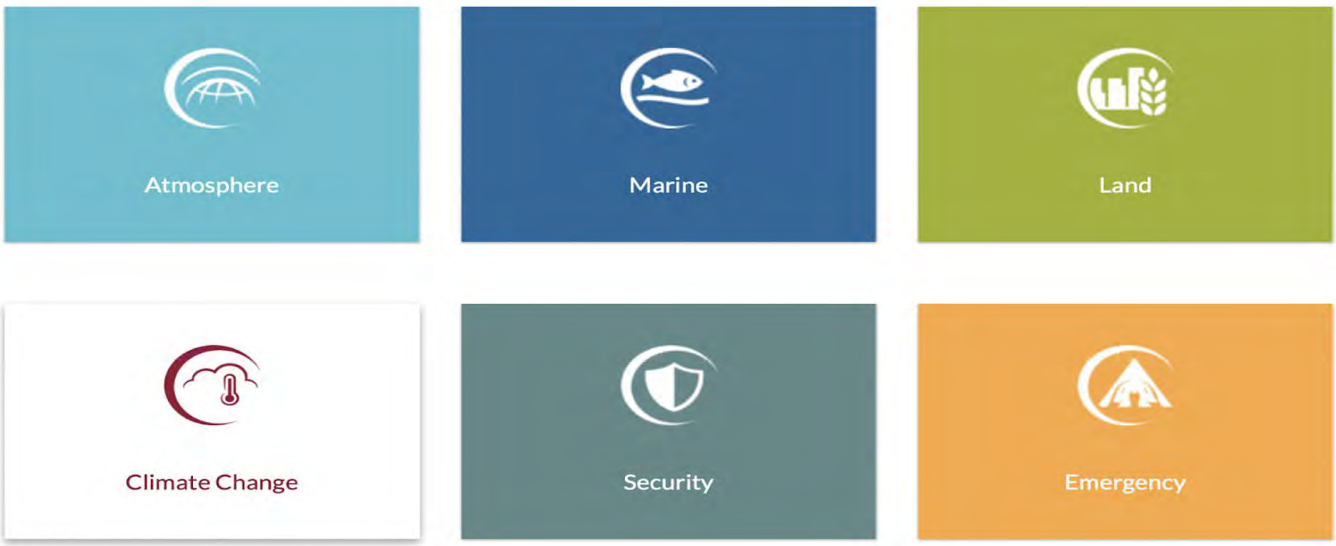


Photo credit: https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus/copernicus-detail

მეტი ინფორმაციისთვის
ელ-ფოსტა: pontos@aua.am
ვებ-გვერდი: pontos-eu.aua.am

გარემოს მონიტორინგი შავი ზღვის აუზში პროგრამა კოპერნიკუსის დახმარებით - **PONTOS**

გარემოს მონიტორინგი შავი ზღვის აუზში პროგრამა კოპერნიკუსის დახმარებით - PONTOS
აკოპიანის გარემოს ცენტრი AUA
ნოემბერი 2022

2014-2020 წლების შავი ზღვის აუზის გაერთიანებული საოპერაციო პროგრამა
თანადაფინანსებულია ევროკავშირის მიერ ევროპის სამეზობლო ინსტრუმენტის მეშვეობით და
მონაწილე შემდეგი ქვეყნების მიერ: სომხეთი, ბულგარეთი, საქართველო, საბერძნეთი,
მოლდოვის რესპუბლიკა, რუმინეთი, თურქეთი და უკრაინა.

ეს პუბლიკაცია მომზადდა ევროკავშირის ფინანსური დახმარებით. მის შინაარსზე სრულად არის
პასუხისმგებელი აკოპიანის გარემოს ცენტრი (AUA) და შესაძლებელია არ ემთხვეოდეს
ევროკავშირის მოსაზრებას.