



UNIVERSITATEA DE VEST DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ
PROGRAMUL DE STUDII DE LICENȚĂ : Informatică

LUCRARE DE LICENȚĂ

COORDONATOR:
Conf. Dr. Marc Frîncu

ABSOLVENT:
Andrada Lorena Sandu

TIMIȘOARA
2021

UNIVERSITATEA DE VEST DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ
PROGRAMUL DE STUDII DE LICENȚĂ : Informatică

Analiza pădurilor și a apelor folosind tehnici de observare a Pământului

COORDONATOR:
Conf. Dr. Marc Frîncu

ABSOLVENT:
Andrada Lorena Sandu

TIMIȘOARA
2021

Astract

Climate change has become in recent years one of humanity's foremost problems. However, accessible information is still scarce. We will attempt to analyze satellite images in order to detect forests and bodies of water, as these are the easiest to recognize.

To achieve this, we developed a plugin for the Qgis application, in order to better detect the events that lead up to changes in forests and waters. These can be highlighted using certain formula that help us quickly identify these changes and, therefore, assist us in reacting faster to such events.

The plugin we developed uses the NDVI(Normalized difference vegetation index) and NDWI(Normalized difference water index) on the generated images to improve the efficiency of analyzing such images.

Abstract

Schimbările climatului au devenit în ultimi ani o problemă majoră în viață oamenilor. Accesul la informațiile despre acestea încă este limitat. Vom analiza cu ajutorul imaginilor satelitare, într-un mod util, pădurile și apele.

Pentru a realiza acest lucru, am dezvoltat un plugin pentru aplicația Qgis, pentru a detecta mai bine evenimentele care duc la schimbările legate de suprafețele pădurilor și a apelor. Acestea pot fi evidențiate folosind anumite formule care ne ajută să identificăm rapid aceste schimbări și, prin urmare, ne ajută să reacționăm mai rapid la astfel de evenimente.

Acest plugin folosește formula pentru NDVI (Indicele de diferență normalizată a vegetației) și NDWI (Indicele de diferență normalizată a apei) pentru a putea eficientiza generarea unei analize mai clare prin imaginile satelitare.

Cuprins

Introducere	7
1.1 Motivație	7
1.2 Scurtă prezentare a temei propuse	8
1.3 Soluții si abordări similare	8
Structura	9
2.1 Imagini Satelitare	9
2.2 Rezoluția	9
2.2.1 Rezoluția radiometrică	9
2.2.2 Rezoluția temporală	9
2.2.3 Rezoluția spectrală	9
2.2.4 Rezoluția spațială	9
2.3 LANDSAT 8	10
2.3.1 Despre Landsat 8	10
2.3.2 Landsat 8 benzi spectrale	11
2.3.3 Benzile spectrale RED și NIR	11
2.3.4 Normalized difference vegetation index	12
2.4 SENTINEL 2A	12
2.4.1 Despre sentinel 2A	12
2.4.2 Sentinel 2A benzi spectrale	13
2.4.3 Banda spectrală GREEN și NIR	13
2.4.4 Normalized difference water index	13
2.5 Limbajul de programare Python	14
2.6 Pycharm	14
Tehnologii	15
2.1 Quantum Gis	15
2.1.1 Despre Quantum GIS	15
2.2 QT Creator	15
2.2.1 Despre QT	15
2.3 Scripturi python	15
2.3.1 Rularea scripturilor în Quantum Gis	16
2.3.2 Biblioteci folosite	18
Arhitectura Aplicației	19
2.1 Descrierea arhitecturi	19
2.2 Diagrama de stări	20
2.3 Funcționalitățile aplicației	20
2.4 Interfața aplicației	21
Detalii de implementare	24
3.5 Realizarea interfeței	24
3.6 Formule pentru prelucrarea benzilor	25
3.6.1 Rezultatele prelucrări benzilor spectrale	26
3.7 Scripturi	27
3.7.1 Prelucarea imaginilor	27
3.7.2 Prelucrarea imaginilor satelitare	29

3.7.3	Comparația imaginilor satelitare	30
3.7.4	Exportarea imaginilor satelitare	32
Concluzii		33

Capitolul 1

Introducere

1.1 Motivație

Laurent Clerque spunea că pentru ca ființele umane să își ridice picioarele acestea trebuie să sfideze gravitația. Încă de la începutul timpurilor inovația a fascinat întreagă lumea. Această creare a început în secolul al XVII-lea când cei doi frați Montgolifer au lansat primul balon cu aer cald sper cer, acesta având să fie folosit de armata franceza în scopuri militare. Dar pe parcursul timpului inventatori doreau să creeze ceva mai bun ,de aceea la sfârșitul secolului al XIX-lea francezul Gustave Hermite a inventat “sound balloon” . Aceste baloane meteorologice au devenit utile cu timpul, din cauza dezvoltării transmițătorilor radio. În anul 1930 aceștia permiteau transmiterea datelor în timp real . Din cauza performanței pe care au dovedit-o ,transmițătorii au fost montați pe aeronave, astfel încât acestea să poată efectua inspecții zilnice [5] [6].

Institutul Național Geografic din Franța folosea fotografiile aeriene ,atunci când aceștia își creau hărțile, desigur tot în scopuri militare. Aceste documente fiind folosite și astăzi la drumeții și consili locale. Aceste acte sunt cu adevărat valoroase atunci când ,sunt actualizate în mod regulat. Întrucât acestea, în funcție de fenomenele naturii care se produc ,se pot schimba . În concluzie observarea pământului poate fi unul dintre beneficiile cheie ,alea oamenilor de știință ,a proiectelor și experimentelor pe care aceștia doresc să le producă [5] [6].

Sputnik a fost primul satelit care în anul 1957 orbita în jurul Pământului. Acești sateliți au mai multe roluri importante, cum ar fi: telecomunicații, geolocalizare/navigația și observarea Pământului. Întrucât planeta Pământ este de natura sferică cartografia a fost și este o disciplină extrem de tehnică, deoarece imaginile trebuie mereu aplatizate și asamblate într-un mozaic concret [2].

De asemenea în zilele noastre sateliți care orbitează în jurul planetei sunt mulți și de tipuri diferite. Sateliții astronomici, biosateliți, sateliți de comunicații, sateliți de observare, sateliții de navigație sunt doar o parte din sateliți care orbitează în jurul planetei [2].

Sateliți pe care ne bazăm în această lucrare de licență sunt sateliți de observare care colectează informații despre sistemele fizice ,biologice și chimice ale planetei Pământ prin intermediul tehnologiilor de teledetecție. Aceasta colectare , de obicei, implică sateliți care transporta dispozitive de imagistică. Aceasta metoda este folosită cu scopul de a monitoriza și evalua starea ,dar și modificările mediului înconjurător. Cite istorie [6]. Tehnologiile spațiale oferă o mare varietate de seturi de date fiabile, astfel acestea putând fi combinate cu cercetare și dezvoltarea metodelor adecvate și cerute de către cercetători. Prin acest mod oferind un mijloc unic de colectare și procesare a datelor referitoare la planeta [2].

SENTINEL-2 este un satelit care orbitează în jurul planetei Pământ. Acesta a fost lansat ca parte a programului “Copernicus” pe 23/06/2015 . Acest satelit este special ,întrucât este conceput în mod special pentru a furniza o multitudine de date ,dar și de imagini satelitare. SENTINEL-2 este echipat cu un sensor multispectral opto-electric pentru supraveghere cu o rezoluție de la 10 până la 60 m, în zonele vizibile ,în infraroșu apropiat (NIR) și infraroșu cu unde scurte (SWIR) ,inclusive 13 canale spectrale ,care asigură captarea diferențelor în stare de vegetație etc. Orbita are o înălțime medie de

785 km [1].

Motivația pe care eu am avut-o în momentul în care am decis să aleg aceasta lucrare de licență este aceea de a cunoaște mai bine ceea ce ne înconjoară . Întrucât suntem în momentul în care tehnologia este parte din viața noastră,iar accesul la informație este la un click distanță. Cunoașterea și învățarea sunt anumite funcții vitale,pentru ca noi să putem progresa.

1.2 Scurtă prezentare a temei propuse

Lucrarea aleasă se bazează pe analiza astreonomică care va prelua și va prelucra imagini satelitare,bazându-se pe cele trei benzi de culoare (verde,roșu,albastru)pe care acestea le au. Rezultatul dorit fiind o detecție pe baza acestor imagini. Detecția se va face pe zone precum:păduri și ape.Toate acestea în scopul evidențierii acestor zone într-un mod mult mai rapid, darîn același timp și mai plăcut.

Este simplu de observat liber apele și pădurile pe o harta.Modul de a detecta se schimba drastic atunci când nu ochiul uman detectează ,ci o tehnologie.Scopul acestei lucrări este de a dezvolta o aplicație care nu este de sine stătătoare,ci mai degrabă de a dezvolta un plugin care să lucreze împreună cu Qgis pentru a putea beneficia de toate avantajele și pentru a putea aduce noi funcționalități.Acest lucru făcând posibil prelucrarea ,importarea și afișarea imaginilor satelitare.

Revenind din nou la benzile de culoare din care sunt formate imaginile satelitare ,prin prelucrarea imaginilor înțelegem capacitatea scriptului de a citi valorile benzilor respective și folosind anumite formule matematice să reproducă imaginea inițială într-un mod în care zonele dorite de utilizator să fie evidențiate și mult mă ușor observabile.

Acest plugin în principal va avea nevoie de o interfață grafică pentru ca utilizatorul să poată să interacționeze și să prelucreze acestea imagini. Interfață grafica va fi una ușor de înțeles cu un stil minimalist ,dar și intuitiva pentru ca utilizator să înțeleagă mai ușor ceea ce poate să dezvolte pornind de la acest script.Prin accesarea mai multor butoane și alegerea de zone geografice pe care le dorește,acesta poate să importe ,să prelucreze și să exporteze imaginile dorite într-un mod mult mai intuitiv și mai bine concreatizat.

1.3 Soluții si abordări similare

O aplicatie similara este "FSC GIS Portal".

"FSC GIS Portal" este o aplicație web geospatiale pentru utilizarea voluntara de către auditorii de gestionare a pădurilor din întreaga lume.Aceasta permite oamenilor să observe evoluția și modificările aduse acestei păduri în timp. Aplicația este capabila fie să își actualizeze datele despre o anumită locație complet automat,pe baza imaginilor satelitare fie se poate folosi de date suplimentare oferite de către persoane care au fost responsabile de gestionarea zonei pentru a oferi o analiză mai detaliată. În prezent aceasta aplicație este limitata de autoritățile certificate [3].

Capitolul 2

Structura

2.1 Imagini Satelitare

Imaginile satelitare ne oferă informații despre Pământ în fiecare minut. Imaginile prin satelit sunt imagini ale Pământului sau ale altor planete colectate de către sateliți și preluate de către guverne și companii din întreaga lume. [1] Primele fotografii prin satelit ale Pământului au fost făcute în 14 august 1959 de US Explorer 6. Primele imagini satelitare ale Lunii au fost făcute la 6 octombrie 1959 de satelitul sovietic Luna 3 [4].

2.2 Rezoluția

Atunci când lucrăm cu imagini din satelit, rezoluția are un rol important. Există patru tipuri de rezoluții: radiometrică, temporală, spectrală, spațială.

2.2.1 Rezoluția radiometrică

Rezoluția radiometrică reprezintă capacitatea unui senzor digital de a distinge valorile de gri.[7] Un satelit percepe diferite unde de lumini la anumite intensități. Aceasta poate să distingă doar între lumina și întuneric [7].

2.2.2 Rezoluția temporală

Rezoluția temporală oferă informații despre distanța dintre două imagini satelitare din aceeași zonă. Cu cât aceasta este mai mare, cu atât este mai mică distanța de timp dintre imaginile satelitare. De asemenea, mai mulți sateliți au o rezoluție temporală în medie de 14 zile. Satelitul SENTINEL 2A captează imagini din același punct la 5 zile distanță [8].

2.2.3 Rezoluția spectrală

Senzorii spectrali de satelit percep Pământul ca fiind gri. Acest lucru se datorează faptului că fiecare senzor detectează fiecare lungime de undă separat prin benzile spectrale. Cu cât numărul de benzi al unui senzor este mai mare, cu atât este mai mare și rezoluția spectrală a unui satelit [8].

2.2.4 Rezoluția spațială

Rezoluția spațială este evaluată prin cât din imaginea reprezintă un pixel, ceea ce oferă detaliile sale.

Satelitul Landsat 8 este echipat cu doi senzori, Operational Land Imager (OLI) și senzor termic cu infraroșu (TIRS)[9]. Aceste doi senzori asigură acoperire la o rezoluție spațială de [9]:

Spatial Resolution		
Band # and Type	Bandwidth (µm)	Resolution (m)
Band 1 Coastal	0.43 - 0.45	30
Band 2 Blue	0.45 - 0.51	30
Band 3 Green	0.53 - 0.59	30
Band 4 Red	0.63 - 0.67	30
Band 5 NIR	0.85 - 0.88	30
Band 6 SWIR1	1.57 - 1.65	30
Band 7 SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Band 8 Pan	0.50 - 0.68	15
Band 9 Cirrus	1.36 - 1.38	30
Band 10 TIRS 1	10.6 - 11.19	30 (100)
Band 11 TIRS 2	11.5 - 12.51	30 (100)

Figura 1: Rezoluția spațială LANDSAT 8 [9]

- 15 metri: pancromatic;
- 30 de metri: vizibil, NIR, SWIR;
- 100 de metri: termic.

Satelitul Sntinel 2A asigură acoperirea la o rezoluție de [10] [11]:

Spectral bands for the Sentinel-2 sensors ^[15]					
Sentinel-2 bands	Sentinel-2A		Sentinel-2B		Spatial resolution (m)
	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	
Band 1 – Coastal aerosol	442.7	21	442.2	21	60
Band 2 – Blue	492.4	66	492.1	66	10
Band 3 – Green	559.8	36	559.0	36	10
Band 4 – Red	664.6	31	664.9	31	10
Band 5 – Vegetation red edge	704.1	15	703.8	16	20
Band 6 – Vegetation red edge	740.5	15	739.1	15	20
Band 7 – Vegetation red edge	782.8	20	779.7	20	20
Band 8 – NIR	832.8	106	832.9	106	10
Band 8A – Narrow NIR	864.7	21	864.0	22	20
Band 9 – Water vapour	945.1	20	943.2	21	60
Band 10 – SWIR – Cirrus	1373.5	31	1376.9	30	60
Band 11 – SWIR	1613.7	91	1610.4	94	20
Band 12 – SWIR	2202.4	175	2185.7	185	20

Figura 2: Rezoluția spațială SENTINEL 2A [10]

- 10 metri: visible, VNIR;
- 20 metri: visible, VNIR, SWIR;
- 60 metri: visible, VNIR, SWIR.

2.3 LANDSAT 8

2.3.1 Despre Landsat 8

Landsat 8 este un satelit american de observare a Pământului lansat la 11 februarie 2013. Este al optulea satelit din programul Landsat. Denumit inițial Landsat

Data Continuity Mission (LDCM), este o colaborare între NASA și Studiul Geologic al Statelor Unite (USGS). Acesta cuprinde Operational Land Imager (OLI) și senzorul termic cu infraroșu (TIRS), care poate fi utilizat pentru a studia temperatura suprafeței Pământului și este utilizat pentru a studia încălzirea globală [12].

Satelitul a fost construit de Orbital Sciences Corporation, care a servit ca prim contractor pentru misiune. În primele 108 de zile pe orbită, LDCM a fost supus controlului și verificării de către NASA, iar la 30 mai 2013 operațiunile au fost transferate de la NASA către USGS când LDCM a fost redenumit oficial în Landsat 8 [12].

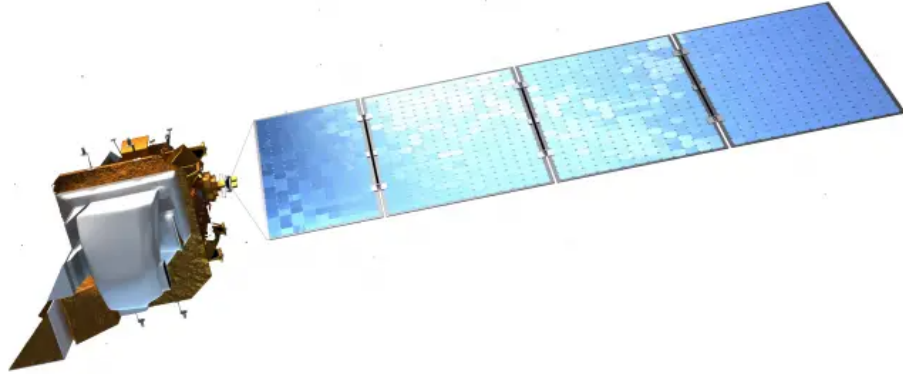


Figura 3: Satelitul Landsat 8 [34]

2.3.2 Landsat 8 benzi spectrale

Benzile Landsat 8 sunt imagini de tip TIFF cu o rezoluție între 7000 și 8000 pixeli, cu 1 pixel reprezentând 30 de metri. O scenă acoperă aproximativ 210 km și este actualizată la fiecare 16 zile. Adâncimea de biți a imaginilor este de 16. Pentru această lucrare am luat în considerare doar benzile patru (RED) și cinci (NIR), întrucât acestea o să ne ajute la calcul indicelui de vegetație.

2.3.3 Benzile spectrale RED și NIR

Banda spectrala RED este o culoare tradițională, întrucât face parte din grupul rgb(red,green,blue) și face partea din 'Natural Color Image'. Cu aceste benzi sunt generate imagini care au aspectul cel mai apropiat de o imagine reală.

Banda spectrala NIR măsoară infraroșul apropiat. Această parte a spectrului este deosebit de importantă pentru ecologie, deoarece plantele sănătoase o reflectă - apa din frunzele lor împrăștie lungimile de undă înapoi în cer. În comparație cu alte benzi, obținem indici precum NDVI, care ne permit să măsurăm sănătatea plantelor [13].

Aceste două benzi au ca și specificații:

Tabela 1: Benzile spectrale NIR și RED [13]

	Wave-length	Spatial Resolution	Depth
RED	862 nm	30	16 bit
NIR	665 nm	30	16 bit

2.3.4 Normalized difference vegetation index

Indicele de vegetație (NDVI) este un indicator grafic simplu care poate fi utilizat pentru a analiza măsurătorile de teledetecție, adesea de pe o platformă spațială, evaluând dacă forma de relief observată conține sau nu vegetație [14].

Formula pentru NDVI conține două benzi importante :NIR (near-infrared) și RED:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

,unde banda (B4) și și banda (B5) reprezintă măsurătorile de reflectanță spectrală dobândite în regiunile roșii (vizibile) și, respectiv, în infraroșu apropiat. Aceste reflectanțe spectrale sunt ele însele rapoarte ale reflectării asupra radiației de intrare în fiecare bandă spectrală individual, prin urmare, iau valori cuprinse între 0.0 și 1.0. Prin proiectare, NDVI în sine variază astfel între -1.0 și +1.0. Raportul simplu (spre deosebire de NDVI) este întotdeauna pozitiv, ceea ce poate avea avantaje practice, dar are și un interval infinit matematic, care poate fi un dezavantaj practic în comparație cu NDVI.[14]

2.4 SENTINEL 2A

2.4.1 Despre sentinel 2A

Copernicus Sentinel-2 cuprinde o constelație de doi sateliți cu orbită polară plasați pe aceeași orbită sincronă solară, fazată la 180 ° unul față de celălalt. Acesta urmărește monitorizarea variabilității condițiilor de suprafață terestră [35].

Misiunea Sentinel-2 are următoarele caracteristici cheie [35]:

- Date multi-spectrale cu 13 benzi în partea vizibilă, în infraroșu apropiat și în infraroșu cu undă scurtă a spectrului;
- Acoperire globală sistematică a suprafețelor terestre de la 56 ° S la 84 ° N, a apelor de coastă și a întregii Mări Mediterane;
- Revizuirea la fiecare 10 zile sub aceleași unghiuri de vizualizare. La latitudini mari, bandă Sentinel-2 se suprapune și unele regiuni vor fi observate de două ori sau mai multe la fiecare 10 zile, dar cu unghiuri de vizualizare diferite;
- Rezoluție spațială de 10 m, 20 m și 60 m;
- Câmp vizual de 290 km.

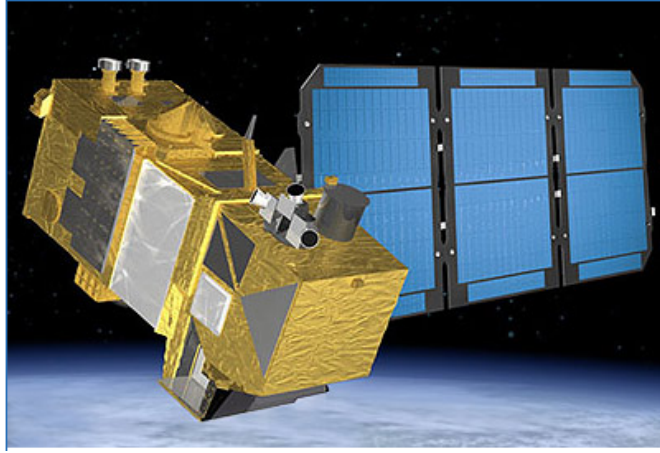


Figura 4: Satelitul Sentinel 2A [35]

2.4.2 Sentinel 2A benzi spectrale

Benzile Sentinel 2A sunt imagini de tip TIFF cu o rezoluție între 7000 și 8000 pixeli, cu 1 pixel reprezentând 10 de metri. O scenă acoperă aproximativ 290 km și este actualizată la fiecare 5 zile. Adâncimea de biți a imaginilor este de 12. Pentru această lucrare am luat în considerare doar benzile trei (GREEN) și opt (NIR), întrucât acestea o să ne ajute la calcul indicelui de apă.

2.4.3 Banda spectrală GREEN și NIR

Banda spectrală GREEN este o culoare tradițională, întrucât face parte din grupul rgb (red, green, blue) și face partea din 'Natural Color Image'. Cu aceste benzi sunt generate imagini care au aspectul cel mai apropiat de o imagine reală.

Banda spectrală NIR măsoară infraroșu apropiat. Această parte a spectrului este deosebit de importantă pentru ecologie, deoarece plantele sănătoase o reflectă - apa din frunzele lor împrăștie lungimile de undă înapoi în cer. În comparație cu alte benzi, obținem indici precum NDWI, care ne permit să măsurăm sănătatea plantelor [16].

Tabela 2: Benzile spectrale NIR și GREEN [17]

	Wave-length	Spatial Resolution	Depth
GREEN	559 nm	10	12 bit
NIR	832.9 nm	10	12 bit

2.4.4 Normalized difference water index

Indicele de apă cu diferență normalizată (NDWI) se poate referi la unul dintre cel puțin doi indici derivați de teledetecție legați de apă lichidă. Unul dintre acești indici este folosit pentru a măsura cantitatea de apă din frunzele plantelor, iar celălalt este folosit pentru a monitoriza schimbările care sunt aduse râurilor, lacurilor etc [18].

Formula pentru NDWI conține două benzi importante: NIR (near-infrared) și RED [18]:

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}$$

Pentru a putea interpreta acesta formula și pentru evita crearea de alarme false se folosesc doua valori[20]:

< 0.3 - non-apă

> = 0.3 - apă

2.5 Limbajul de programare Python

Python este un limbaj de programare dinamic multi-paradigmă, creat în anul 1989 de programatorul olandez Guido van Rossum.. Structurile sale de date încorporate la nivel înalt, combinate cu tastarea dinamică, îl fac foarte atractiv pentru dezvoltarea rapidă a aplicațiilor, precum și pentru utilizarea ca limbaj de scrierea anumitor scripturi [29].

Python acceptă module și pachete, ceea ce încurajează modularitatea programului și reutilizarea codului. Interpretul Python și biblioteca standard extinsă sunt disponibile sub formă sursă sau binară fără taxe pentru toate platformele majore și pot fi distribuite în mod liber [29].

Limbajul de programare Python acordă acces la mai multe biblioteci open-source care pot să fie ca un puzzle pentru a crea o anumită aplicație. Datorită flexibilității și simplității sale, Python a fost ales ca limbaj de baza în crearea acestui script pentru aplicația Qgis.

2.6 Pycharm

Partea aplicativă a fost scrisă în PyCharm IDE, care este specializat în limbajul de programare Python. IDE asigură scrierea codului curat prin analizarea acestuia și suportă controlul reviziei cu sisteme precum Git, care a fost utilizat pentru controlul versiunii de scriere a aplicației. IDE este o multiplatforma pe Windows, Mac OS și Linux.[19] Am ales Pycharm pentru dezvoltarea aplicației, deoarece include caracteristici precum asistența codului, re-factoring și controlul revizuirii cu Git [19].

Capitolul 3

Tehnologii

2.1 Quantum Gis

2.1.1 Despre Quantum GIS

Gis (Geographic Information System) este o aplicație pentru sistemele geografice internaționale open source. Aceasta poate fi descărcată pe desktop. GIS permite utilizatorilor să editeze și să analizeze datele geografice, dar și să importeze și exporteze datele pe care aceștia le-au prelucrat. Aplicația Qgis oferă și varianta de a putea deschide hărți digitale de pe computer, întrucât acestea suportă și adăugarea de noi informații, dar și tipărirea acestora. Aplicația are atât date de tip raster și, cât și date vectoriale. Datele vectoriale sunt stocate fie ca puncte, linii sau poligone. GIS este o aplicație care ajută la georeferențierea hărților. Aplicația are și o multitudine de scripturi care ajută utilizatorul să facă cât mai multe îmbunătățiri și evidențieri pe care acesta dorește să le aplice [21]. Scripturile sunt scrise în limbajele de programare python și c++. O altă parte interesantă a acestui tool este acela că este, intradevar, o aplicație complexă. Câteva din funcțiile pe care GIS le are sunt: geocod(geocode), acesta este folosit pentru a crea puncte pe o hartă din adrese stradale sub forma de foaie de calcul, suprapunerea(overlay), pentru a suprapune două sau mai multe hărți sau straturi în același sistem de coordonate, pentru a arăta relațiile și a scoate în evidență diferențele dintre ele, georeferența(georeference), pentru a alinia datele geografice (hartă, strat) cu un sistem de coordonate dat, permițând suprapuneri și buffer, pentru a crea o zonă în jurul unei caracteristici în unități de distanță sau de timp [20].

2.2 QT Creator

2.2.1 Despre QT

Qt Creator este un IDE pe mai multe platforme (Windows, Linux, Mac) care face parte din Qt SDK și are ca scop simplificarea dezvoltării aplicațiilor GUI pe mai multe platforme. Acest IDE este potrivit pentru dezvoltatorii care doresc să creeze aplicații pentru dispozitive încorporate, desktop. Am optat pentru a dezvolta un plugin în GIS cu acesta IDE, întrucât chiar aplicația GIS este scrisă folosind Qt. Astfel pentru dezvoltarea pluginului, am folosit aplicația Qt creator, pentru a putea proiecta interfața [22].

2.3 Scripturi python

Deoarece limbajul de programare pe care îl folosim este python, trebuie să instalăm legăturile acestui limbaj pentru Qt. În cazul în care s-a descărcat pachetul OSGeo4w în alt fișier o să schimbăm acel path cu path-ul nostru. Că și instrument pentru linia de comanda vom folosi pyrc5. La început am creat un fișier Windows Batch(.bat). Conținutul acestui fișier a fost următorul [23] :

```
@echo off
call "C:\OSGeo4W64\bin\o4w_env.bat"
call "C:\OSGeo4W64\bin\qt5_env.bat"
call "C:\OSGeo4W64\bin\py3_env.bat"

@echo on
pyrcc5 -o resources.py resources.qrc
```

Figura 5: Executabil [23]

Ulterior vom copia acest fișier în folderul plugin.

2.3.1 Rularea scripturilor în Quantum Gis

Pentru a putea rula scripturi în Qgis ne vom folosi de funcția pe care o are Qgis numită plugin builder.

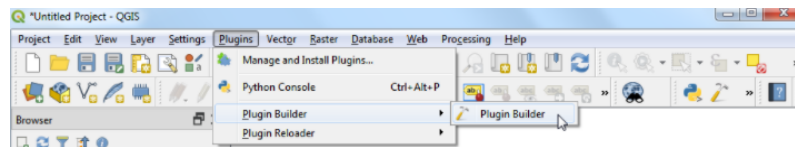


Figura 6: Creare plugin în Qgis [23]

Pentru a putea să beneficiem de acest plugin, trebuie ca acesta să fie instalat din Plugins - Manage and Install Plugins.

Dupa ce completam toate câmpurile și alegem folderul în care dorim ca plugin-ul a fie alocat trebuie să ne apară casuța următoare :

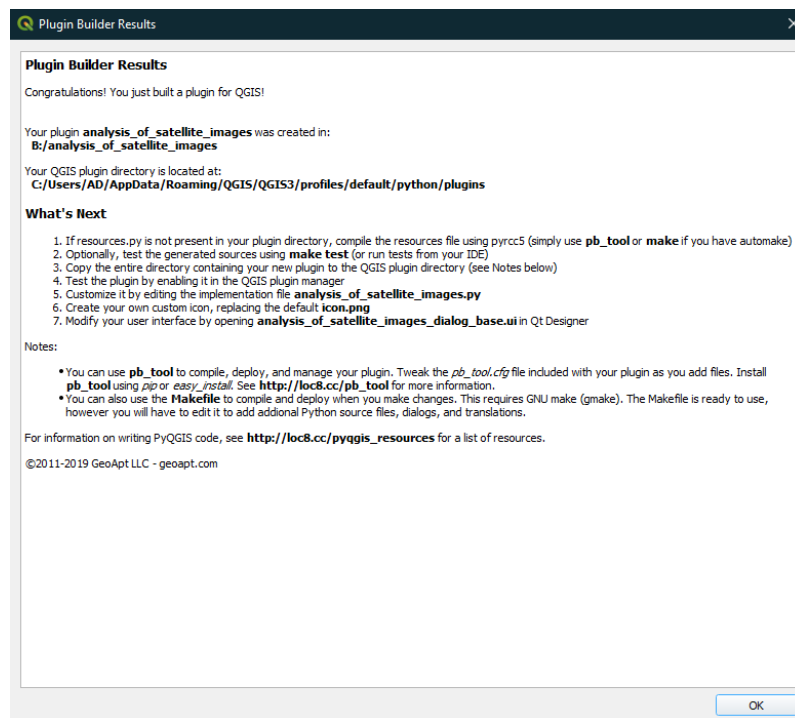


Figura 7: Crearea cu succes a pluginului în Qgis

Acesta ne va asigura că am putut să generăm plugin-ul în Qgis cu succes. Executabilul care conține path-urile (.bat) va trebuie să îl copiem în fișierul cu plugin-ul nostru. După rularea acestuia trebuie să ne apară două fișiere importante :

	resources.py	6/16/2021 11:06 PM	JetBrains PyChar...	7 KB
	resources.qrc	6/16/2021 10:54 PM	QRC File	1 KB

Figura 8: Fișiere .py si .qrc

După generarea celor 2 fișiere, că să putem folosi pluginul în aplicația Qgis va trebuie să merge în partea de sus a aplicație Qgis, selectăm settings - user profiles - open profile folder, de unde ne alegem fișierul cu plugin-ul.

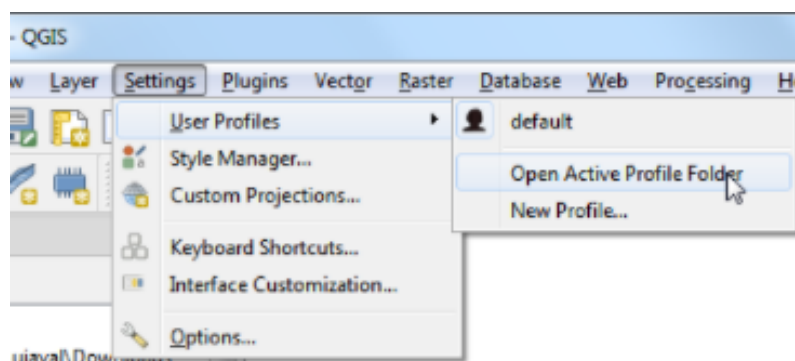


Figura 9: Adăugarea pluginului în Qgis [23]

După ce instalăm acest plugin, va trebuie să îl adăugăm și în aplicația QtCreator, pentru a putea dezvolta interfață pentru plugin. Fișierele generate de către Qgis se

salvează în AppData, iar de acolo trebuie să încarcăm folderul în QtCreator pentru a se putea salva modificările aduse.

2.3.2 Biblioteci folosite

În ultimul timp sunt folosite foarte mult date spațiale ,mai ales datele transmise prin satelit. Toate aceste date se află în biblioteca Earth Engine. Aceasta include o varietate de seturi de date pentru a putea observa Pământul și schimbările acestuia. Earth Engine include : SRTM care are ca și rezoluție 30 m, OpenLandMap care este un set de date care conține proprietățile solului și, de asemenea acesta are ca și rezoluție 250 m și GRIDMET care conține date despre temperatura și precipitații [24].

Datele pe care acesta le conține sunt de mai multe categorii: Features, Images and Collections. Pentru acest plugin am folosit datele de tip collections, întrucât acestea sunt o combinație între datele de tip features (ee.FeatureCollection) și image (ee.ImageCollection) [24].

```
dataset = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA')
```

Figura 10: Importarea de imagini satelitare din satelitul Landsat

Pentru NDVI (normalized difference vegetation index) am optat pentru a prelua imagini satelitare din satelitul Landsat8. Acesta conține unsprezece benzi spectrale. Doua dintre acestea fiind folosite pentru a putea genera NDVI.

```
dataset = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR')
```

Figura 11: Importarea de imagini satelitare din satelitul Sentinel 2A

Pentru NDWI(normalized Difference Water Index) am ales satelitul SENTINEL 2A de unde vom prelua imaginile, deoarece acesta are o rezoluție spațială specială pentru cele două benzi pe care le vom folosi. Rezoluția spațială pentru cele două benzi fiind de 10 m.

Capitolul 4

Arhitectura aplicației

2.1 Descrierea arhitecturi

Licență constă într-un plugin conceput special pentru aplicația Qgis. Astfel că codul principal a fost generat folosind un plugin al programului Qgis numit plugin builder. Acesta generează o structură de foldere și fișiere în mod automat care conțin fișiere atât de tip .py în care se afla funcționalitățile pluginului, cât și fișiere .xml care se ocupă de partea vizuală. Pentru prelucrarea mai ușoară a părți vizuale s-a folosit aplicația Qt Creator care facilitează crearea unui design al interfeței fără a fi necesare modificări în structura de cod.

Pentru a da funcționalitate butoanelor din interfață am scris codul în limbajul de programare python în fișierul principal al structurii (analysis of satellite images dialog.py)

În fișierul principal toate funcționalitățile pe care le-am implementat pentru plugin sunt împărțite în funcții cu sau fără parametri pe care le apelăm la momentul realizării unei acțiuni. Conexiunea între funcțiile definite și interfață propriu-zisă se realizează în interiorul funcției `init()`. Pentru fiecare element de interfață căruia vrem să îi atribuim o acțiune definită de noi îi adăugăm un listener care în momentul în care se acționează, să apeleze o funcție specificată de noi.

```
self.generatecolor.clicked.connect(self.generate_mapndvi)
```

Figura 12: Apelare funcție la apăsarea unui buton

În figura 12 se poate vedea modul în care apelăm o funcție la apăsarea unui buton. Variabila `generatecolor` este o variabilă generată automat de către Qt Creator la momentul adăugării unui buton în interfață, aceasta fiind legătură dintre partea de cod și partea vizuală. Pentru a-i da o funcționalitate, variabila fiind de tip `QPushButton`, aceasta conține funcție `clicked()` care funcționează pe post de listener și notifică butonul atunci când este apăsat din interfață. Pentru a îndeplini o acțiune la apăsarea butonului listenerului îi vom adăuga o conexiune la funcția noastră, modul în care re-aliasăm aceasta conexiune e prin apelarea funcției `connect()`. Astfel la fiecare apăsarea a butonului se va apele funcția definită de către noi.

2.2 Diagrama de stări

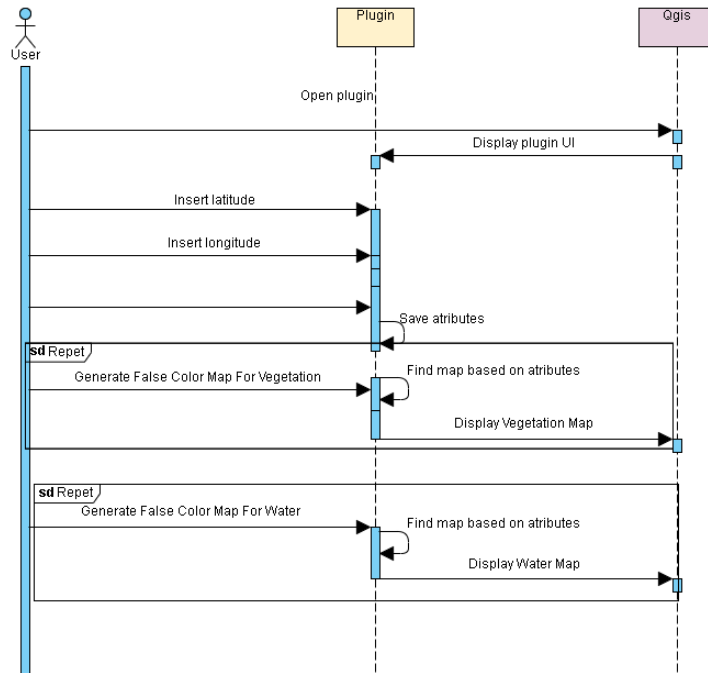


Figura 13: Diagrama de stări

2.3 Funcționalitățile aplicației

Utilizatorul odată intrat în aplicația va avea posibilitatea de a alege o locație anume din care dorește să genereze imaginile satelitare. Selectarea locației se face prin completare celor 2 câmpuri destinate acestei acțiuni (câmpul de latitudine și longitudine). În aceste câmpuri se vor completa coordonatele aferente locației în format de grade decimale. Dacă aceste câmpuri nu vor fi completate imaginea se va genera folosind valorile default. Pentru această acțiunea am avut nevoie de pachetul EARTH Engine care face legătură cu baza de date a satelitul. Pentru NDVI am folosit satelitul Landsat 8, iar pentru NDWI am folosit satelitul Sentinel 2A.

Când extragem aceste imagini satelitare, le extragem sub formă de listă. Pentru a putea genera o singură imagine satelitare, lista pe care am extras-o din baza de date a satelitului trebuie să îndeplinească anumite caracteristici, cum ar fi acoperirea de norilor. Am filtrat aceste poze după o acoperire minimă, întrucât dorim ca atunci când ne generăm imaginea aceasta să fie cât mai clara.

Cu funcția default first(), algoritmul ne va returna prima poza din lista care se încadrează cel mai bine în caracteristicile date.

În continuare pe lângă coordonate, utilizatorul are posibilitatea de a-și alege momentul în care dorește să se genereze imaginea satelitara. Pentru această acțiune, există două butoane de tipul QdateEdit. Aceste butoane setează ziua, luna și anul în care se dorește a genera imaginea satelitara. Funcționalitate pe care acestea o au este de a seta un interval de timp în care satelitul a realizat o imagine în coordonate și intervalul setat de către utilizator.

Butonul 'Generate False Color Map for Vegetation' ne generează o hartă cu ajutorul benzilor spectrale. Pentru aceasta funcționalitate ne-am ajutat de formula pentru NDVI care folosește două benzi (red și nir). La apăsarea butonului utilizatorul va putea observa harta generată .

Butonul 'Generate False Color Map for Water' ne generează o hartă cu ajutorul benzilor spectrale. Pentru acestea funcționalitate ne-am ajutat de formula pentru NDWI care folosește două benzi (green și nir). La apăsarea butonului utilizatorul va putea observa harta generată.

În funcție de intervalul pe care utilizatorul îl alege plugin-ul o să genereze câte o imagine din fiecare an, atât timp cât exista imagini în baza de date a satelitului. De asemenea plugin-ul va selecta și cea mai bună imagine din acel an, astfel ca în final acesta va genera cea mai bună hartă din acel an. După generarea imaginilor acesta poate să aleagă doi ani dintre cei generați pentru a putea vedea procentual diferență dintre cele doua hărți.

Am realizat și un buton 'Reset' care ne resetează coordonatele ,timpul si butoanele ca să poată fi din nou active.

2.4 Interfața aplicației

Interfața pluginului este una minimalistă și în același timp ușor de înțeles. Utilizatorul trebuie doar să introducă scriptul din bara de sus a aplicației Qgis.

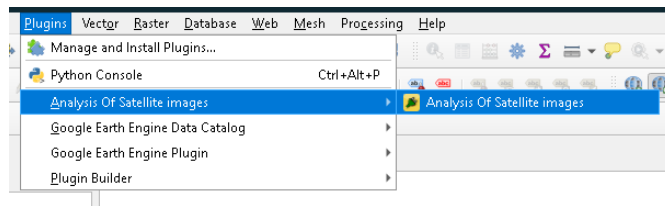


Figura 14: Instalare plugin în Qgis

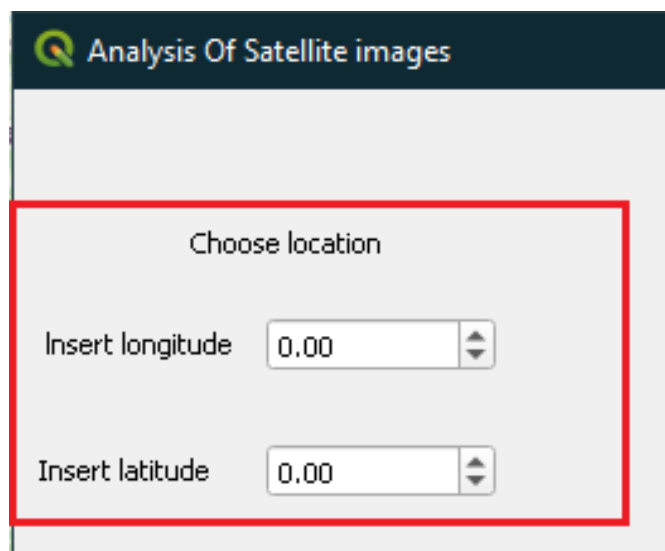


Figura 15: Alegerea coordonatelor

După aceea utilizatorul trebuie să insereze coordonatele pe care acesta le dorește. Pentru butonul 'Insert latitude' acesta va insera latitudinea, iar pentru butonul 'Insert longitude' va insera longitudoinea. Completarea coordonatelor unde acesta dorește să genereze harta vor trebuie să fie de tip decimal.

Daca utilizatorul nu va completa aceste două câmpuri scriptul va genera o hartă cu coordonatele sale default.

```
POI = ee.Geometry.Point([23.65086, 46.83382])
```

Figura 16: Coordonatele default ale pluginului

După alegerea coordonatelor, utilizatorul trebuie să își aleagă intervalul în care dorește să îi se genereze harta. Pentru această acțiune aveam două butoane. Cele două butone vor prelua toate datele introduse de către utilizator anterior și folosindu-se de datele respective vor caută imagini satelitare corespunzătoare cu cerințele utilizatorului și vor performa anumite modificări asupra lor. Dacă pluginul avea doar un singur buton acesta putea să duca la o eroare, deoarece satelitul nu realizează în orice moment al zile imaini satelitare în anumite coordonate specifice.

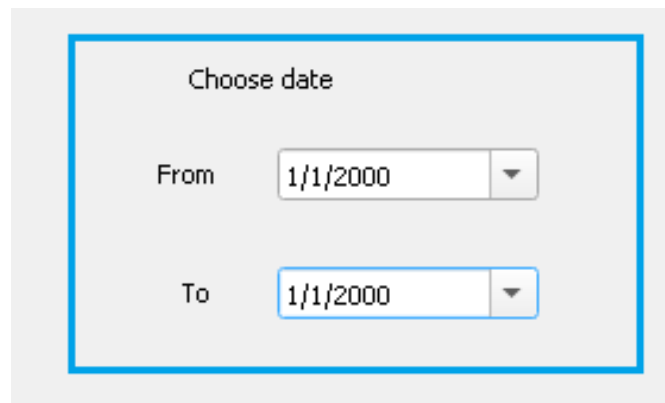


Figura 17: Alegerea intervalului de timp

După ce utilizatorul introduce toate datele dorite pentru a-și putea realiza o hartă, acesta poate genera o mapă pentru a putea observa schimbările pentru vegetație(păduri) și pentru apa (râuri, lacuri). La apăsarea butonului 'Generate False Color Map for Vegetation' algoritmul va genera mai multe hărți în funcție de intervalul pe care l-a alocat utilizatorul.

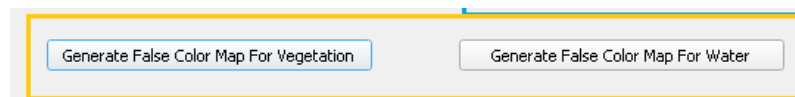


Figura 18: Generarea hărților

Hărțile care vor fi generate vor fi de forma NDVI, unde vom putea observa accentuarea zonelor de vegetație. În aceste poze putem observa că ceea ce înainte a fost zona de vegetație acum este evidențiată cu roșu aprins. Acest lucru se datorează benzi spectrale NIR. Întrucât conform caracteristicilor spectrale ale vegetației, plantele

stufosau au o reflectanță redusă asupra benzi roșii, dar acestea au arătat o corelație ridicată cu ,LDBM(leaf dry bomass matter) și conținutul de clorofilă al frunzelor [32]. Din cauza clorofile prezente în frunze ,răspunsul spectral pe care acestea o sa ni-l dea este unul foarte ridicat. Acest răspuns este intens în NIR, dar aproape invizibil în alte porțiuni [31].

Dacă utilizatorul dorește să genereze celalalt tip de hartă, acesta doar trebuie să apese butonul 'Reset' iar el va putea să introducă aceleași date sau date diferite,intervale de tip diferite pentru a putea genera o imagine nouă. La apăsarea butonului 'Generate False Color Map for Water' algoritmul va genera mai multe hărți în funcție de intervalul pe care l-a alocat utilizatorul.

Celelalte hărți care vor fi generate vor fi de forma NDVI, unde vom putea observa accentuarea zonelor unde există corpuri de apa(râuri și lacuri).

După ce plugin-ul a generat hărțile, utilizatorul trebuie să aleagă ani în care dorește să vadă diferență, mai precis schimbările care s-au produs în decurs de un an. Acest lucru îl va face cu ajutorul celor doua butoane de tip drop down, de unde poate să își aleagă ani care sunt valabili pentru imaginile generate în intervalul alocat de el.

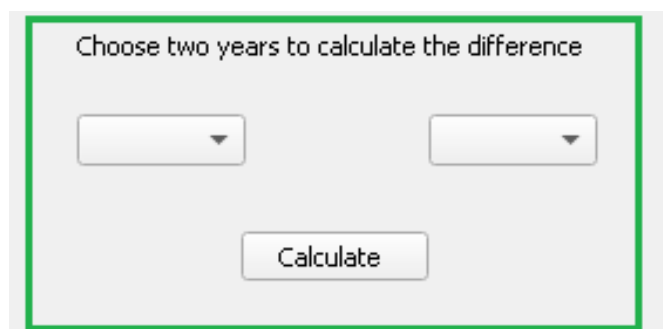


Figura 19: Alegerea hărților

După apăsarea butonului 'Calculate', această va calcula diferență de pixeli dintre cei doi ani aleși de către utilizator. La apăsarea butonului 'Cancel' plugin-ul se va închide, iar după aceea puteam să îl deschidem din nou.

Capitolul 5

Detalii de implementare

3.5 Realizarea interfeței

Interfața am realizat-o în aplicația Qt Creator. Această aplicație este de tipul drag and drop și, de asemenea, dispune și de anumite butoane speciale pentru alcătuirea unei interfețe.

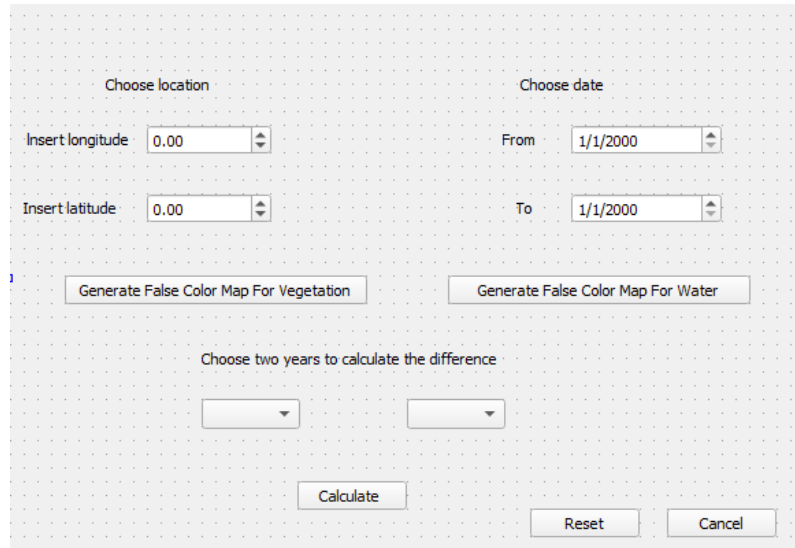


Figura 20: Interfața în aplicația Qt Creator

Pentru label-urile 'Choose location', 'Choose date', 'Insert latitude', 'Insert longitude', 'From', 'To' și 'Choose two years to calculate the difference' am folosit label-urile de tip QLabel. QLabel este utilizat pentru afișarea textului sau a unei imagini. Nu este furnizată nicio funcționalitate de interacțiune cu utilizatorul. Aspectul vizual al etichetei poate fi configurat în diferite moduri.

Pentru câmpurile unde putem insera coordonatele dorite, am folosit două butoane de tipul QDoubleSpinBox. QDoubleSpinBox permite utilizatorului să aleagă o valoare făcând clic pe butoanele sus sau jos sau apăsând sus sau jos de pe tastatură pentru a mări sau micșora valoarea afișată în prezent. De asemenea, utilizatorul poate introduce manual valoarea. Caseta de rotire acceptă valori double, dar poate fi extinsă pentru a utiliza șiruri diferite cum ar fi: `textFromValue ()` și `valueFromText ()` [25].

Butoanele care ne ajuta să setăm intervalul de timp sunt de tipul QDateTimeEdit.

QDateTimeEdit permite utilizatorului să modifice datele folosind tastatura sau tastele săgeată pentru a mări și micșora valorile datei și orei. Tastele săgeți pot fi folosite pentru a se deplasa de la secțiune la o altă secțiune din caseta QDateTimeEdit. Datele și orele apar în conformitate cu formatul stabilit [26].

Gama de valori valide pentru un QDateTimeEdit este controlată de proprietățile `minimumDateTime`, `maximumDateTime` și componentele respective de dată și oră. În mod implicit, orice dată-oră de la începutul anului 100 CE până la sfârșitul anului 9999 CE este validă [26].

Iar butoanele 'Generate False Color Map For Vegetation' , 'Generate False Color Map For Water', 'Calculate', 'Reset' si 'Cancel' sunt de tip QPushButton.

QPushButton este probabil cel mai frecvent widget utilizat în orice interfață grafică de utilizator. Apăsați pe un buton pentru a comanda computerului să efectueze o acțiune sau pentru a răspunde la o întrebare. QPushButton este dreptunghiular și de obicei afișează o etichetă text care descrie acțiunea acestuia.[27]

Pentru cele două butoane de unde puteam alege ani între care dorim să se afișeze diferențele dintre cele două hărți pe care o să le generăm sunt de timpul comboBox.

ComboBox este un widget de selecție care afișează elementul curent și poate afișa o listă de elemente selectabile. Un buton de tipul comboBox poate fi editabil, permițând utilizatorului să modifice fiecare articol din listă [33].

3.6 Formule pentru prelucrarea benzilor

Pentru putea evidenția mai ușor imaginile satelitare am folosit două formule specifice pentru NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) și pentru NDWI(Normalized difference water index). Formula pentru NDVI conține două benzi importante :NIR (near-infrared) și RED:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

În python aceasta se scrie în următorul mod:

```
.....
B5= (B5.subtract(B4)).divide(B5.add(B4))
.....
```

Figura 21: NDVI formula

,unde funcția .subtract scade a doua valoare din prima pentru fiecare pereche de benzi potrivite din imaginea1 și imaginea2. Dacă image1 sau image2 are doar o bandă, atunci este utilizată împotriva tuturor benzilor din cealaltă imagine. Funcția .divide este împărțirea celor două ecuații, iar funcția .add adaugă prima valoare la a doua pentru fiecare pereche de benzi potrivite din imaginea 1 și imaginea 2. Dacă image 1 sau image 2 are doar o bandă, atunci este utilizată împotriva tuturor benzilor din cealaltă imagine [28].

Formula pentru NDWI conține și ea două benzi importante : GREEN și NIR (near-infrared):

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}$$

În python aceasta se scrie în următorul mod:

```
.....
B3 = (B3.subtract(B8A)).divide(B3.add(B8A))
.....
```

Figura 22: NDWI formula

,unde funcția .subtract scade a doua valoare din prima pentru fiecare pereche de benzi potrivite din imaginea1 și imaginea2. Dacă image1 sau image2 are doar o bandă, atunci este utilizată împotriva tuturor benzilor din cealaltă imagine. Funcția .divide

este împărțirea celor doua ecuații, iar funcția .add adaugă prima valoare la a doua pentru fiecare pereche de benzi potrivite din imaginea 1 și imaginea 2. Dacă image 1 sau image 2 are doar o bandă, atunci este utilizată împotriva tuturor benzilor din cealaltă imagine [28].

3.6.1 Rezultatele prelucrări benzilor spectrale

La apăsare butonului 'Generate False Color Map for Vegetation', s-au generat mai multe hărți care surprind schimbările aduse pe parcursul anilor asupra pădurilor.

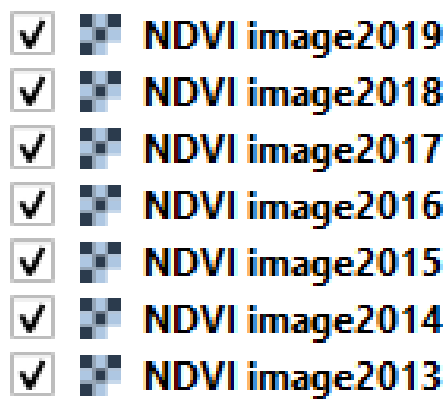


Figura 23: Generarea hărților in intervalul de timp 2000-2020

Cum putem observa și în figura 23, pentru intervalul de timp alocat 2000-2020 sau generat șapte hărți. Aceste hărți fiind prelucrare cu ajutorul formulei pentru NDVI. Dintre acestea am ales cele mai semnificative pentru a o putea analiza.

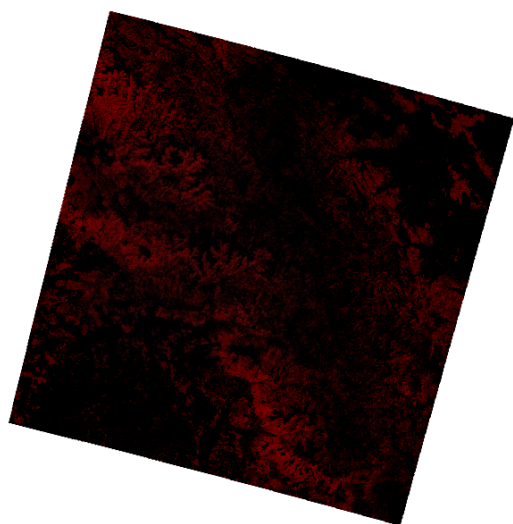


Figura 24: NDVI 2015

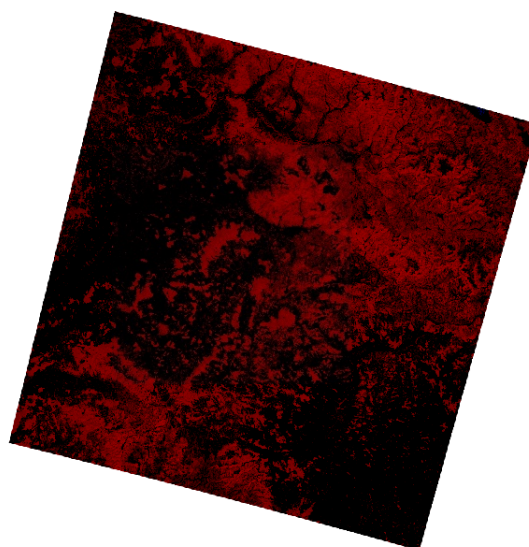


Figura 25: NDVI 2017

Datorită clorofile care se găsește în plantele verzi și a bandei spectrale NIR, putem observa cu ușurință că pădurea este evidențiată cu un roșu puternic, astfel făcând-o mult mai ușor vizibilă în cadrul imaginii. Iar ceea ce este în jurul pădurii fiind evidențiat cu negru, acest lucru făcând posibil evidențierea și mai tare a pădurii.

La apăsarea butonului 'Generate False Color Map for Water', s-au generat mai multe hărți care surprind schimbările aduse pe parcursul anilor asupra râurilor și lacurilor.



Figura 26: Generarea hărților în intervalul de timp 2000-2020

Cum putem observa și în figura 26, pentru intervalul de timp alocat 2000-2020 sau generat trei hărți. Aceste hărți fiind prelucrate cu ajutorul formulei pentru NDWI.

Dintre acestea am ales cea mai semnificativă pentru a o putea analiza.



Figura 27: NDWI 2018



Figura 28: NDWI 2019

Datorită bandelor spectrale NIR, putem observa cu ușurință că apa este evidențiată cu un roșu puternic, astfel făcând-o mult mai ușor vizibilă în cadrul imaginii. Iar ceea ce este în jurul apei fiind mascat și prelucrat cu ajutorul opacității, pentru a putea observa mai ușor corpurile de apă.

3.7 Scripturi

3.7.1 Preluarea imaginilor

Pentru preluarea imaginilor satelitare vom folosi funcții oferite de către biblioteca Earth Engine pentru a putea accesa bazele de date a anumitor sateliți.

```
collection = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA') \
    .filterBounds(POI) \
    .filterDate(start_date, end_date) \
    .sort('CLOUD_COVER')
```

Figura 29: Preluare imagini satelitare

```
collection = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR') \
    .filterBounds(POI) \
    .filterDate(start_date, end_date) \
    .sort('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE')
```

Figura 30: Preluare imagini satelitare

Pentru accesarea unei baze de date specifice vom apela funcția `ee.ImageCollection()` care ia ca și parametru numele satelitului a cărui imagini dorim să le accesăm. Aceasta funcție returnează un vector de imagini pe care putem mai departe să-l filtrăm pentru a ajunge la imaginea dorită.

Primul filtru pe care îl aplicăm asupra vectorului este `filterBounds` care ia ca și parametru un obiect de tip `ee.Geometry.Point` care conține două valori corespunzătoare latitudinii și longitudinii scrise în format decimal. Putem observa că oferim ca și parametru variabila `POI` care este variabila în care salvăm coordonatele introduce se către utilizator în cadrul pluginului.

Următorul filtru pe care îl vom folosi este `filterDate` acesta va lua ca și parametru două valori de tipul `QDateEdit` și reprezintă intervalul de timp în care trebuie să se încadreze realizare pozei pentru a putea fi considerată relevantă. De asemenea variabilele $start_date$ și end_date reprezintă variabilele în care salvăm datele introduse de către utilizator.

După ce am filtrat vectorul pe baza criteriilor de mai sus folosim o funcție `sort()` pentru a ne sorta imaginile în funcție de procentul de acoperire a norilor, astfel încât prima poza din vector să aibă un procentaj de acoperire cât mai mic.

În urma preluării, filtrării și sortării acestora vom obține o colecție de imagini dintr-un an specificat, într-o anumită locație specificată și sortate în așa fel încât prima să fie cu gradul de acoperire a norilor cel mai scăzut. Înainte să trecem la partea de prelucrare a acestora mai avem o posibilă problemă care ar putea apărea. În momentul actual nu știm cu certitudine dacă în baza de date a sateliților s-a găsit sau nu cel puțin o imagine corespunzătoare cu cerințele noastre. Pentru a evita situația în care s-ar ajunge dacă am încerca să prelucrăm o lista goală de poze, s-a folosit un block de tip `try except`.

În blocul `try` din colecția de poze obținută indiferent dacă aceasta este populată sau goală vom folosi funcția `first()` pentru a ne extrage din aceasta prima imagine găsită și a o salva într-o variabilă de tip `image`. De asemenea toate celelalte calcule pe care urmează să le facem imagini se vor afla în blocul `try`.

Astfel încât în cazul în care o imagine este goală sau apar alte erori din diverse motive execuția algoritmului va decurge în mod normal în continuare fără a a afișa o

anumită eroare. Astfel utilizatorul va facilita de funcționalitățile aplicației, ne fiind întrerupt de posibilele erori care ar putea apărea în mod normal.

În final după sortare și după filtrare vom obține un vector de imagini în care pe prima poziție se afla imaginea care se încadrează cel mai bine în căutările noastre, astfel că vom folosi funcția `first()` pentru a putea extrage imaginea respectivă, neavând nevoie de restul imaginilor din vector. Ca prin urmare variabila `collection` va fi de tip `Image` și va reține cea mai potrivită imagine din baza de date pentru prelucrările viitoare.

3.7.2 Prelucrarea imaginilor satelitare

Datorită atmosferei noastre, vedem doar porțiuni specifice ale spectrului electromagnetic.

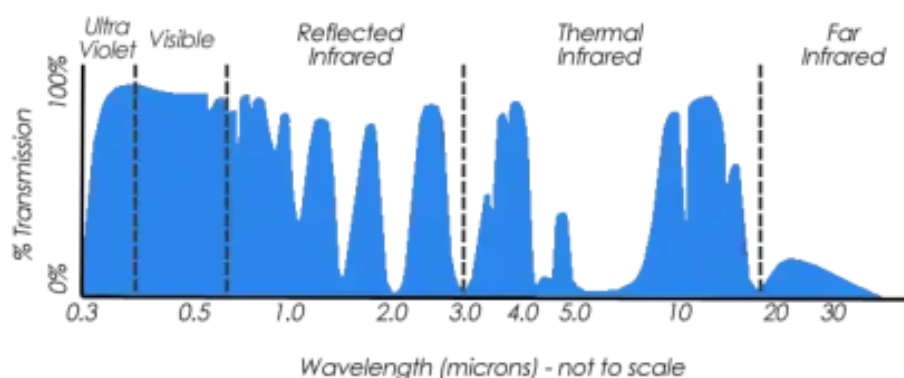


Figura 31: Benzile spectrale [30]

Ochii noștri pot vedea doar porțiunea vizibilă - roșu, verde și albastru. Vegetația sănătoasă (sau clorofila) reflectă mai multă lumină verde comparativ cu alte lungimi de undă. Absoarbe mai multă lumină roșie și albastră. De aceea ochii noștri îl văd verde.[30]

Dar anumite tipuri speciale de senzori pot prelua alte culori ale spectrului electromagnetic invizibile pentru ochiul uman. De exemplu, vegetația reflectă și mai mult infraroșul(NIR). [30]

Pentru a putea observa mai bine pădurile și apele o să ne ajutăm de două formule, formula pentru NDVI și formula pentru NDWI.

```
B4 = dataset.select('B4')
B3 = dataset.select('B3')
B8 = dataset.select('B8')
B5 = dataset.select('B5')
B5 = (B5.subtract(B4)).divide(B5.add(B4))
ndvi = ee.Image.cat(B8, B5, B3, B4)

Map.addLayer(ndvi, {'bands': ['B5', 'B4'], 'min': 0.6, 'max': 1}, name)
```

Figura 32: Prelucrarea imaginilor satelitare

În variabila `collection` avem stocată imaginea obținută anterior în urma accesării bazei de date și a filtrării acesteia. În mod standard imaginile satelitare aflate în baza de

date respectivă conțin un vector în care se ragănesc toate tipurile de benzi. Pentru a realiza calculele dorite asupra imaginii în scopul de a evidenția apa sau pădurile inițial va trebui să ne extragem din imaginea inițială benzile pe care dorim să le folosim mai departe în cadrul formulelor.

Acest lucru se realizează folosind funcția `select()` care va lua ca și parametru un string ce reprezintă numele benzi pe care dorim să o extragem. Aceasta funcție returnează un obiect de tip `image` dar care de această dată conține doar o singură bandă. Astfel că vom salva valoarea returnată de funcție într-o nouă variabilă pe care o să o folosim mai departe la calcule.

Odată selectate benzile necesare putem să le înlocui în formula de calcul și vom obține o imagine care de asemenea conține o singură bandă, dar de această dată banda respectivă va evidenția elementul dorit. Având banda de evidențiere și câteva benzi standard dorim să ne reconstruim pe baza acestora o nouă imagine care să conțină toate benzile dorite printre care și cea folosită pentru calcul.

În final vom exporta către Qgis imaginea finală obținută prin adăugarea acesteia într-un nou layer, acțiunea realizată de către funcția `addLayer()`.

Generarea diferențelor dintre două poze satelitare va folosi de asemenea o combinație a anumitor formule pentru a obține o filtrare corectă. De această dată formulele folosite nu vor mai fi de tip matematic, ci mai degrabă formule logice, folosindu-ne aici de rezultate obținute la pași anteriori.

Pentru început luând ca exemplu pădurile pentru determinarea zonelor defrișate vom selecta două imagini satelitare din ani diferiți cu pădurile evidențiate și vom căuta zonele împădurite care existau în prima imagine, dar nu se vor mai găsi în imaginea mai recentă.

Simultan pentru a descoperi zonele în care sau efectuat plantări vom aplica același proces doar că de această dată în sens invers selectând toate zonele în care exista pădure în momentul actual, dar nu există într-un moment din trecut. Odată obținute rezultatele vom îmbina cele două hărți obținute într-o singură hartă care va conține, de asemenea un fundal format din imaginea originală, dar setată la un grad de vizibilitate mai mic, pentru a nu distra atenția de la evidențieri.

```
ndvi_added = ndvi_new.updateMask(ndvi_new.gte(0.2).And(ndvi_old.lt(0.2)))  
ndvi_removed = ndvi_old.updateMask(ndvi_old.gte(0.2).And(ndvi_new.lt(0.2)))
```

Figura 33: Formule pentru evidențierea pădurilor

```
ndwi_added = newimages[1].updateMask(newimages[1].gte(0.4).And(newimages[1].lt(0.4)))  
ndwi_removed = newimages[0].updateMask(newimages[0].gte(0.4).And(newimages[1].lt(0.4)))
```

Figura 34: Formule pentru evidențierea apelor

3.7.3 Comparația imaginilor satelitare

Odată generate toate imaginile satelitare următorul pas este oferirea unei utilități practice acestora. În contextul acestei lucrări vom exemplifica în mod automat diferențele dintre două perioade de timp surprinse cu ajutorul unei imaginii satelitare cu scopul de a evidenția modificările săvârșite asupra acestora. Atât pentru cazul

pădurilor, cât și pentru ape se urmărește evidențierea atât a evoluției acestora de la un an la altul, cât și a degradării acestora.

În cazul pădurilor problema defrișărilor este una extrem de gravă pentru mediu. De asemenea având un nivel de gravitate similar este lipsa inițiativelor de replantare a pădurilor. Din acest motiv defrișând tot mai mult și plantând tot mai puțin în anumite zone suprafețele împădurite devin tot mai mici.

În cadrul aplicației am reușit să realizăm într-un mod automat, din script atât evidențierea defrișărilor, cât și cea a plantării. Pentru a avea o vedere de ansamblu mai buna asupra acțiunilor ce se efectuează pădurilor.

Exemplificarea funcționalității este mult mai ușoară în momentul în care facem referință la un exemplu concret. Pentru a vedea cât mai bine modul în care sunt afișate aceste două amănunte referitoare la păduri am ales să studiez zonele împădurite din Australia, într-o perioadă obișnuită în comparație cu datele satelitare obținute la începutul anului 2020.

În (figura 35) am ales aleatoriu doi ani pentru a ne procura datele referitoare la Împăduriri/despăduriri. În urma generării pozei putem observa că într-o perioadă normală în Australia gradul de despădurire este aproximativ echivalent, chiar mai mic decât gradul de împădurire. Acest lucru ne arată că în anumite zone a continentului în Australia apar noi păduri mult mai des, decât sunt tăiat cele vechi.

În schimb pentru a face o comparație cât mai vizibilă și radicală am ales să iau ca și referință anul 2019, respectiv anul 2020. La începutul anului 2020 a avut loc unul dintre cele mai mari incendii din istoria continentului. Urmele devastării acestuia se pot observa clar, chiar și pe analiza satelitară realizată în cadrul acestei lucrări. În (figura 36) putem observa faptul că aproape întreaga imagine este acaparată de nuanțe de roșu, reprezentând pierderi enorme de zone împădurite.

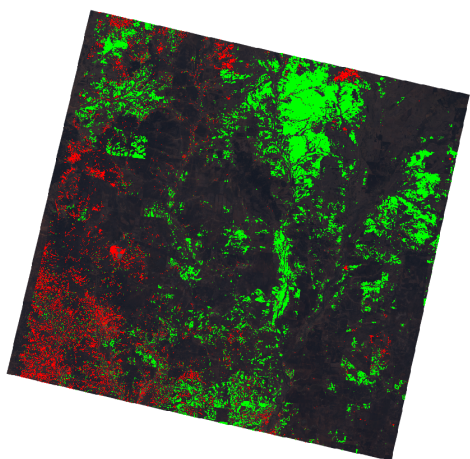


Figura 35: Analiza defrișări/împăduriri Australia 2016-2017

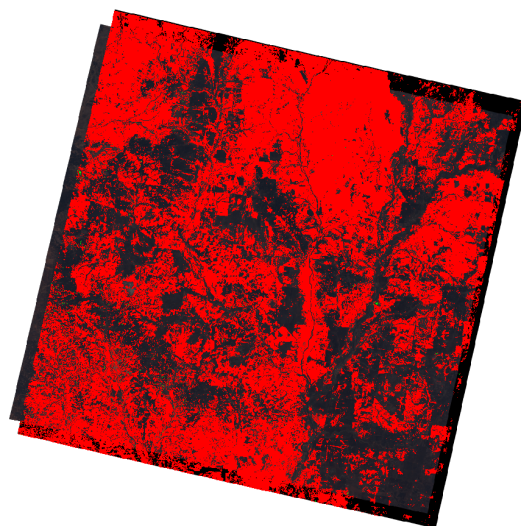


Figura 36: Analiza defrișări/împăduriri Australia 2019-2020

3.7.4 Exportarea imaginilor satelitare

Pentru a putea exporta imaginile satelitare din aplicația Qgis, utilizatorul trebuie să facă acest lucru manual pentru a putea beneficia de hărțile prelucrate. Importat de reținut este faptul că nu trebuie salvată cu ajutorul funcției SaveAs(), deoarece în momentul salvării acesta nu va fi o hartă integrală. Utilizatorul trebuie să meargă în meniul de sus al aplicației Qgis la Project și să selecteze Import/Export, de aici acestea are două opțiuni pentru a putea beneficia de aceste hărți:

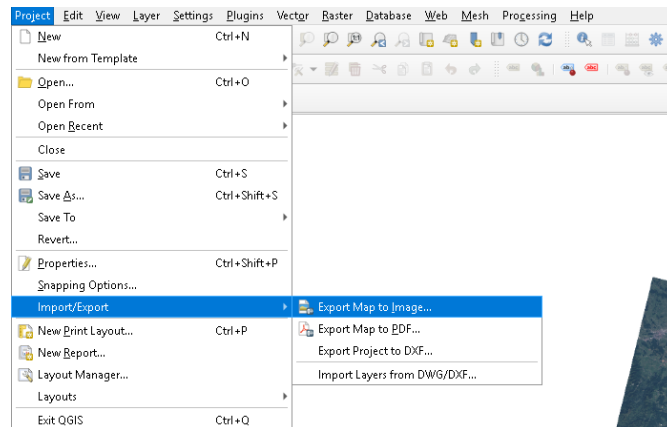


Figura 37: Exportarea imaginilor din Qgis

Prin această acțiunea utilizatorul va exporta harta în format .pqw. Deschiderea acesteia se poate face doar cu un anumite IDE, întrucât acesta ne va returna doar anumite date despre hartă pe care noi am prelucrat-o.

Pentru a putea vizualiza harta aveam opțiunea să o salvăm în format .pdf. Acesta opțiune ne va genera harta într-un mod vizibil și cu o claritate destul de bună.

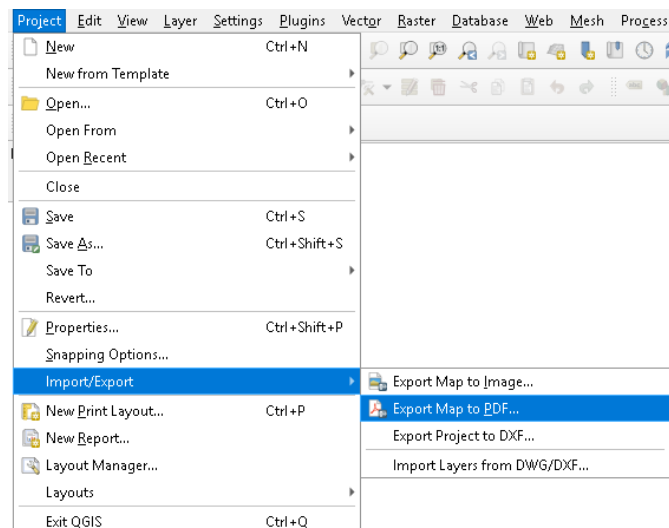


Figura 38: Exportarea imaginilor din Qgis

Concluzii

În concluzie observarea Pământului este foarte importantă și, de asemenea, constă în numeroase cunoștințe. Scopul nostru a fost acela de a putea evidenția și concretiza schimbarea pădurilor și a apelor. Acest lucru făcând posibil ca toate informațiile să ajungă într-un mod mai rapid și mai eficient la oamenii de știință și persoanele responsabile.

Ceea ce se mai poate constata este că folosind anumite formule și prelucând benzile spectrale putem realiza anumite statistici și analize care pot aduce o schimbare asupra mediului.

Din alt punct de vedere, datele și imaginile generate ar putea fi utile pentru schimbările care se petrec în natură. Pădurile și apele având un rol important când vine vorba despre dezastre naturale.

Bibliografie

- [1] Satelitul Sputnik, <https://en.wikipedia.org/wiki/Satellite>
- [2] Satelitul Sentinel 2A, <https://eos.com/find-satellite/sentinel-2/>
- [3] Aplicatii similare, <https://fsc.org/en/innovation/earth-observation>
- [4] Imaginilor Satelitare, https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_first_images_of_Earth_from_space
- [5] Scurta istorie a satelitilor, <https://atos.net/en/blog/a-brief-history-of-earth-observation>
- [6] <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/earth-observation>
- [7] Rezolutia radiometrice, <https://www.fis.uni-bonn.de/en/researchtools/infobox/professionals/resolution>
- [8] Rezolutia temporale si spectrale, <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2/instrument-payload/resolution-and-swath>
- [9] Rezolutia spatiale, atimagingcorp.com/satellite-sensors/other-satellite-sensors/landsat-8/
- [10] Rezolutia spatiale pentru satelitul Sentinel 2A, <https://dragon3.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial>
- [11] Rezolutia spatiale pentru satelitul Sentinel 2A, https://en.wikipedia.org/wiki/Landsat_8
- [12] Satelitul Landsat 8, https://en.wikipedia.org/wiki/Landsat_8
- [13] Benzile spectrale RED SI NIR, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands>
- [14] NDVI, https://en.wikipedia.org/wiki/Normalized_difference_vegetation_index
- [15] Satelitul Sentinel 2A, https://space.skyrocket.de/doc_sdat/sentinel-2.htm
- [16] Scurta prezentare pentru benzile spectrale Green si NIR, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands>
- [17] <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands>
- [18] NDWI, https://en.wikipedia.org/wiki/Normalized_difference_water_index
- [19] Pycharm, <https://en.wikipedia.org/wiki/PyCharm>
- [20] QGIS, <https://guides.library.upenn.edu/c.php?g=475976&p=3255387>

- [21] <https://ro.wikipedia.org/wiki/QGIS>
- [22] Qt Creator, [https://en.wikipedia.org/wiki/Qt_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Qt_(software))
- [23] https://www.qgistutorials.com/en/docs/3/building_a_python_plugin.html
- [24] Earth Engine, https://developers.google.com/earth-engine/guides/ic_creating
- [25] <https://doc.qt.io/qt-5/qdoublespinbox.html#details>
- [26] <https://doc.qt.io/qt-5/qdatetimeedit.html#details>
- [27] <https://doc.qt.io/qt-5/qpushbutton.html#details>
- [28] <https://developers.google.com/earth-engine/apidocs/ee-image-add>
- [29] <https://www.python.org/doc/essays/blurb/>
- [30] <https://gisgeography.com/spectral-signature/>
- [31] http://www.ccpo.odu.edu/SEES/veget/class/Chap_4/4_5.htm
- [32] <https://www.hindawi.com/journals/js/2017/1353691/>
- [33] <https://doc.qt.io/qt-5/qcombobox.html#details>
- [34] <https://gisgeography.com/landsat-8-bands-combinations/>
- [35] https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2008/11/Sentinel-2