



Proiect lucrări practice
Teledetecție
aplicată în S.I.G.

Dascălu Vasile-Gabriel
Grupa 408, Anul I – Master SIG

FACULTATEA DE GEOGRAFIE
UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI

Cuprins:

1. Introducere	3
1.1. Localizare areal studiu:	3
1.2. Date utilizate:	3
2. Combinații spectrale de benzi:	4
3. Decorelarea datelor:	10
3.1. Scatter Plot	11
3.2. Profile Plot	11
3.3. Histogramă	12
3.4. Contrastul și luminozitatea	13
4. P.C.A.	14
5. Indici spectrali/Indici biofizici	15
6. Clasificări tematice:	17
6.1. Clasificarea supervizată (Supervised Clasification)	17
6.2. Clasificarea nesupervizată (Unsupervised Clasification)	22
7. Concluzii:	24
Bibliografie:	25

1. Introducere

1.1. Localizare areal studiu:

Arealul ales pentru acest studiu este zona central-nordică a județului Vâlcea. Motivația este una personală (de aici provin), dar și una științifică, relieful și celelalte elemente naturale sunt foarte diverse. De la zonele joase din lunca Oltului la marile înălțimi ale Meridionalilor, de la vegetația de luncă la pădurile de conifere sau pajiștile alpine de la peste 1800 m altitudine. Pe lângă elementele naturale diverse, spațiul geografic ales reprezintă un important habitat pentru populație, o zonă intens locuită, cu orașe ca Râmnicu-Vâlcea, Călimănești, Ocnele Mari, Băil Olănești, Brezoi, dar și numeroase comune rurale.

Elementul geografic care acoperă cele mai mari suprafețe din acest areal îl constituie vegetația. Caracteristicile principale, precum și evoluția acestui element sunt monitorizate într-un mod foarte practic cu ajutorul teledetecției. Vegetația are capacitatea de a reflecta radiația electromagnetică incidentă. Astfel, poate oferi informații cantitative, dar și calitative precise privind anumite particularități pe care le are.

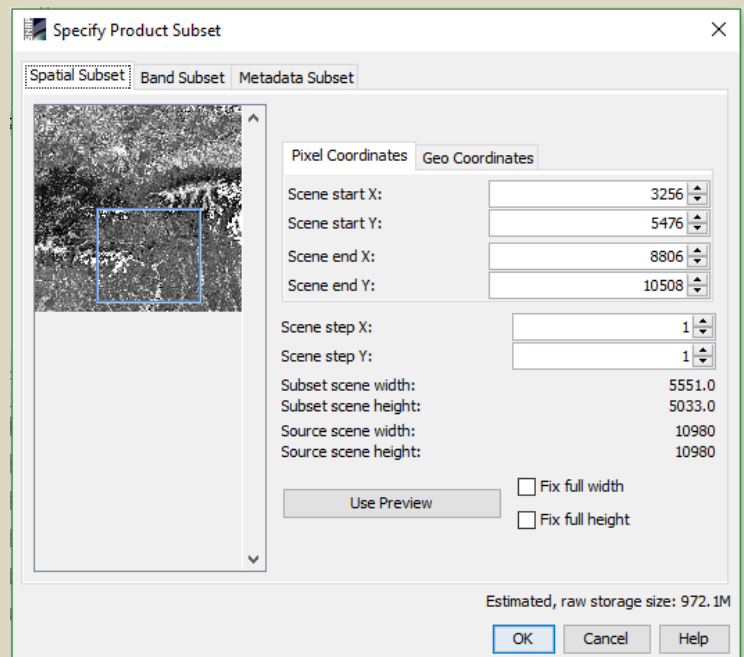


Fig. 1 Realizarea subsetului

1.2. Date utilizate:

Imaginile satelitare obținute de senzorii multispectrali ai satelitului Sentinel 2 reprezintă principala sursă de informații și date geospațiale utilizate în analiza de față. Satelitul Sentinel 2 face parte din programul demarat de Agenția Spațială Europeană (E.S.A.) ce poartă numele de Copernicus.

Sentinel 2 oferă imagini la rezoluții mari și medii utile la monitorizarea terenului, pentru rezolvarea unor probleme de mediu și pentru servicii de securitate. Satelitul cuprinde senzori multispectrali care oferă imagini satelitare sub forma a 13 benzi spectrale, de la cele din

spectrul vizibil, la cele în infra-roșu apropiat (NIR) sau infra-roșu de undă scurtă (SWIR). 4 benzi au rezoluție spațială de 10 m, 6 benzi au rezoluție de 20 m și 3 benzi au rezoluție de 60 m. Un mare avantaj al utilizării imaginilor Sentinel 2 îl constituie faptul că pot fi descărcate gratuit de pe diferite servere, iar imaginile din spectrul vizibil au rezoluție mare, 10 m.

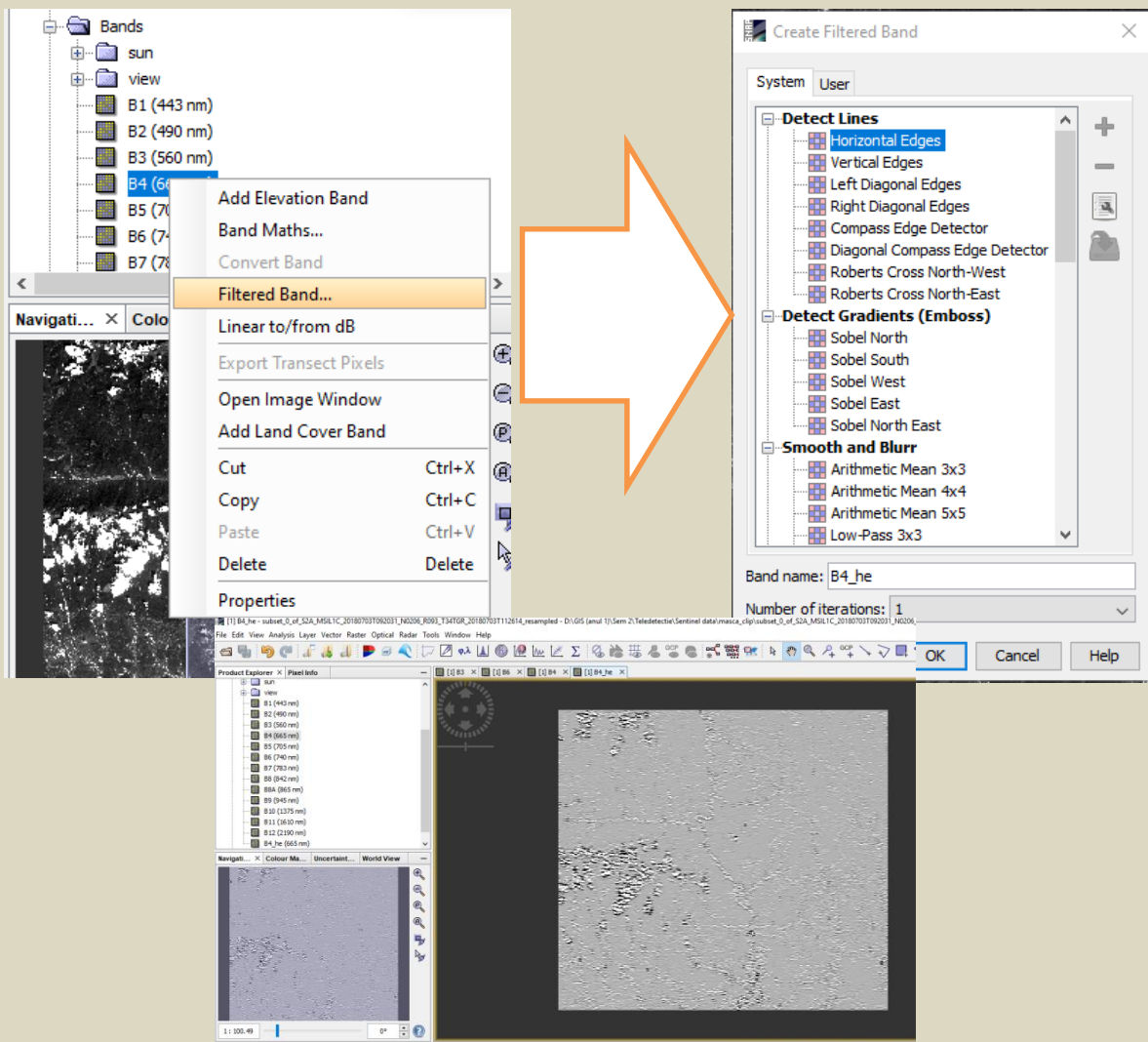


Fig. 2 Aplicarea filtrului Horizontal Edges

2. Combinății spectrale de benzi:

Combinarea benzilor spectrale are ca rezultat imagini în culori care reflectă, în funcție de benzile utilizate și de ordinea acestora, răspunsul spectral. Iată câteva indicații utile în interpretarea caracteristicilor vegetației pe baza combinațiilor de benzi spectrale (Short, 1982):

- Observați diferențele între tonurile de gri sau de culoare. Acestea sunt indicii ale particularității anumitor elemente geografice, iar clasele de acoperire a terenurilor pot fi delimitate pe baza lor;
- Forma și particularitățile spațiale ale componentelor geografice pot servi la identificarea altor elemente;
- Compararea a două sau a mai multor scene din anotimpuri sau ani diferiți este utilă pentru lămurirea unor neclarități privind natura anumitor componente geografice. Dacă nu se constată modificări ale tonurilor de gri sau de culoare, mai mult ca sigur că nu reprezintă componente ale vegetației (pot fi suprafețe de rocă sau sol, suprafețe construite, ș.a.). Vegetația înregistrează obligatoriu modificări de la un sezon la altul, iar acest lucru apare clar pe scenele satelitare. Tonurile luminoase indică o abundență a clorofilei (mai ales în cazul foioaselor), în timp ce tonurile mai închise arată cantități reduse sau absența acesteia;
- Obțineți informații suplimentare despre spațiul analizat din fotografii, documente, rapoarte, articole, etc. Rezultatele obținute în urma analizei spectrale trebuie întotdeauna validate, confruntate cu realitatea de pe teren.

Tabel 1 Benzile spectrale ale satelitului Sentinel 2

Nr. crt.	Banda spectrală	Tip	Rezoluție spațială (m)	Lungime de undă (nm)
1	B1	Costier/Aerosol	60	443
2	B2	Albastru (Blue)	10	490
3	B3	Verde (Green)	10	560
4	B4	Roșu (Red)	10	665
5	B5	Infraroșu apropiat 2 (NIR2)	20	705
6	B6	Infraroșu apropiat 3 (NIR3)	20	740
7	B7	Infraroșu apropiat 4 (NIR4)	20	783
8	B8	Infraroșu apropiat 1 (NIR1)	10	842
9	B8a	Infraroșu apropiat 5 (NIR5)	20	865
10	B9	Atmosferă/Vapori de apă	60	945
11	B10	Cirrus	60	1375
12	B11	Infraroșu de undă scurtă 1 (SWIR1)	20	1610
13	N12	Infraroșu de undă scurtă 2 (SWIR2)	20	2190

Culori naturale	• 4-3-2
Fals color (urban)	• 12-11-4
Color-infraroșu (vegetație)	• 8-4-3
Agricultura	• 11-8-2
Penetrare atmosferică	• 12-11-8
Stare vegetație	• 8-11-2
Uscat/apă	• 8-11-4
Natural cu eliminare atmosferică	• 12-8-3
Infraroșu unde scurte	• 12-8-4
Analiza vegetației	• 11-8-4

a. Analiza vegetației (modificată):

Pentru prima combinație de benzi spectrale am folosit o banda rezultată în urma aplicării filtrul Horizontal Edge denumită „B4_he” împreună cu banda 8 și banda 4, ultima fiind banda de bază pe care s-a aplicat filtru.

Pași pentru a efectua combinația de benzi spectrale:

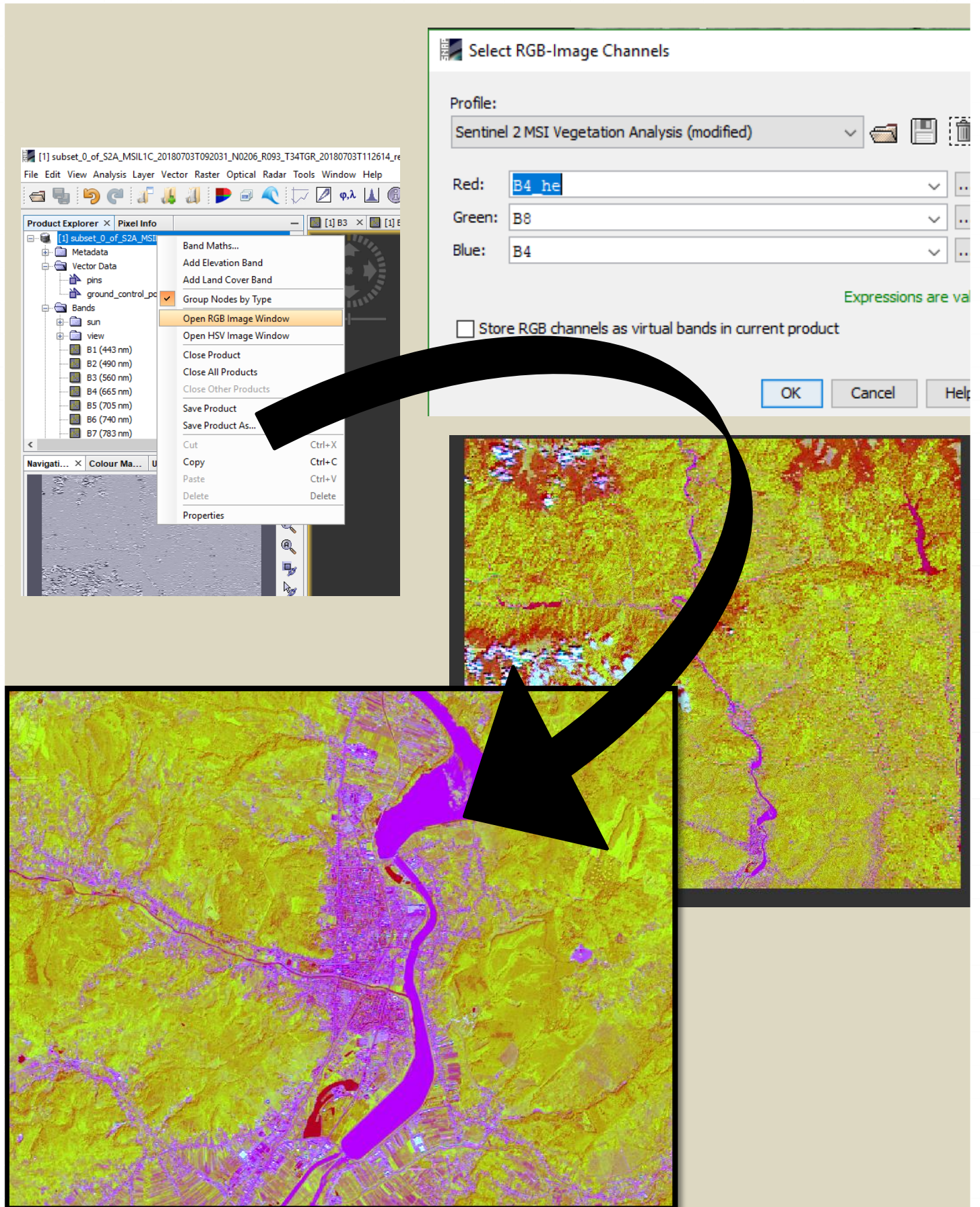


Fig. 3 Realizarea unei combinații RGB

b. Uscat/Apă:

În imaginea rezultată se poate observa suprafața de teren și suprafața acoperită de ape. Cel mai semnificativ element pentru rețeaua hidrografică din această zonă este râul Olt care a influențat atât dezvoltarea teritoriului cât și dezvoltarea suprafețelor construite.

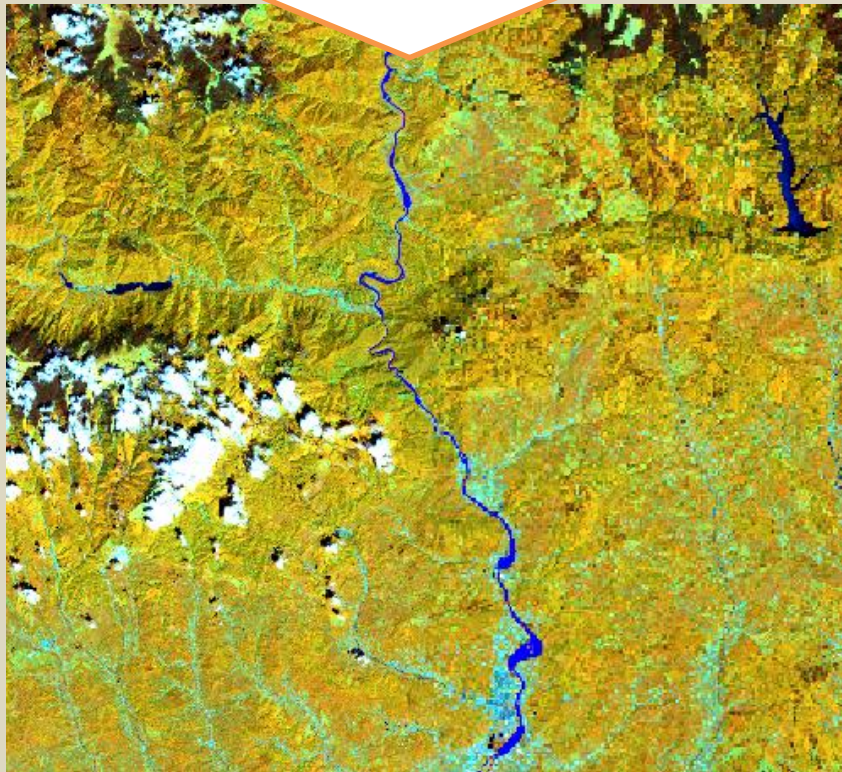
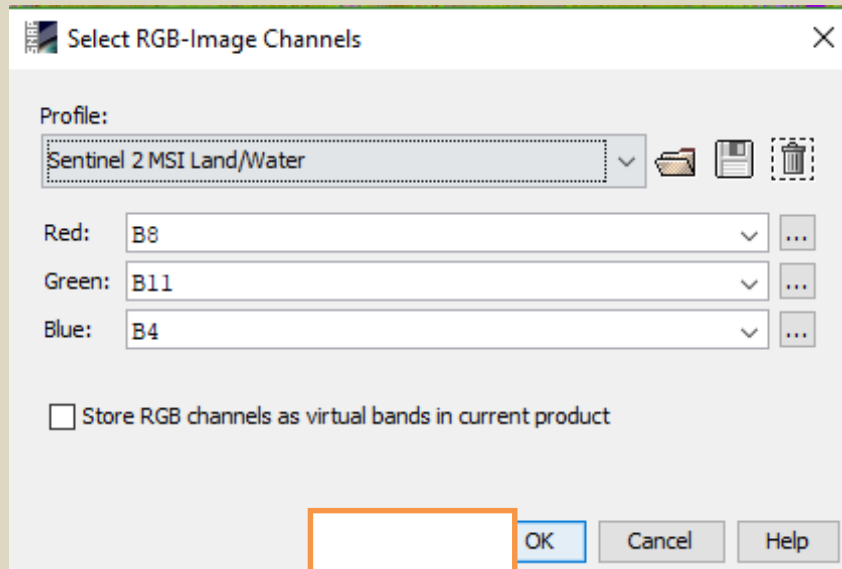


Fig. 4 Realizarea combinației spectrale Uscat/Apă

c. Analiza vegetației:

Prin prezența benzilor 8 și 4 ale infraroșului și roșului, se permite diferențierea în nuanțe de roz și verde a suprafețelor cu vegetație față de cele fără vegetație. Răspunsul spectral al vegetației este redat de banda 4 în tonuri de verde, iar conținutul de apă din substrat și învelișul vegetal este evidențiat de banda 8 în tonuri de roz închis-cenușiu și verde-cenușiu. Pădurile de conifere sunt redată de culoarea verde închis, foioasele de nuanțele de verde aprins, iar pajiștile de culoarea verde deschis.

d. Fals-color (urban):

În acest caz sunt utilizate benzile 12, 11 și 4 și are rolul de a evidenția spațiile construite. Imaginile obținute pot fi utilizate și ca basemap-uri pentru anumite hărți tematice.

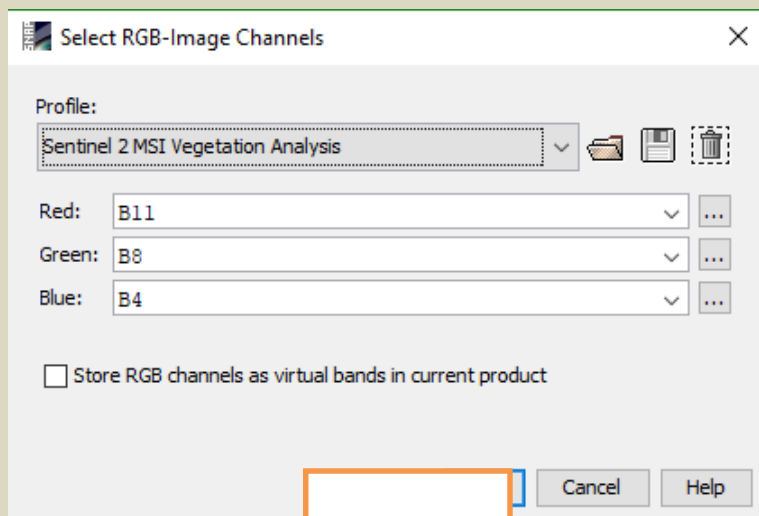


Fig. 5 Realizarea combinației pentru analiza vegetației

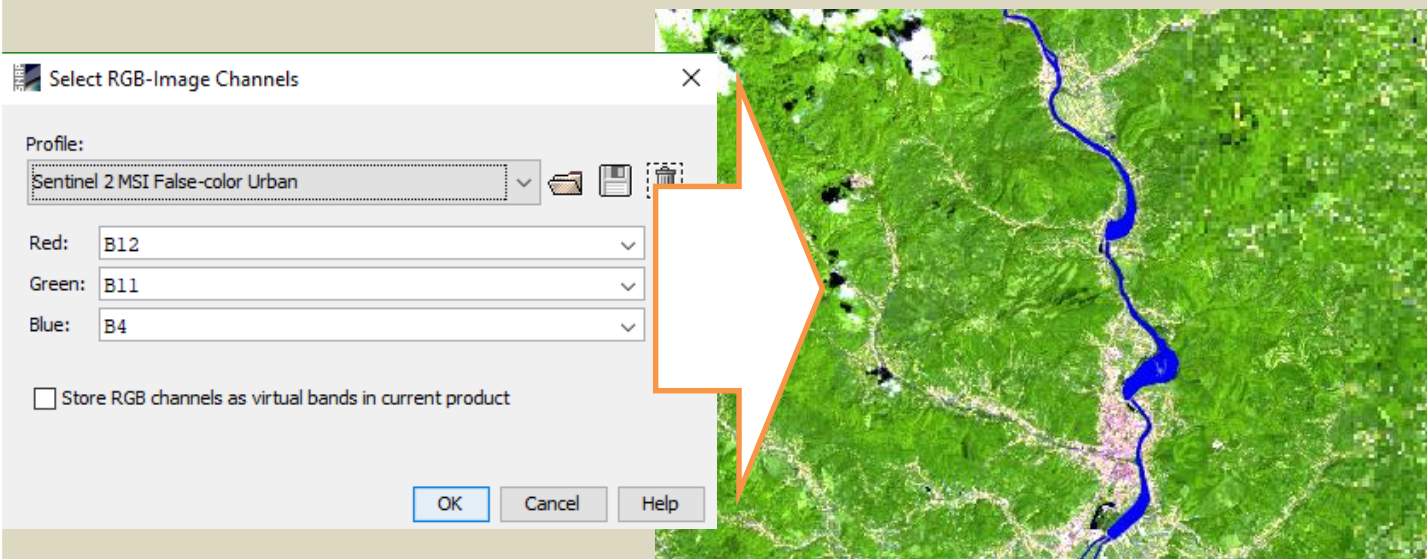


Fig. 6 Realizarea combinației fals-color pentru urban

3. Decorelarea datelor:

- un ansamblu de operațiuni aplicate asupra imaginilor multispectrale atunci când corecțiile de contrast sau aplicările de filtre nu permit modificări consistente ale semnăturii spectrale în contextul în care se dorește identificarea unor semnături spectrale cu anumite trăsături. Acestea nu pot fi obținute prin simple combinații de benzi sau prin procesările menționate anterior. Analiza componentelor principale (PCA) se aplică în cazul în care semnătura spectrală este foarte uniformă. Prin decorelarea datelor se obțin semnături spectrale noi, procesate mult mai expresive decât cele inițiale. Analiza componentelor principale și conversia culorilor în HSV.

Definirea statistică a imaginii se poate realiza în mai multe moduri:

- a) -prin calcularea descriptorilor statistici de bază ai imaginii la nivel de bandă spectrală
- b) -prin trasarea sau generarea histogramei imaginii
- c) -prin realizarea de profile prin datele spectrale ale imaginii pe anumite direcții
- d) -prin realizarea de profile spectrale ale unor pixeli considerați caracteristici pentru anumite acoperiri ale terenului
- e) -prin realizarea de grafice de dispersie sau grafice de corelație inclusiv prin analiza regresiiilor între datele imaginii sau între datele imaginii și date independente.

Grafic de regresie = arată ce legatură există între valorile asociate pixelului din cele două benzi spectrale raportate la axa orizontală și axa verticală.

Grafic de corelare - util în cazul în care există un set de puncte cu atribute ce reprezintă valori măsurate în teren ale unor indici sau parametri reprezentativi.

Îmbunătățirea contrastului presupune realocarea pixelilor imaginii unor noi valori de frecvență astfel încât raportul dintre valorile minime și cele maxime ale strălucirii să fie mai echilibrat și mai adaptat necesităților de analiză și procesare.

3.1.Scatter Plot

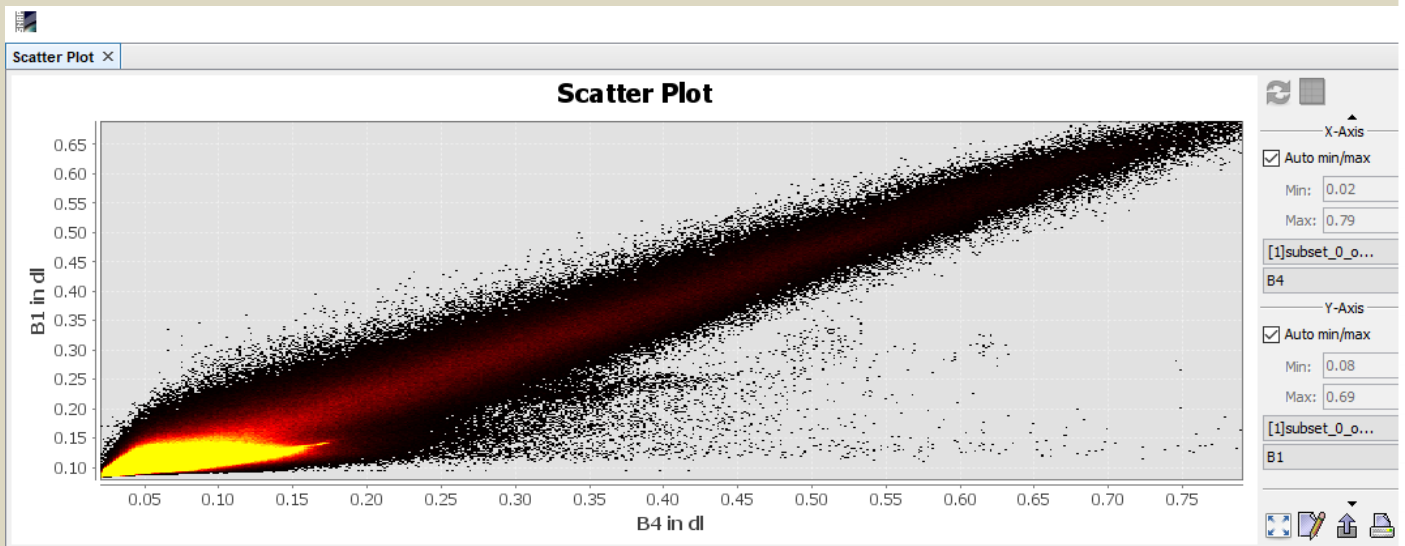


Fig.7 Scatter plot

Pentru fiecare bandă, valoarea intervalul de valori este împărțit în mod egal în 512 de compartimente. Graficul arată aceste compartimente planificate între ele, rezultând 512 * 512 celule. Pentru fiecare celulă, se numără numărul de pixeli din intervalele de valori ale benzilor corespunzătoare și se codifică culorile. Galbenul reprezintă cantități mari de pixeli, negru pentru cei mici. Dacă nu este alocat niciun pixel unei celule distincte, celula nu va primi nici o culoare.

3.2. Profile Plot

Fig.8 Profile Plot

The image shows a "Create New Shapefile" dialog box. The "Name" field contains "linie_profil". The "Feature Type" is set to "Polyline". Under "Spatial Reference", the "Description" field shows: "Projected Coordinate System: Name: WGS_1984_UTM_zone_34N" and "Geographic Coordinate System: Name: GCS_WGS_1984". There are checkboxes for "Show Details", "Coordinates will contain M values. Used to store route data.", and "Coordinates will contain Z values. Used to store 3D data.". Buttons for "Edit...", "OK", and "Cancel" are visible.



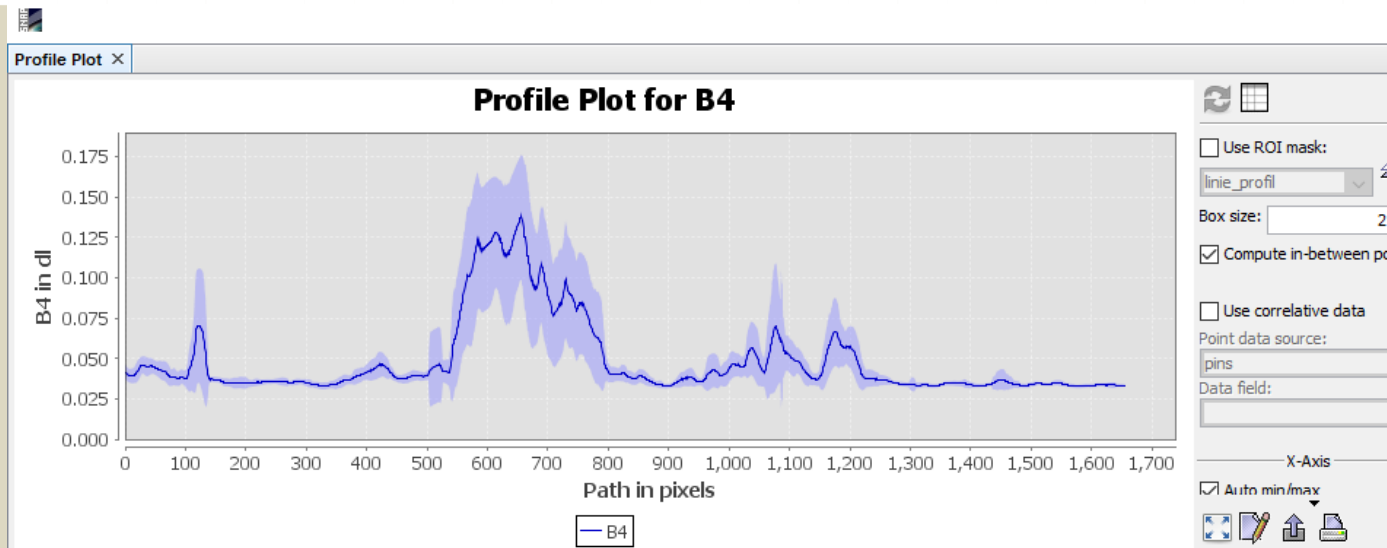


Fig. 9 Histograma benzii 4

Imaginea de mai sus afișează modul în care graficul profilului funcționează pentru geometrii: valorile de pe axa x sunt date de lungimea căii, adică pentru o cale care conține 300 de pixeli există 300 de valori x. Axa domeniului este determinată de banda selectată în mod curent. Diagrama afișează valoarea benzii selectate curent de-a lungul limitelor geometriei.

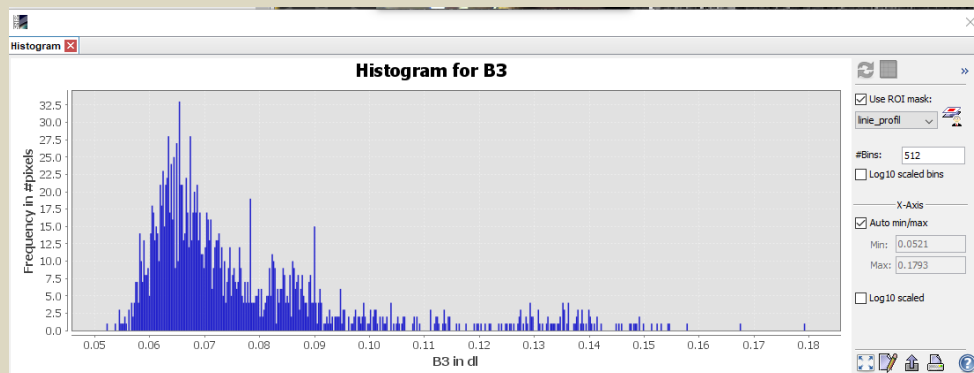
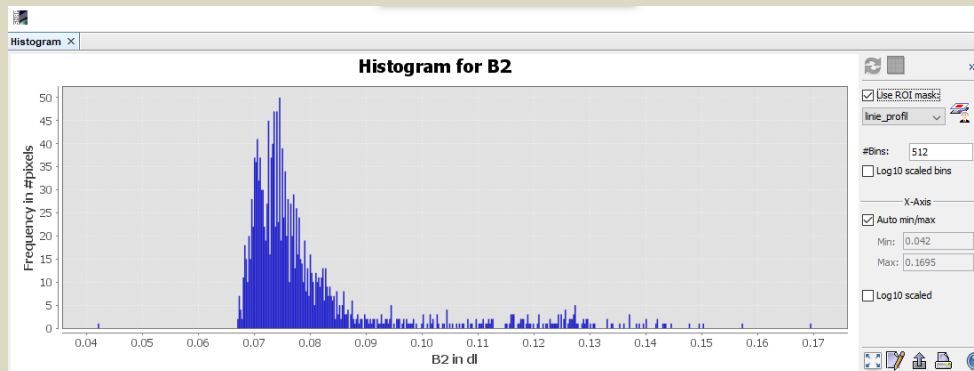
Umbra albastră din jurul liniei de plotare indică deviația standard a pixelului selectat de bandă într-un chenar pătrat. Lungimea marginii respectivului chenar poate fi setată la orice valoare impară între 1 și 101.

3.3. Histogramă

Histograma este o altă reprezentare grafică foarte importantă pentru analiza imaginilor de teledetecție.

Acest grafic permite vizualizarea frecvenței pixelilor în funcție de valoarea spectrală pe care o au.

În imaginile alăturate am extras histogramele pentru mai multe benzi spectrale: BLUE (B2), GREEN (B3), RED (B4) și NEAR INFRARED (B8). Astfel, se pot observa diferențele în ceea ce privesc valorile spectrale ale fiecăreia.



3.4. Contrastul și luminozitatea

Contrastul și luminozitatea reprezintă alte elemente vizuale importante care au rolul de a accentua unele elemente din imagini.

Luminozitatea poate oferi informații vizuale mai precise din zonele umbrite (prin scăderea intensității acesteia).

Contrastul are rolul de a realiza un echilibru vizual la nivelul pixelilor.

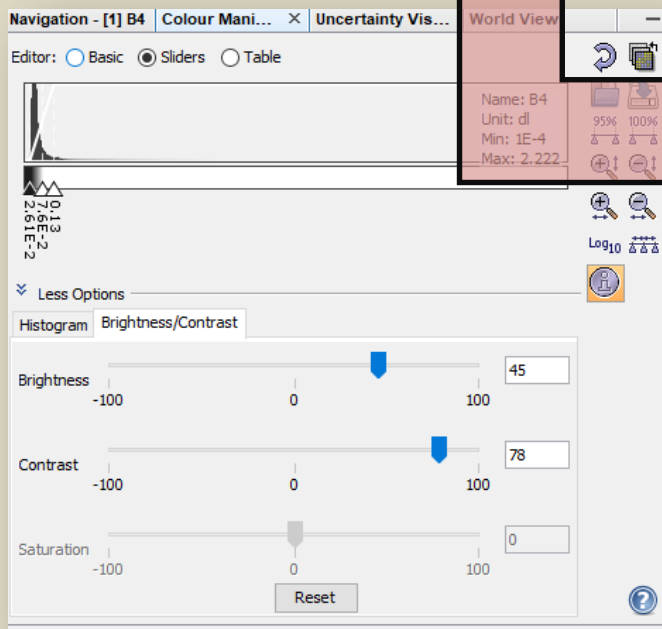


Fig. 10 Modificarea contrastului și luminozității

4. P.C.A.

- Analiza principală a componentelor (PCA)
- constă într-o remapare a informațiilor de intrare despre imaginile co-înregistrate într-un nou set de imagini. Imaginile de ieșire sunt scalate pentru a preveni valorile negative ale pixelilor.

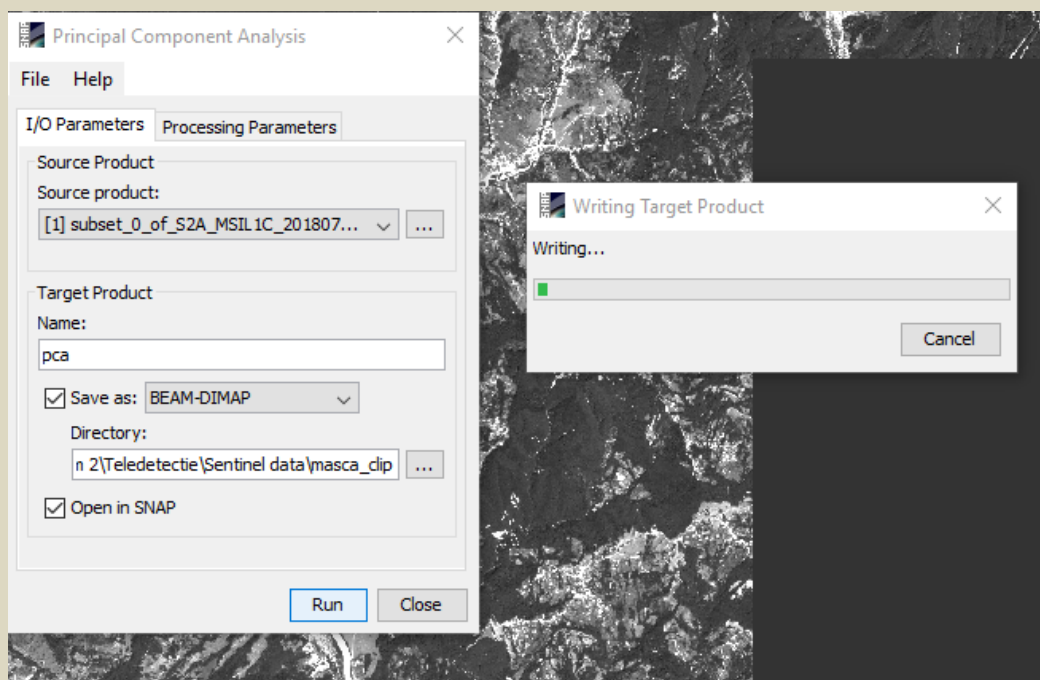


Fig. 11 Realizarea și rezultatele PCA-ului

5. Indici spectrali/Indici biofizici

NDVI:

- Este un indice spectral important pentru analiza vegetației. NDVI înseamnă Normalized Differenced Vegetation Index (Indicele Normalizat de Diferențiere a Vegetației). Benzile utilizate sunt RED (banda 4) și NIR (banda 8), iar formula este $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$. Rezultatul este constituit dintr-un raster cu celule având valori cuprinse între -1 și 1. Valorile mari indică vegetația sănătoasă, iar cele mici (sub 0,7) indică spații lipsite de vegetație (spații construite, căi de comunicație, ape etc.)

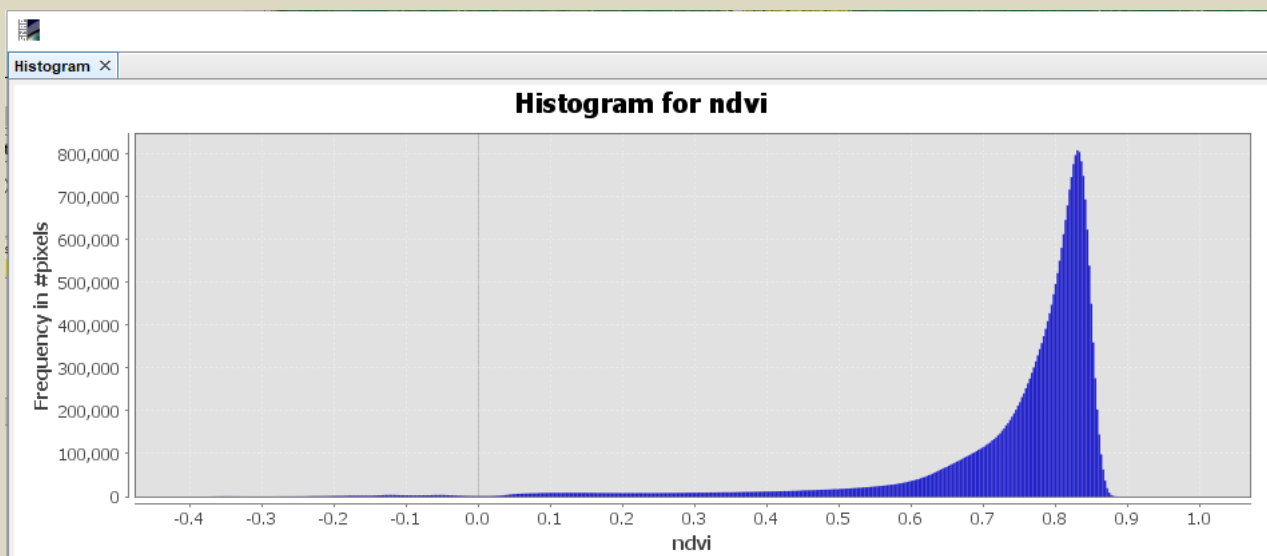
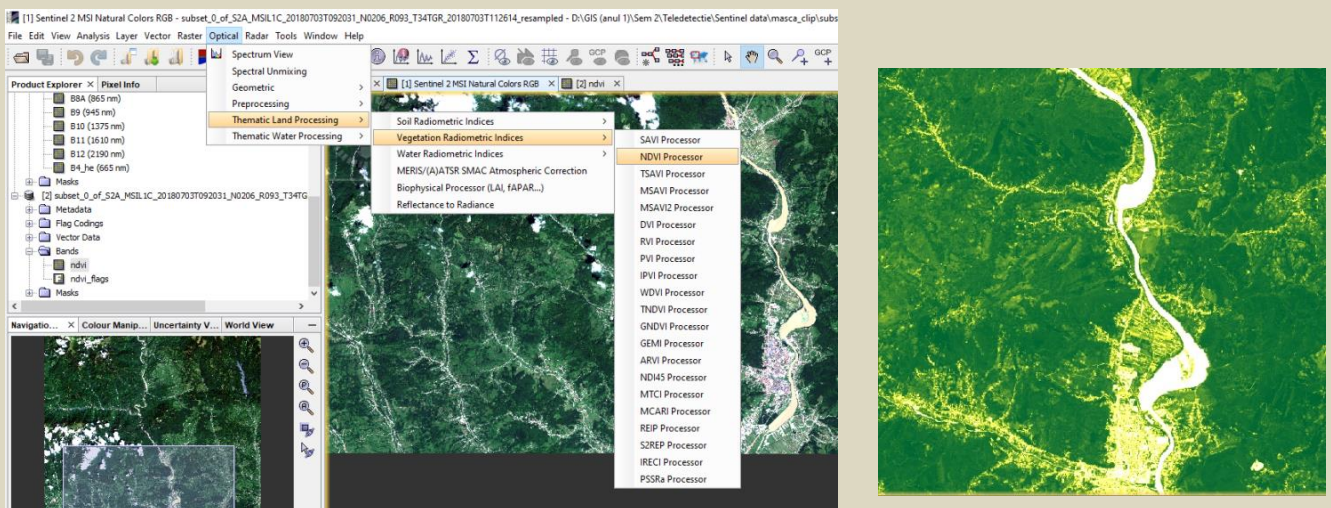


Fig. 12 Realizarea și histograma NDVI

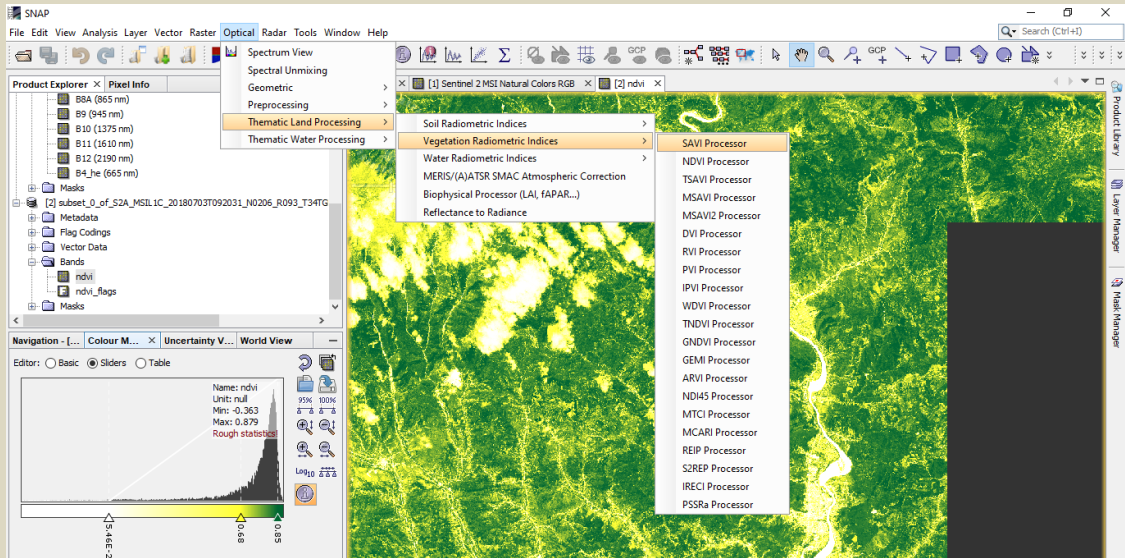


Fig. 13 Realizarea indicelui SAVI

SAVI:

- Algoritmul indexului de vegetație adaptat solului. Este un indice biofizic ce ține cont și de signaturile spectrale ale solurilor deoarece, în cazul altor indici spectrali, spațiul verde se confundă de multe ori cu solul.
- În harta de mai jos, am realizat o comparație între NDVI și SAVI pentru o comună aflată în zona de studiu, Pietrari. În acest caz, suprafețele forestiere au fost extrase mai bine cu ajutorul NDVI. Separarea claselor a fost realizată manual, în programul QGIS prin suprapunerea peste imaginile aeriene BING.

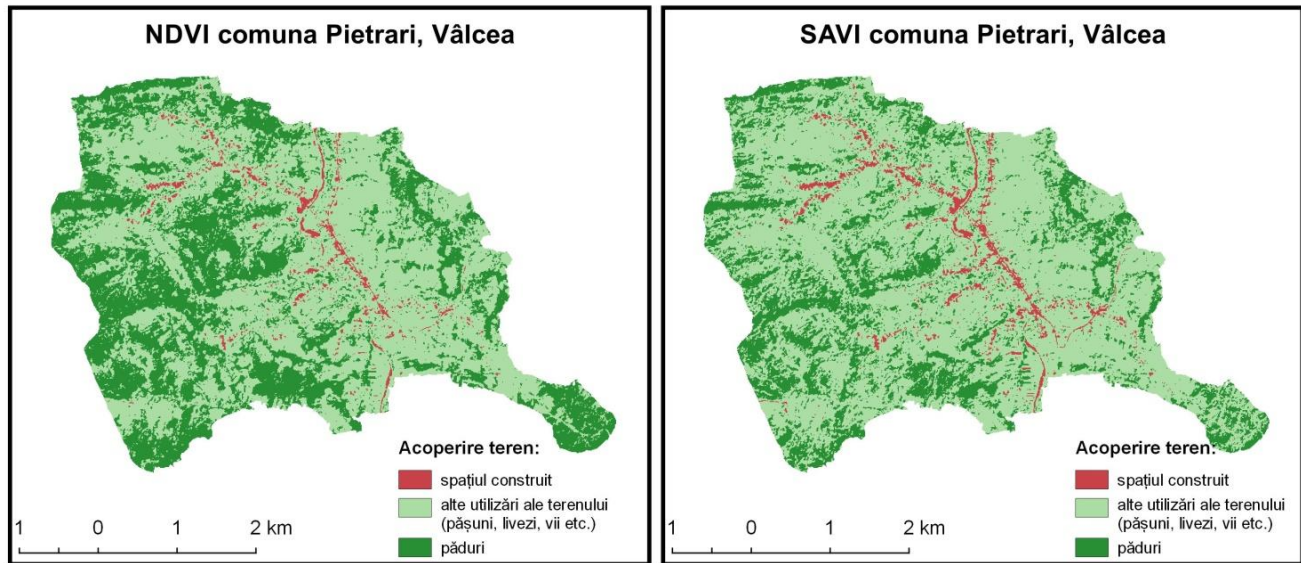


Fig. 14 Comparație NDVI – SAVI pentru comuna Pietrari

6. Clasificări tematice:

6.1. Clasificarea supervizată (Supervised Classification)

- grupează pixelii în clase spectrale
- Se creează o serie de eşantioane în care pixelii sunt incluși într-o clasă creată de utilizator
- Pe baza unor algoritmi aleși, restul pixelilor sunt incluși într-un din clase în funcție de semnătura spectrală
- Rezultă un raster al acoperirii terenurilor, raster din care pot fi extrași vectori ai diferitelor elemente naturale/antropice

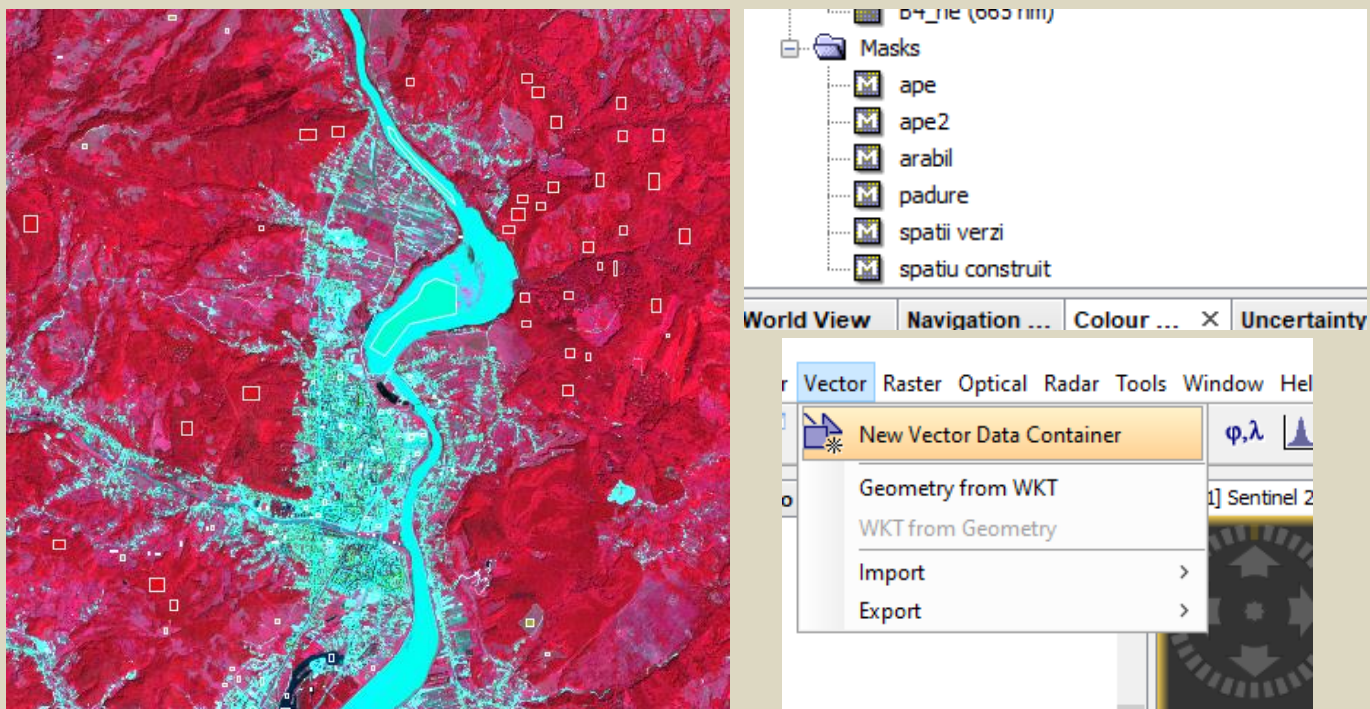


Fig. 15 Crearea claselor de pixeli

Am creat 6 clase în care am inclus apele (râul Olt), apele curgătoare și stătătoare, terenurile arabile, pădurile, restul spațiilor verzi (livezi, pășuni, vii etc.), spațiul construit. Din meniul Vector-New Vector Data Container am realizat acest lucru, iar denumirile au fost date de mine.

O etapă importantă a fost reproiectarea datelor. Astfel, din meniul Raster- Geometric Operations – Reprojection, am realizat această etapă. Am ales datumul default, WGS 84.

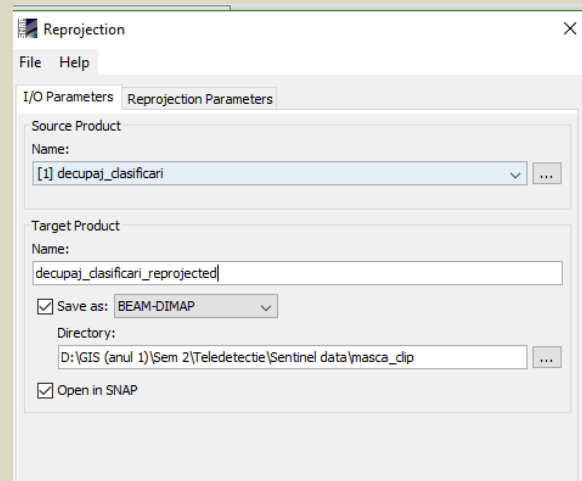
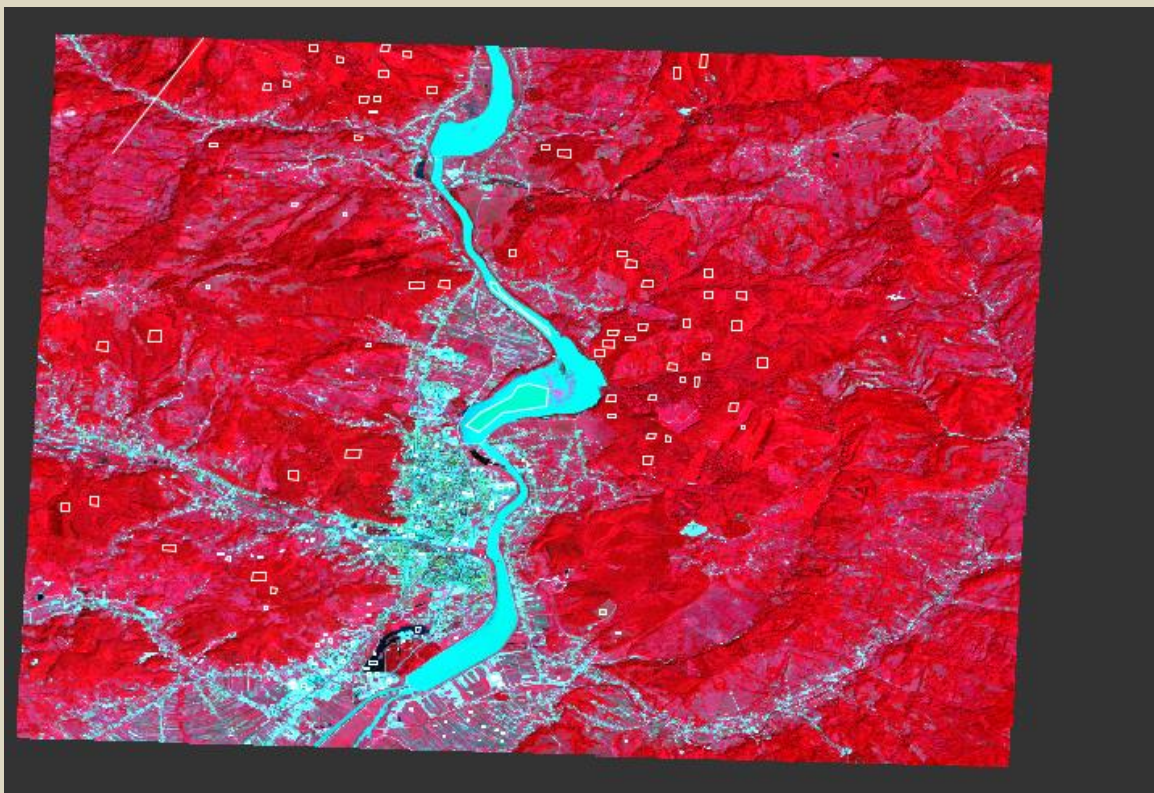


Fig. 16 *Reproiectarea imaginii*



După crearea eşantioanelor de pixeli, urmează implementarea unui algoritm astfel încât restul pixelilor să fie intruși într-un din clase. Există mai mulți algoritmi de acest fel. În această analiză vom utiliza trei algoritmi: Minimum Distance (Distanța minimă), Maximum Likelihood (Probabilitatea Maximă) și Random Forest Classifier.

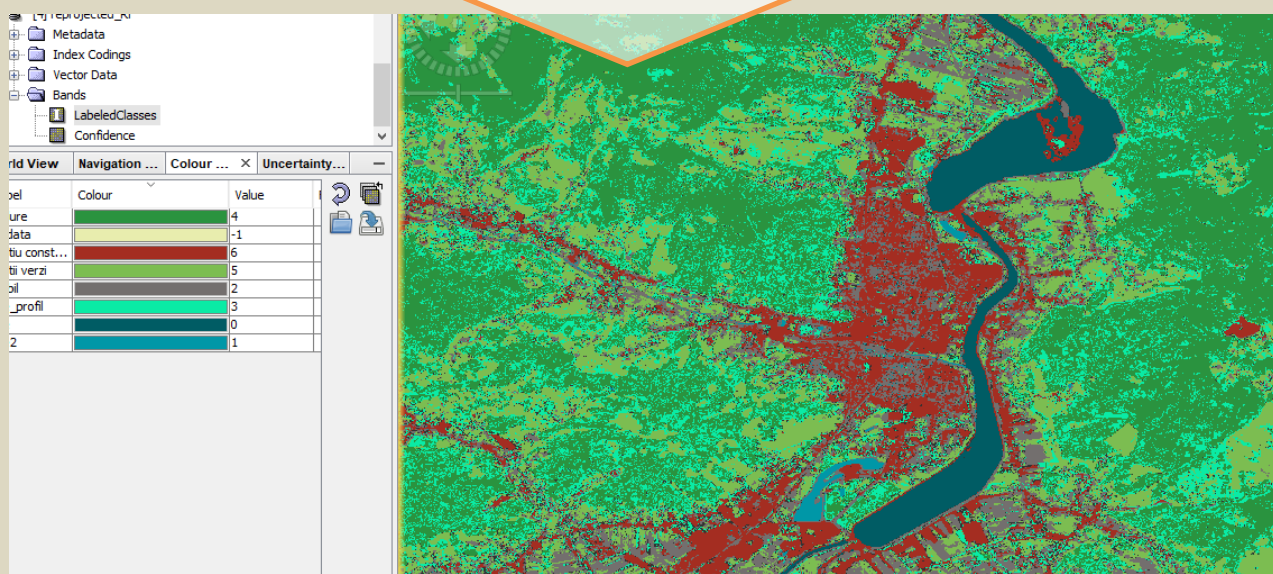
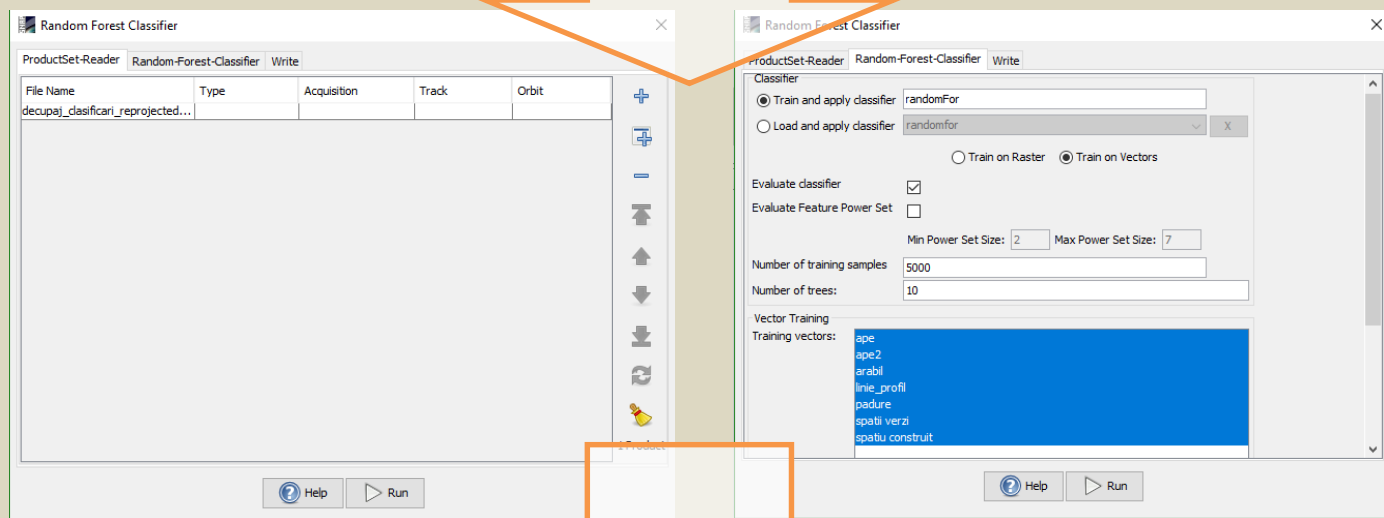
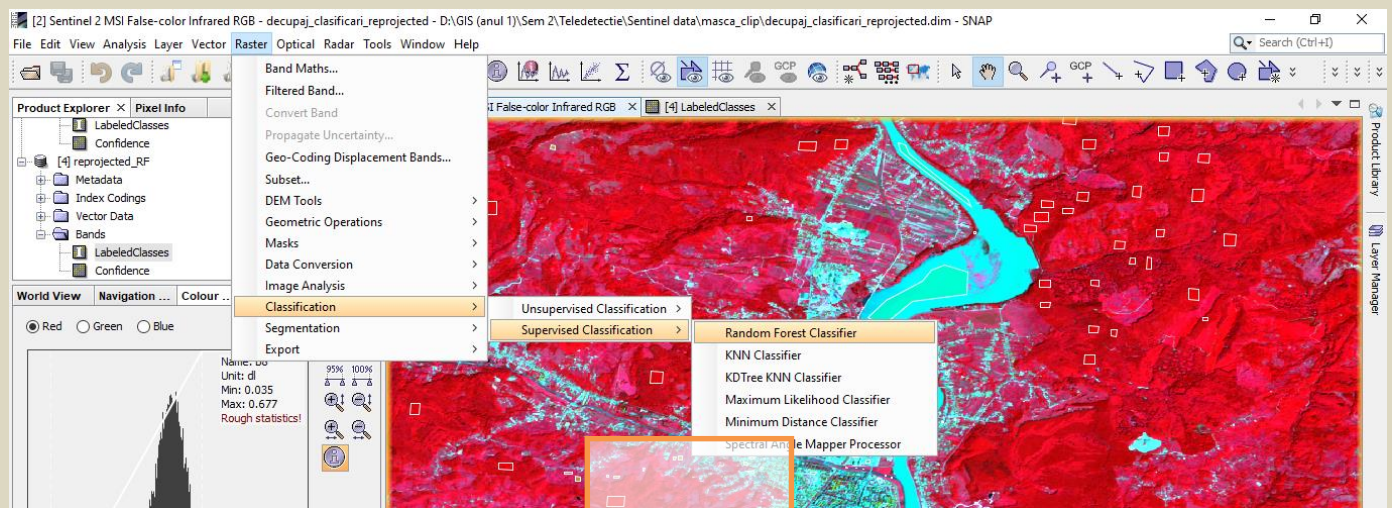


Fig. 17 Modul în care este aplicat un algoritm pentru clasificarea supervizată (Random Forest)

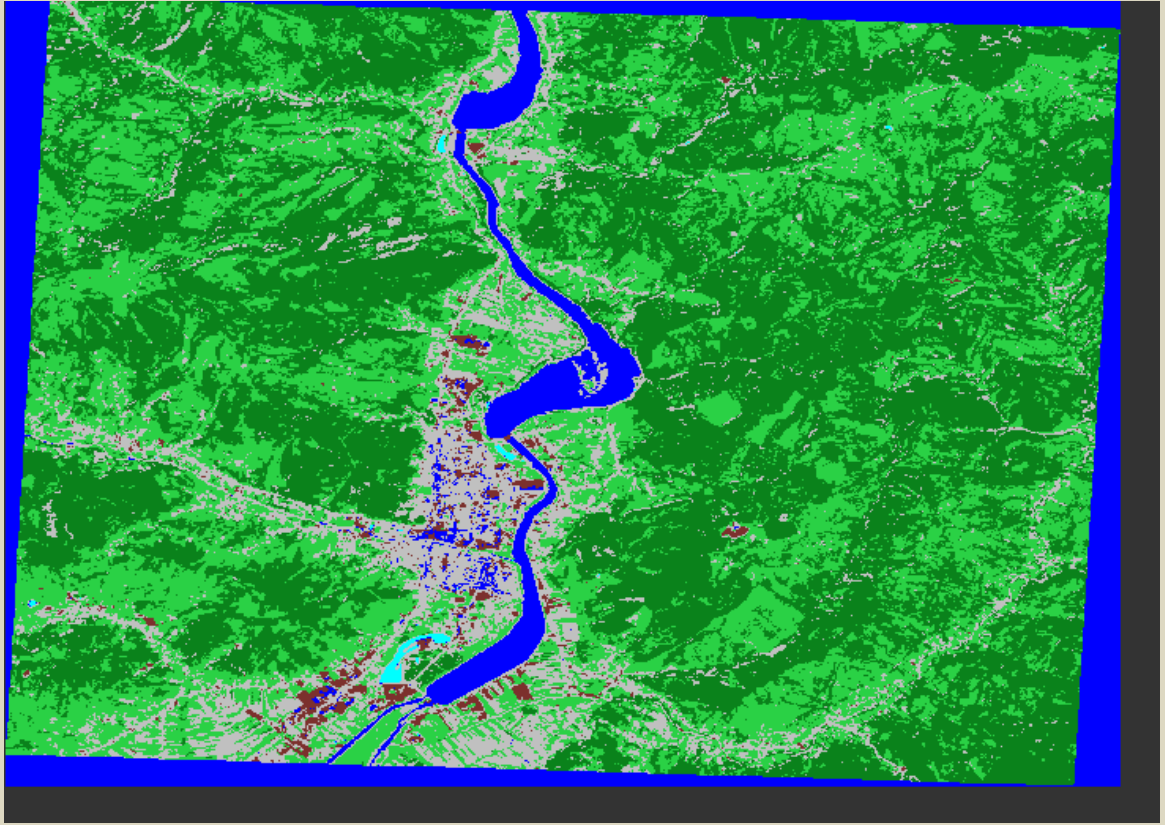


Fig. 18 *Rezultate Minimum Distance*

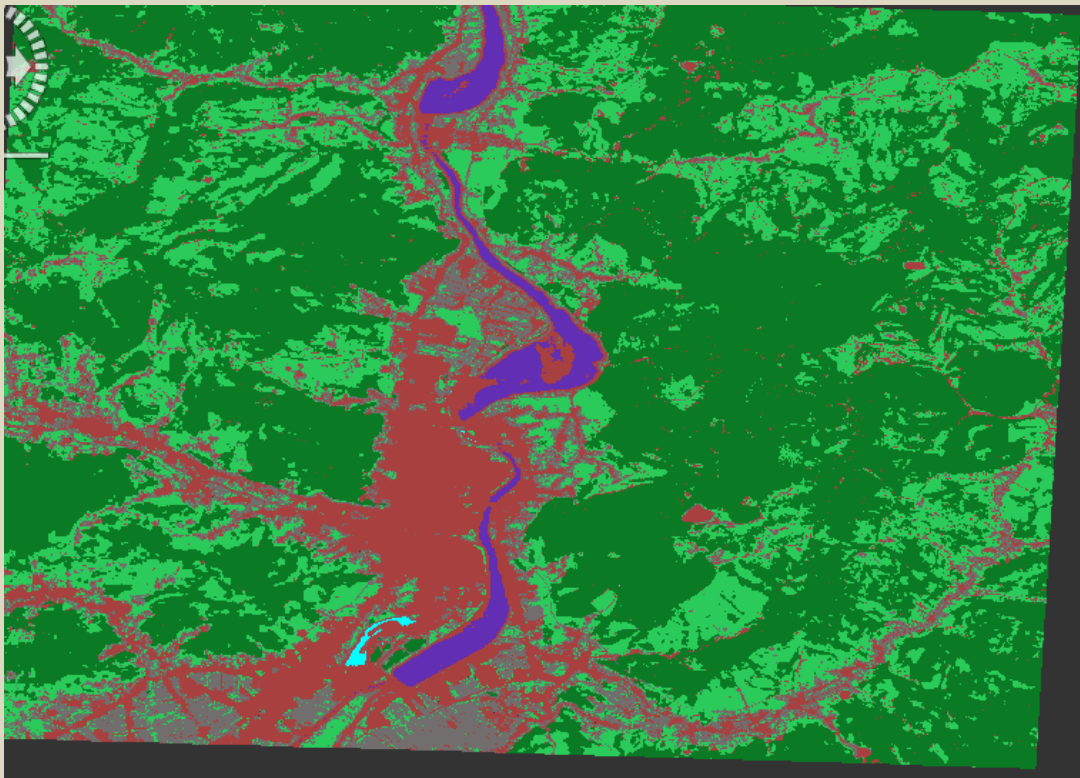


Fig. 19 *Rezultate Maximum Likelihood*

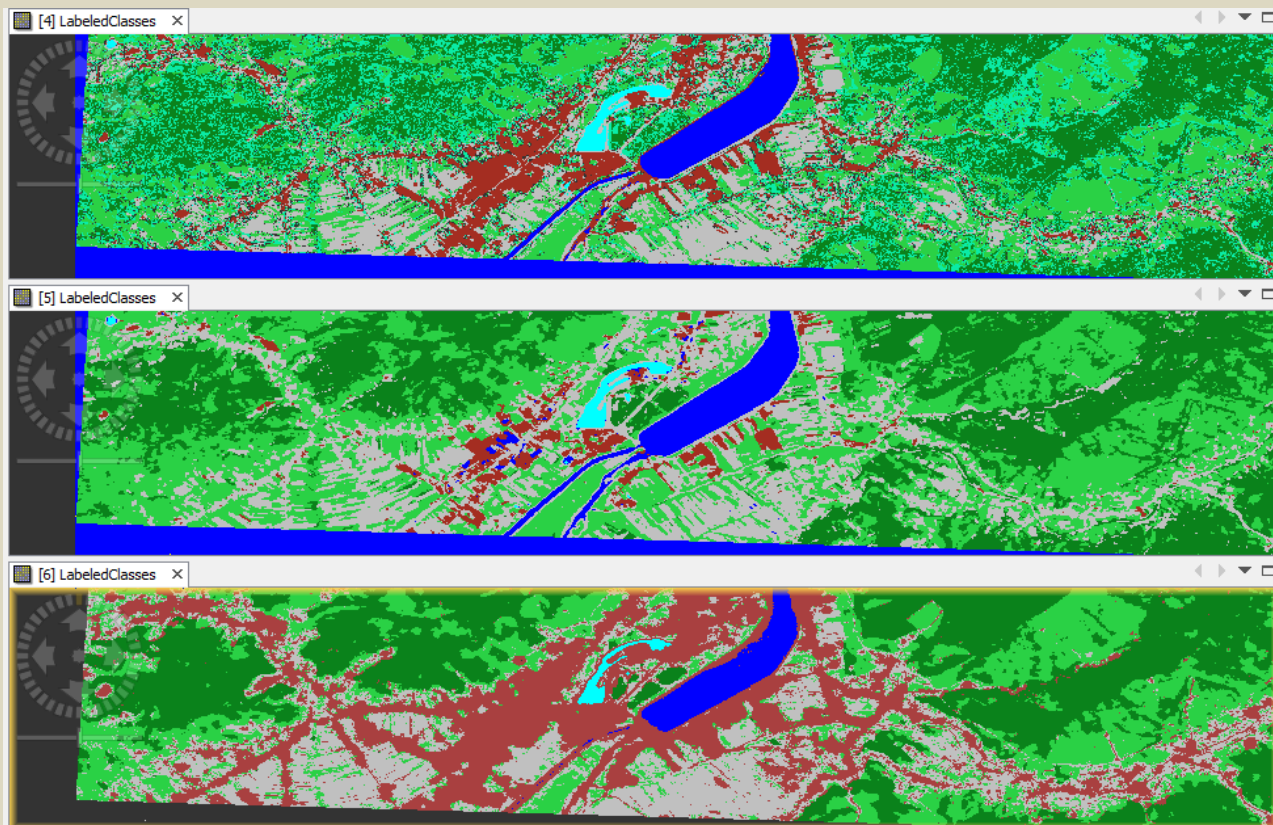


Fig. 20 Compararea celor 3 rezultate ale celor 3 algoritmi

În urma analizei, cele mai bune rezultate au fost obținute utilizând algoritmul MaximumLikelihood pentru spațiul construit, pentru terenurile arabile și pentru păduri. În schimb, cele mai bune rezultate în ceea ce privește unitățile acvatică, au fost obținute cu MinimumDistance.

6.2. Clasificarea nesupervizată (Unsupervised Classification)

- grupează pixelii în clase (clustere) pe baza informației spectrale pe care le au aceștia
- este un proces automat și poate avea erori numeroase
- fiecare cluster conține pixeli relativ omogeni care ar putea reprezenta același element din teren
- durată de timp mai scurtă față de clasificările supervizate
- și în acest caz sunt utilizați o serie de algoritmi: ISODATA (Algoritmul de comparare iterativă a pixelilor), K-Means (Algoritmul dimensiunii medii a clusterului), E.M. (Algoritmul probabilității maxime)
- Algoritmii au rolul de a calcula diferențele dintre pixeli.

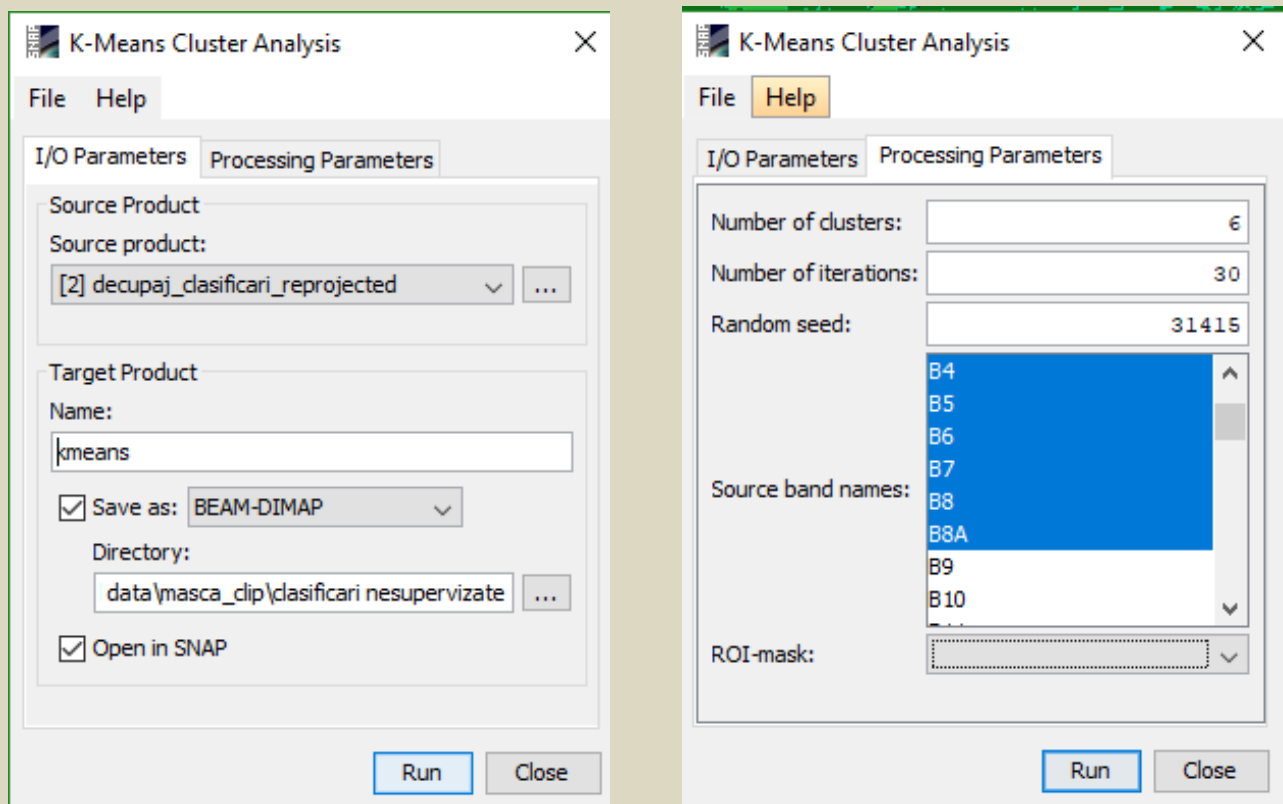


Fig. 21 Implementarea algoritmului K-Means

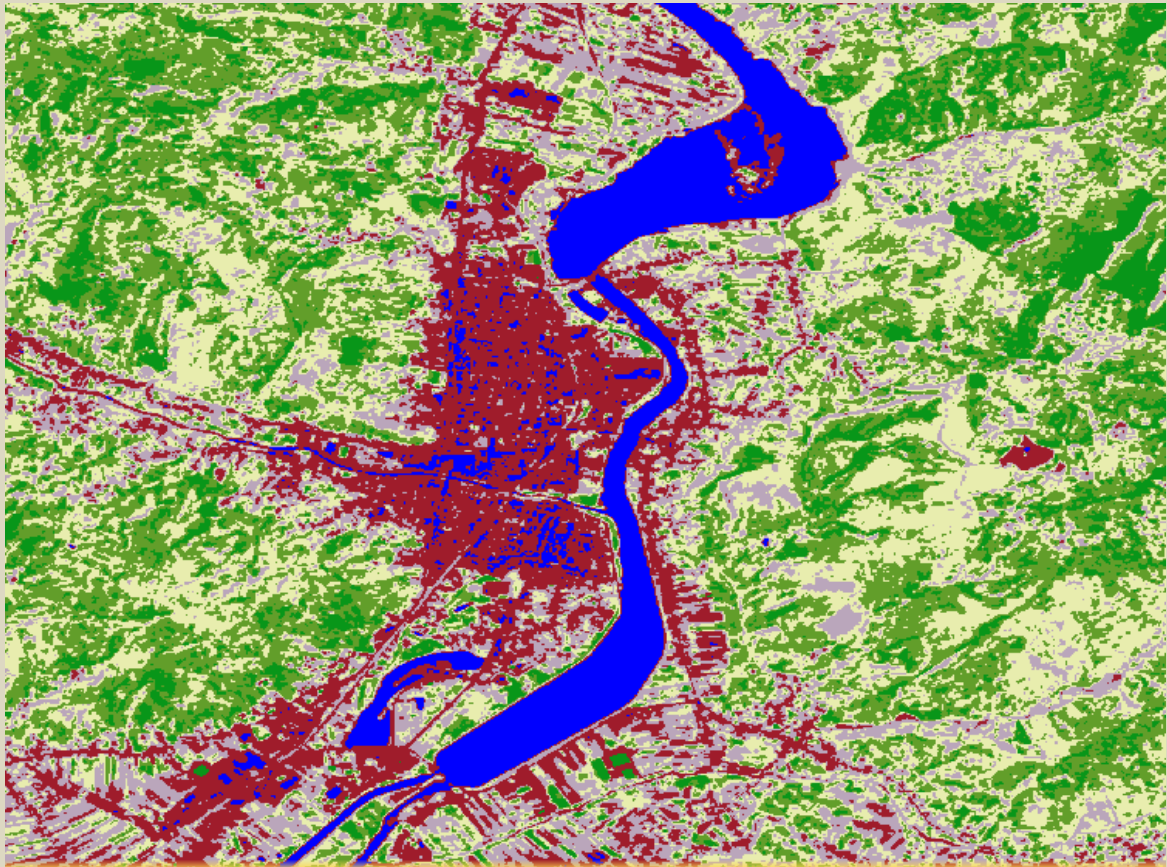


Fig. 22 *Rezultate K-Means*

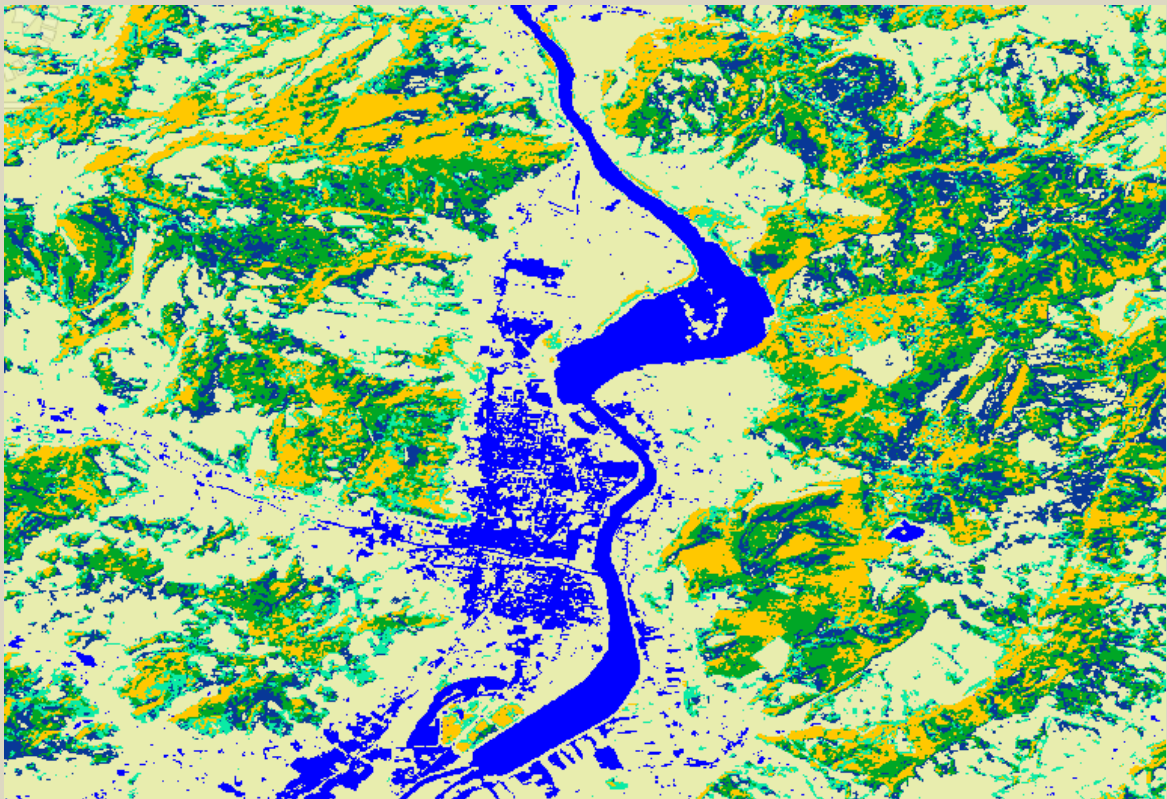


Fig. 23 *Rezultate E.M.*

În cazul de față, rezultatele sunt mult mai bune în cazul utilizării algoritmului K-Means față de E.M., însă nu mai bune decât în cazul clasificării supervizate. Cu toate acestea, putem extrage informații în format vectorial de aici, mai ales râul Olt sau suprafețele forestiere.

7. Concluzii:

Analiza imaginilor aeriene/satelitare prin intermediul programului SNAP și al instrumentelor de teledetecție oferă o multitudine de informații cartografice la diferite scări, produsele ce pot fi obținute fiind numeroase. Snap permite o bună analiză calitativă, dar mai ales cantitativă a informațiilor satelitare fiind specializat pentru datele Sentinel, dar sunt sub forma de imagini multispectrale cu mai multe benzi decât Landsat, de exemplu și cu cele mai bune rezoluții spațiale dintre toți sateliții ce oferă imagini în mod gratuit.

Bibliografie:

- 1) Teledetectie- Notiuni generale, Bogdan Mihai, Universitatea din Bucuresti, 2008;
http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2
- 2) <https://earthexplorer.usgs.gov>
- 3) gidahatari.com/ih-es/tutorial-de-correccion-atmosferica-de-imagenes-sentinel-2-con-sen2cor
- 4) <http://step.esa.int/main/doc/tutorials/snap-tutorials/>
- 5) https://www.youtube.com/watch?v=9Y_5Q-932mM
- 6) https://www.youtube.com/watch?v=aCfHtC_fMQc
- 7) <https://scihub.copernicus.eu/s3/#/home>

