**Evoluția suprafețelor forestiere din România în perioada 2000 - 2011**
**(Greenpeace Rusia, departamentul GIS)**

Harta suprafețelor despădurite (Fig.1) este necesară pentru a identifica și delimita exact zonele principale unde au avut loc pierderi de pădure, datorate unor cauze variate: exploatare forestieră, extinderea terenurilor agricole, construcții, incendii, anumite procese naturale (arbori doborâți de vânt sau de căderea stâncilor) și un nivel scăzut de fragmentare a pădurilor, în ultimele decenii Pentru acest scop au fost folosite seturi de date geospațiale precise, actuale și de înaltă rezoluție și a fost implementată tehnologia GIS (Sisteme Informatice Geografice).
Pădurea: în această cercetare, termenul de „pădure" a fost folosit pentru a defini o zonă de 1 ha., în care minimum 20% este acoperit de arbori de minimum 5 metri înălțime.

Reducerea suprafețelor forestiere (acoperite cu pădure): Orice suprafață în care pădurea (existentă la începutul perioadei de analiză) a fost înlocuită cu orice tip de acoperire neforestieră a terenului, sau în care pădurea a fost fragmentată în mod semnificativ în urma tăierii selective sau a altor procese naturale ori antropogene, sau în care zonele acoperite cu alte tipuri de vegetatie lemnoasă au devenit zone neîmpădurite. Suprafața minimă a fost limitată la 1 ha.

***Fig. 1*** *Harta suprafețelor despădurite ale României în perioada 2000-2011*

**Seturile de date utilizate**

Analiza spațială a evoluției suprafețelor forestiere în perioada 2000-2011 a fost realizată având la bază imagini satelitare gratuite de înaltă rezoluție (HR), imaginile satelitare arhivate Landsat Thematic Mapper (TM) și Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) (arhiva de Supraveghere Geologică a Statelor Unite http://landsat.usgs.gov; USGS Global Visualization Viewer http://glovis.usgs.goc), cu o rezoluție spațială de 30 m (Tabel 1). Aceste imagini cuprind benzile spectrale Roșu (R), infraroșu apropiat (NIR) și infraroșu-scurt (SWIR), benzi care sunt necesare pentru cartografierea cât mai precisă a suprafețelor acoperite cu pădure.Toate imaginile au fost reproiectate în proiecție UTM (zona 35), sistem de coordonate WGS84.

Harta suprafețelor despădurite de peste 1 hectar a fost realizată pentru perioada 2000-2011 pe baza imaginilor satelitare din 2000 și 2011. În total au fost analizate 19 perechi de imagini realizate în timpul verii, în perioade cu nebulozitate sub 15%.

**Tabelul 1.** Datele folosite: EO la rezoluție mare

| Satelitul | Senzorul | Întinderea în km. | Numărul benzii | Rezoluție spațială în metri | Benzi folosite | Ani, luni |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Landsat -5 | TM | 183 | 7 | Benzi multispectrale – 30<br>Bandă termală – 120 | RGB:54 3 | 2010-2011 Iulie-septembrie |
| Landsat -7 | ETM+ | 183 | 8 | Benzi multispectrale – 30<br>Bandă termală – 60<br>Bandă pancromatică - 15 | RGB:54 3 | 2000-2001 Iunie-septembrie |

Pentru verificare, au fost folosite imagini cu o rezoluție spatială de aproximativ 2.5 m (Ikonos, Digital Globe etc) disponibile prin programul on-line gratuit Google Earth (http://earth.google.com).

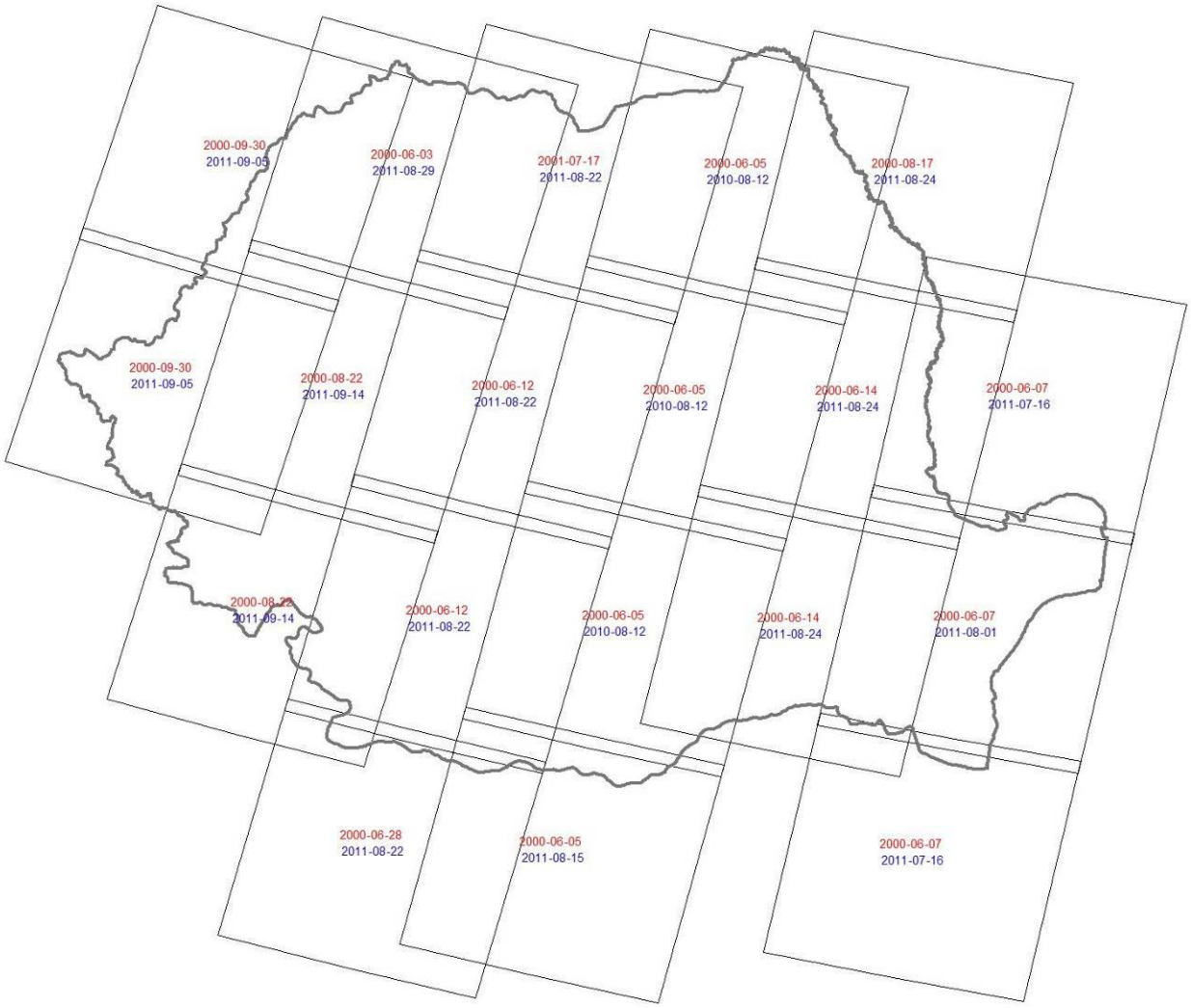



**Fig. 2.** *Perechi de imagini Landsat folosite în monitorizarea suprafețelor împădurite. Semnele roșii – date obținute din imaginile din 2.000, semnele albastre – date obținute din imaginile din 2011.*

În elaborarea finală a hărții au fost folosite hărți tematice vertoriale disponibile, precum:

- Global MODIS – hartă derivată a suprafețelor acoperite de pădure (din 2000). 250 m. rezoluție spațială. Potapov P., Hansen M., Turubanova S., Universitatea Maryland, 2011 (nepublicată)
- Harta pădurilor virgine, 1: 2 500 000 (Iovu-Adrian Biriș și Peter Veen http://www.veenecology.nl/index.php?id=19)
- Harta peisajelor forestiere intacte din România și de pe restul globului, creată pe baza daterlor Lansat ETM+ și TM (Peisaje Forestiere Intacte http://intactforests.org)
- Baza de Date Mondială a Zonelor Protejate, 1: 100 000 (Baza de Date Mondială a Zonelor Protejate http://www.unep-wcmc.org/wdpa/)
- Imagini-raster care cuprind date referitoare la zonele populate, drumuri, râuri, granițele țării, 1:1 000 000 (Vmap0 http://geoengine.nga.mil/)

**Algoritmul de elaborare a pierderii suprafețelor împădurite**

Analiza datelor și procesarea detectării modificărilor cuprinde următoarele etape (Fig. 4-6):

- *Pregătirea imaginilor pentru analiză*

Alegerea perechilor de imagini din anii 2000 și 2011 (Fig. 2), crearea catalogului, pre-procesarea imaginilor, inclusiv suprapunerea straturilor (a benzilor spectrale infraroșu scurt, infraroșu apropiat, roșu, RGB:543), coînregistrarea imaginilor, reproiectarea în proiecția UTM (zona 35), sistemul de coordonate WGS84. Prelucrarea imaginilor – excluderea norilor, a umbrelor norilor și alegerea zonei de lucru.

- *Sintetizarea imaginii benzilor SWIR*

Banda SWIR (infraroșu scurt) este una dintre cele mai potrivite pentru detectarea vegetației. Reflexia este joasă atât în zonele albastre cât și cele roșii ale spectrului (Fig. 3), din cauza absorbției clorofilei pentru fotosinteză. Aceasta are valori maxime în zona verde, ceea ce dă naștere culorii verzi a vegetației. În regiunile infraroșu apropiat (NIR) și infraroșu scurt (SWIR), reflexia este joasă în apropierea regiunilor spectrale albastre și roșii.

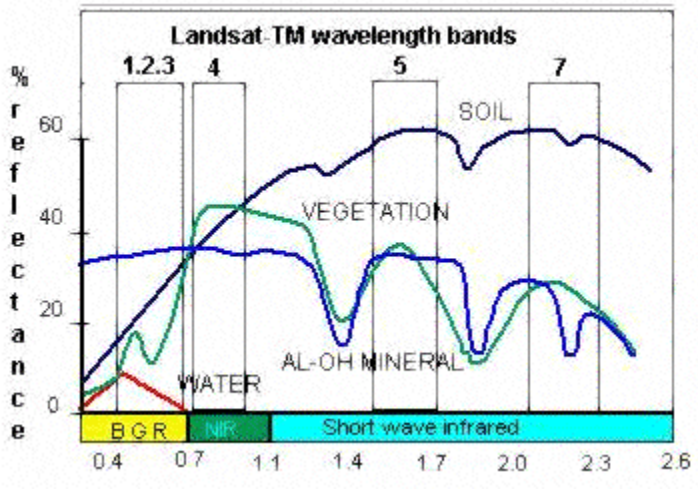



**Fig.3**. *Sursa: Centrul de Servicii de Date Geospațiale*
*http://gdsc.nlr.nl/en/information_observation/band_combinations*

Se observă schimbări la nivelul vegetației prin sintetizarea celor două benzi SWIR ale imaginilor din diferite perioade și folosirea combinației RGN:211. În albastru – masa vegetației iar în roșu – dispariția vegetației.

Așadar, imaginea de sinteză ne oferă observații vizuale referitoare la schimbările de la nivelul suprafeței acoperite de pădure. Această imagine de sinteză obținută este una de tip raster ce trebuie geocodată.

- *Detectarea zonelor cu luminozitate sporită*

Primul pas a fost detectarea creșterii reflexiei în banda SWIR. Pentru aceasta a fost realizat un simplu prag din banda 5 Landsat (SWIR) pentru a marca diferențele dintre imaginile satelitare din 2000 și 2011. Pragul a fost selectat în așa fel încât să includă toate zonele unde s-au înregistrat pierderi ale suprafeței forestiere. Cu toate acestea, zonele selectate au inclus și peisaje afectate de alți factori dinamici (zone agricole din cauza diferențelor dintre stagiile de rotație, zone umede cu fluctuații ale nivelului apei, etc.). Pentru a reduce „zgomotul" (fără vreo intensificare însemnată a reflexiei) și a detecta pragul de creștere semnificativă a grilei de clasificare a reflexiei, s-au derulat o serie de etape și operațiuni matematice.

- *Selectarea suprafețelor forestiere*

După efectuarea prelucrărilor, rezultatul nu cuprindea doar păduri. Astfel, pentru a exclude zonele non-forestiere din rezultate, a fost efectuată o clasificare nesupravegheată a imaginii inițiale (2000, Landat ETM+) Categoriile forestiere au fost etichetate manual. Imaginea rezultată a pus în evidență regiunile acoperite de pădure cu reflexivitate crescută (zone forestiere dispărute) pe o perioadă de 10 ani. Prin generalizare și prin selectarea poligoanelor (excluderea tuturor poligoanelor cu o suprafață de mai puțin de 1 ha. din analizele viitoare) au fost înlăturate elementele nedorite.

- *Verificarea manuală*

Dupa înlăturarea elementelor nedorite au fost efectuate prelucrări manuale - adăugări și eliminări de caracteristici, înlăturarea poligoanelor suprapuse, calcularea suprafețelor. Suprafețele au fost calculate în proiecția Albers Equal Area cu următorii parametri: Central Meridian = 25; 1st standard parallel = 42; 2 st standard parallel = 48 și False Easting = 8500000.

Procedura de cartografiere a fost descrisă în publicații (de exemplu, Archard et al. 2006; Pădurile din Rusia Europeană, zona centrală și nordică, 2008; Potapov et al. 2012).

a. b. c.

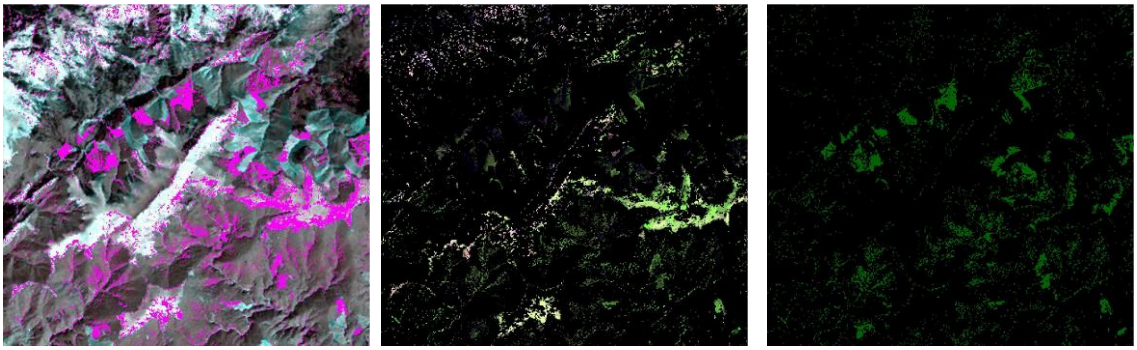
**Fig. 4.** *Seturi de date primare pentru analiza schimbărilor la nivelul zonelor acoperite de pădure*

a) O parte din imaginea ETM+ (2000), benzi: infraroșu apropiat, infraroșu scurt, roșu (RGB:543)

b) O parte din imaginea TM (2011), benzi: infraroșu apropiat, infraroșu scurt, roșu (RGB:543)

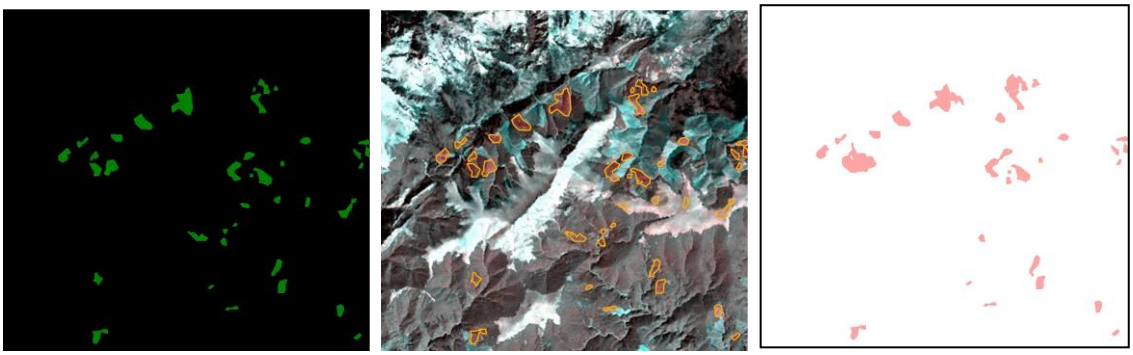
c) Sinteza benzilor infraroșii scurt (SWIR, 5) din imaginile ETM+ si TM

d) Culoarea roșie – creșterea reflexivității (potențial din cauza defrișărilor), culoarea albastră – scăderea reflectivității, culoarea albă – nicio schimbare a reflectivității.



a. b. c.

**Fig. 5.** *Zone forestiere unde s-a detectat o creștere semnificativă a luminozității*
a) Creștere semnificativă a luminozității (peste 5-10%)
b) Selectarea, filtrarea imaginii ETM+ cu zone unde s-a detectat o creștere semnificativă a luminozității
c) Clasificarea imaginilor mascate ETM+ cu definirea clasei forestiere



a. b. c.

**Fig. 6**. *Detectarea discrepanțelor: rezultate automate și control manual*
a) Generalizarea rezultatelor pe clasificare
b) Control manual, folosind imagini ETM+, TM și de sinteză
c) Discrepanțe apărute între imaginile ETM+ și TM

**Rezultate**

Pădurile acoperă 34% din suprafața României și sunt concentrate în principal în zona montană. În anul 2000, suprafața forestieră totală a fost de 8.171.399 de hectare. Suprafața forestieră totală despădurită și degradată, în perioada 2000-2011 a fost de 280.108 hectare (aproximativ 28.000 hectare pe an). Acest lucru înseamnă că în ultimii 10 ani, 3,4% din suprafața forestieră a României a fost distrusă sau s-a degradat.

**Publicații citate**


Archard, F., Mollicone, D., Stibig, H-J Aksenov, D.,Laestadius, L., Lid, Z, Potapov, P., Yaroshenko, A. (2006*): Zone cu schimbări bruște ale regiunilor forestiere din Eurasia boreală. Ecologie și management forestier*, vol. 237, numerele 1-3, pg. 322-334

Pădurile din Rusia europeană, părțile centrale și nordice (harta) / A. Yaroshenko, D. Dobrynin, A. Egorov, I. Zhuravleva, A. Manisha, P. Potapov, S. Turubanova, E. Khakimulin – Moscova, 2008 http://forestforum.ru/info/map_for_print.pdf

Potapov, P., A. Yaroshenko, S. Turubanova, I.Zhuravleva, A.Manisha, Schimbări ale zonelor forestiere în Nordul Rusiei Europene după căderea URSS: 1990-2005. Jurnalul Internațional de Cercetări Forestiere. 2012