



Universitatea *Transilvania* din Braşov

TEZĂ DE ABILITARE

***IDENTIFICAREA, EVALUAREA ŞI
MONITORIZAREA SCHIMBĂRILOR DIN
MEDIUL ÎNCONJURĂTOR FOLOSIND
METODE ALE TELEDETECŢIEI
SATELITARE***

Prof. univ. dr. ing. Iosif VOROVENCII

Prin cercetările realizate s-au identificat, evaluat și monitorizat probleme ale mediului înconjurător întâlnite în prezent, care au constituit practic și **subdirecții de cercetare**

Schimbările legate de utilizarea/acoperirea terenurilor după anul 1989

Neutilizarea terenurilor agricole, creșterea suprafețelor ocupate de terenurile agricole necultivate și de pășuni, extinderea suprafeței terenurilor construite. Studiul referitor la Copșa Mică a reliefat schimbările pozitive. Rezultate semnificative legate de analiza corelativă a indicelui *NDVI* cu temperatura de suprafață care au arătat că între acestea există o corelație negativă.

Evaluarea riscului la deșertificare în Dobrogea pe baza unei serii temporale de imagini satelitare

Hărți ale riscului la deșertificare și situația statistică a suprafețelor, pe grade de risc la deșertificare, care au reliefat trendul acestui fenomen pentru întreaga perioadă studiată.

Schimbările produse de factorii naturali și antropici în pădurile din zonele studiate

Au fost cercetate posibilitățile de utilizare a imaginilor satelitare la identificarea doborâturilor din pădurile de molid. S-au indentificat și evaluat pe imaginile satelitare exploatările forestiere necontrolate și tăierile ilegale de păduri precum și efectul acestora asupra mediului înconjurător. Au fost realizate cercetări privind efectul defrișărilor masive analizându-se mai mulți indicatori care caracterizează starea peisajelor

Evaluarea și monitorizarea exploatărilor de suprafață

Identificarea carierelor de calcar pe baza înregistrărilor satelitare dată fiind suprafața mică a acestora. S-a găsit cea mai bună combinație *RGB* prin care pot fi diferențiate exploatările de suprafață de detaliile cu comportament spectral asemănător din apropiere specifice terenurilor acoperite cu construcții din interiorul orașului. De asemenea, s-a urmărit stabilirea stadiului și intensității exploatărilor de calcar.

Metodele folosite - specifice teledetecției satelitare, în principal, cele care servesc la identificarea, evaluarea și monitorizarea schimbărilor

Metoda diferenței dintre benzi, dintre indicii de vegetație sau dintre diferite componente: banda TM4, indicii NDVI, SAVI, RVI, PC2, componentele TCB, TCG, TCW

Metoda analizei schimbărilor vectoriale: componentelor TCB și TCG, respectiv indicilor NDVI și BI (Copșa Mică) componentelor TCW și TCB, respectiv TCG, TCB și TCW (doborâturi de vânt), componentelor TCB și TCG (defișarea și regenerarea pădurilor)

Metoda analizei componentelor principale - identificarea doborâturilor de vânt din arboretele de molid - a fost aplicată componentei TCW și indicilor NDVI, SAVI și RVI

Metoda comparației postclasificare - evaluarea și monitorizarea schimbărilor utilizării/acoperirii terenurilor

Metoda clasificării prin arbori de decizie: MSAVI1, MSDI și Albedo

Metoda corelației dintre indicele NDVI și indicatorul LST

Metoda profilelor spectrale

Metoda comparației indicilor de vegetație: NDVI, SAVI, TSAVI1 și TSAVI2

Cercetări din sfera teledetecției satelitare - prelucrarea și interpretarea imaginilor satelitare - dedicate monitorizării resurselor naturale ale Pământului, inclusiv a schimbărilor apărute în mediul înconjurător

fotogrammetria clasică și digitală
pentru interpretarea fotogramelor și imaginilor aeriene în cazul datelor de referință

sistemele de poziționare globală GNSS
folosite la determinarea coordonatelor reperilor terestri pentru georeferențierea imaginilor satelitare

topografie, pentru identificarea zonelor studiate, la stabilirea eşantioanelor (culegerea semnăturilor spectrale sau la evaluarea preciziei clasificării conținutului imaginilor satelitare)

sisteme informaționale specifice domeniului de activitate, prin folosirea bazei de date cadastrale la identificarea eşantioanelor

1. IDENTIFICAREA, EVALUAREA ȘI MONITORIZAREA SCHIMBĂRILOR UTILIZĂRII/ACOPERIRII TERENURILOR

1.1. Identificarea, evaluarea și monitorizarea schimbărilor legate de utilizarea/acoperirea terenurilor pe baza metodei diferenței dintre indicii NDVI, componentele PC2 și benzile TM4 și metodei PCC

Vorovencii, I. (2014). Assessment of some remote sensing techniques used to detect land use/land cover changes in south-east Transilvania, Romania. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(5), 2685–2699 (**FI = 1,679**), (**SRI = 0,749**).

Obiectivele acestor cercetări au fost: (1) identificarea schimbărilor privind utilizarea/acoperirea terenurilor; (2) evaluarea metodelor de identificare a schimbărilor (metoda diferenței dintre imagini aplicată indicelui *NDVI*, celei de-a doua componente principale *PC2* și benzii *TM4* precum și metoda *PCC*); (3) analiza schimbărilor apărute în decursul perioadei 1993–2009.

Zona studiată

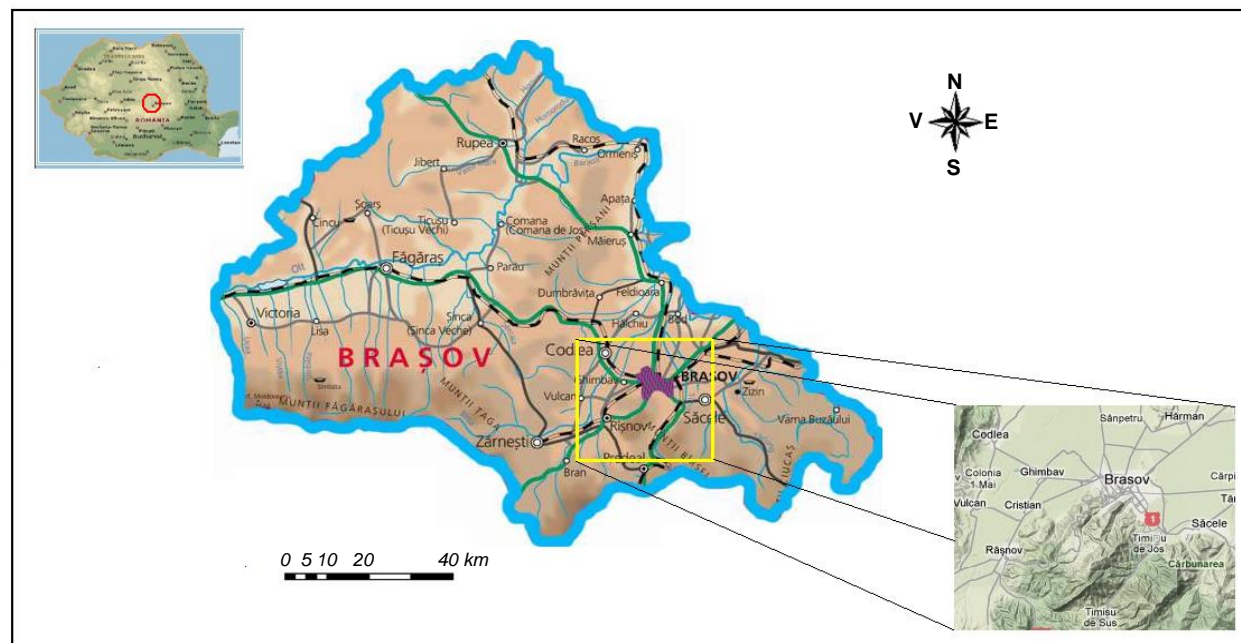
$45^{\circ}54'88''$ și $45^{\circ}73'50''$ LN
 $25^{\circ}41'16''$ și $25^{\circ}73'44''$ LE

Suprafața: 61677 ha

Altitudinea: 530 m - 1799 m

Temperatura medie anuală:
 6° – 8° C

Precipitațiile medii anuale:
600-1400 mm



Materialle și metode

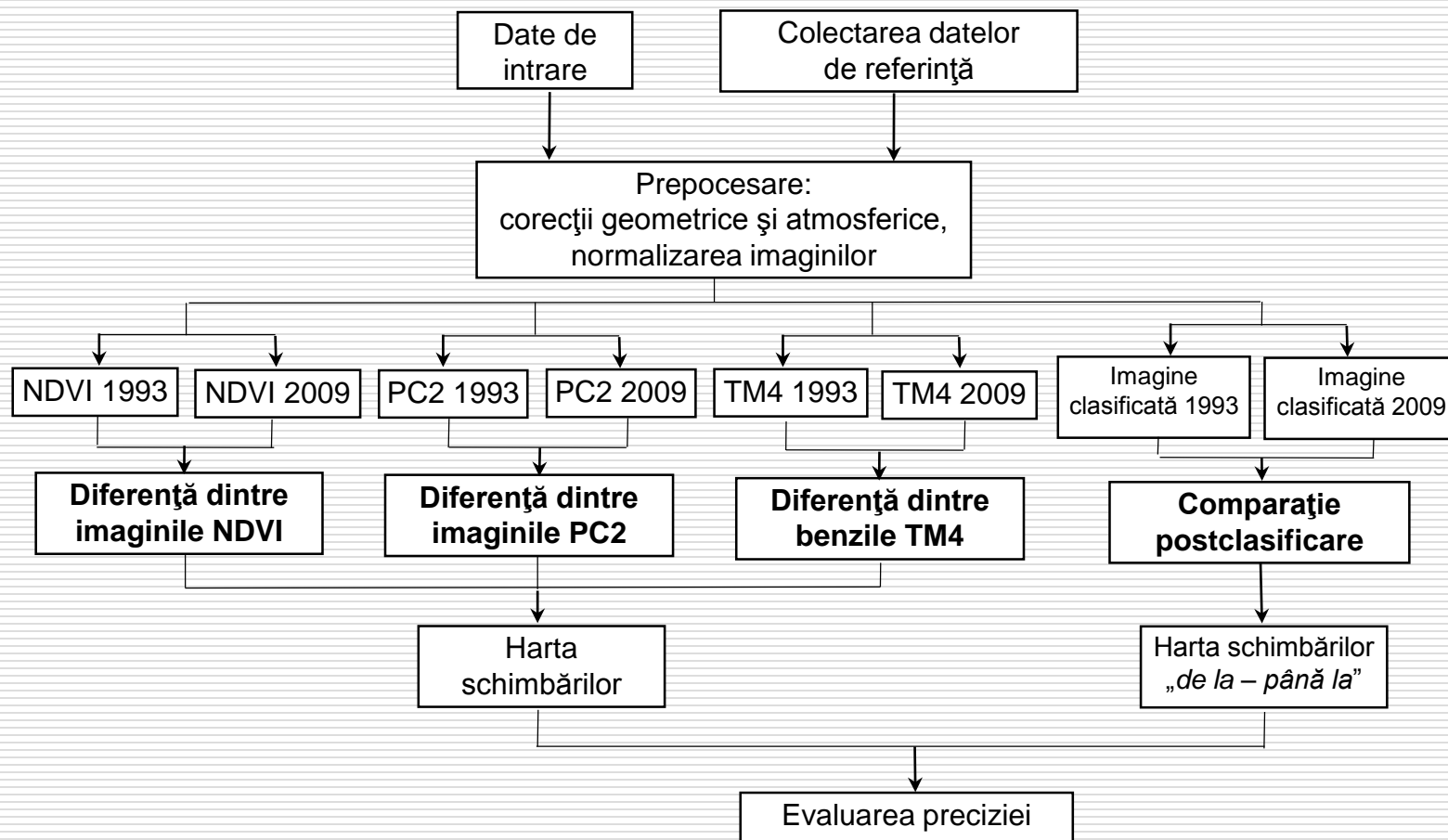
Imagini satelitare *Landsat 5 TM*: 05.08.1993 și 24.07.2009

Orbita 183, rândul 28, sistemul de proiecție *UTM*, zona 35 N, datum *WGS 84*

- fotograme la scara medie 1 : 12000

- planurile cadastrale, la scara 1 : 5000

- ortofotoplanuri la scara 1 : 1000 realizate în anul 2009



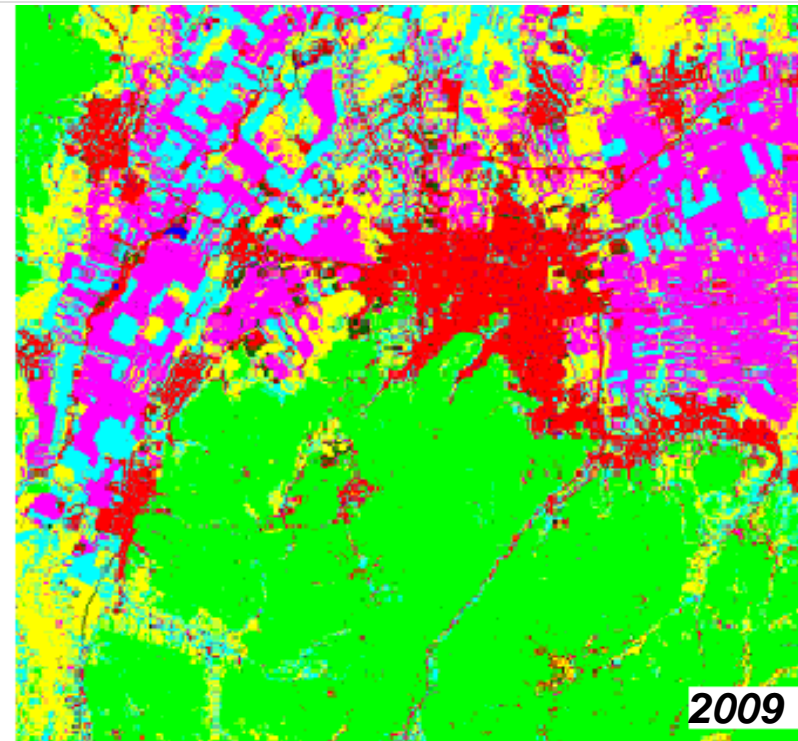
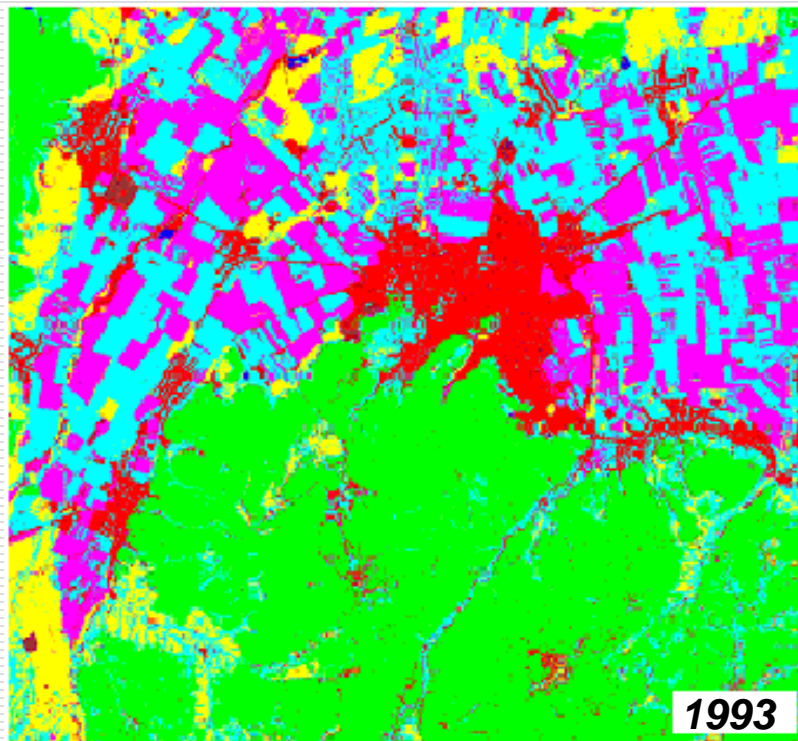
Rezultate și discuții

Precizia totală a clasificării 1993: **85,91%**

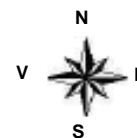
Coeficientul total $k = 0,8249$

Precizia totală a clasificării 2009: **88,18%**

Coeficientul total $k = 0,8497$





0 5 10 km




 Teren construit

 Pădure și arbuști

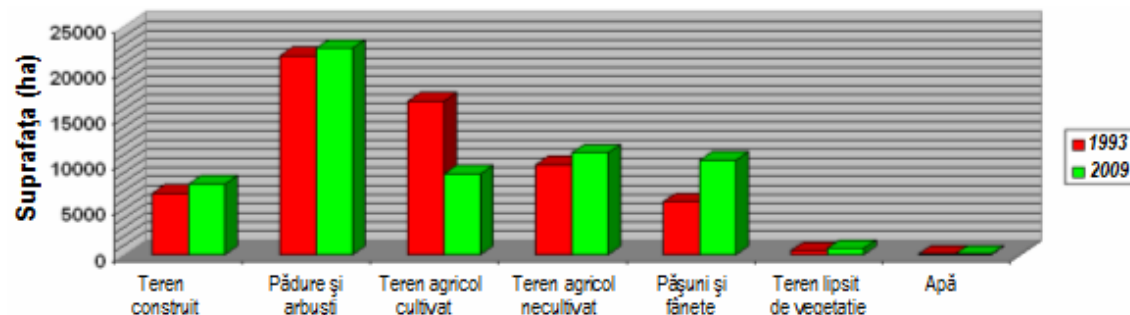
 Teren agricol cultivat

 Teren agricol necultivat

 Pășuni și fânețe

 Teren lipsit de vegetație

 Apă

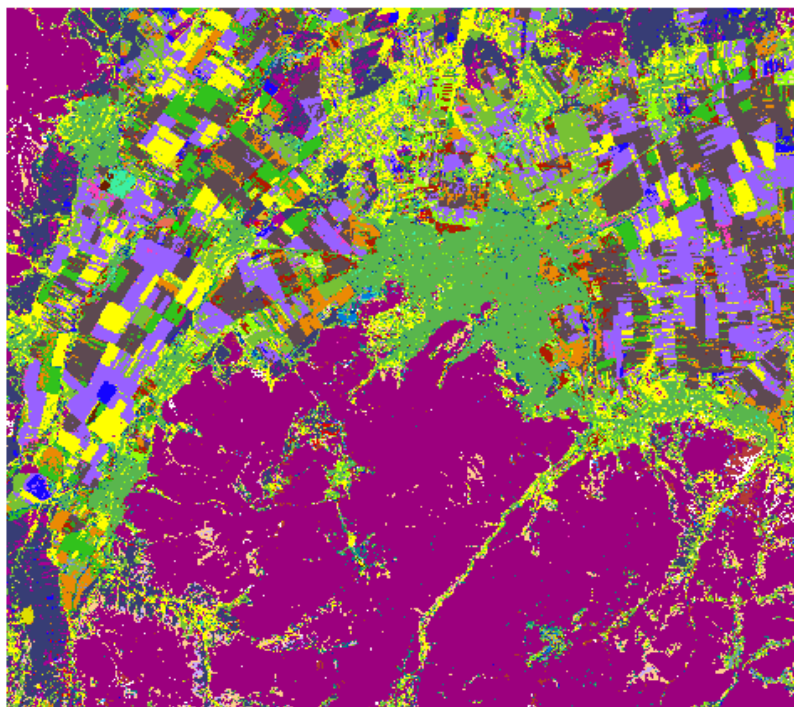


Situația suprafețelor claselor utilizării/acoperii terenurilor pentru anii 1993 și 2009

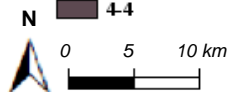
Suprafețele pe clase de utilizare/acoperire a terenurilor pentru anii 1993 și 2009

Clase de utilizare/acoperire a terenurilor	1993		2009		Schimbări relative	
	ha	%	ha	%	ha	%
Teren construit	6730	10,91	7732	12,54	+1002	+14,88
Pădure și arbuști	21889	35,49	22695	36,80	+806	+3,68
Teren agricol cultivat	16851	27,32	8859	14,36	-7992	-47,43
Teren agricol necultivat	9860	15,99	11215	18,18	+1355	+13,74
Pășuni și fânețe	5839	9,47	10379	16,83	+4540	+77,75
Teren lipsit de vegetație	440	0,71	713	1,15	+273	+62,05
Apă	68	0,11	84	0,14	+16	+23,53
Total	61677	100,00	61677	100,00	-	-

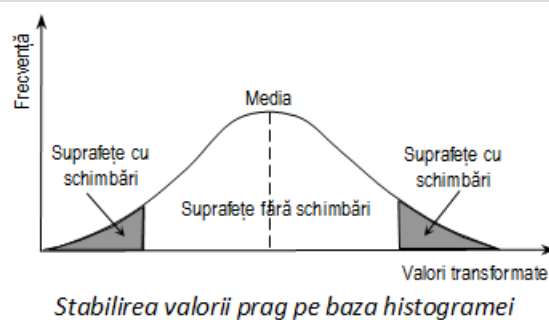
Anul 1993	Anul 2009	Suprafețe fără schimbări raportate la total suprafață		Suprafețe cu schimbări raportate la total suprafață	
		ha	%	ha	%
1	1	4930,38	7,99	–	–
1	2			309,78	0,50
1	3			565,56	0,92
1	4			411,48	0,67
1	5			338,85	0,54
1	6			137,70	0,22
1	7			36,72	0,06
2	1			229,41	0,37
2	2	21040,47	34,11	–	–
2	3			257,04	0,42
2	4			58,23	0,09
2	5			285,48	0,46
2	6			17,28	0,03
2	7			0,54	0,00



De la 1993 până la 2009



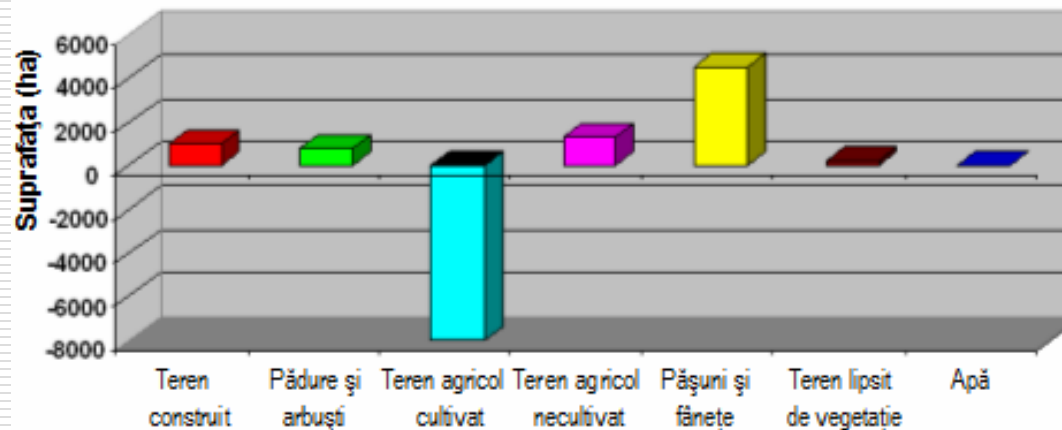
Imagine obținută prin comparație încrucișată cu informații de la 1993 până la 2009 privind utilizarea/acoperirea terenurilor:
 1-teren construit; 2-pădure și arbuști; 3-teren agricol cultivat; 4-teren agricol necultivat;
 5-pășuni și fânețe; 6-teren lipsit de vegetație; 7-apă



Abateri standard față de medie testate:
 $2,5s$; $2s$; $1,5s$; $1s$; $0,7s$; $0,6s$ și $0,5s$
 Pentru indicele NDVI: $0,6s$
 Pentru PC2 și TM4: $0,7s$

Preciziile obținute prin aplicarea metodei diferenței dintre imagini (NDVI, PC2, TM4) și metodei comparației postclasificare


Metodă	Abatere standard	Precizia totală	Precizia producătorului	Precizia utilizatorului	Coefficientul statistic k
Diferența NDVI	$0,6s$	83,80	71,93	78,85	0,6323
PCC	-	83,20	70,69	78,85	0,6206
Diferența PC2	$0,7s$	81,60	69,75	72,44	0,5759
Diferența TM 4	$0,7s$	79,40	66,46	68,59	0,5243



Situația suprafețelor claselor utilizării/acoperirii terenurilor pentru anii 1993 și 2009


Concluzii

Metoda comparației
postclasificare



-identificarea schimbărilor din punct
de vedere calitativ și cantitativ
-informații „de la 1993 până la 2009”
-precizia metodei depinde de precizia
clasificărilor individuale

Diferența imaginilor
(NDVI, PC2 și TM4)



depind de valoarea prag
stabilită între suprafețele cu
schimbări și cele fără schimbări

1.2. Identificarea, evaluarea și monitorizarea schimbărilor privind acoperirea terenurilor pe baza metodei analizei schimbărilor vectoriale

Vorovencii, I. (2014). A change vector analysis technique for monitoring land cover changes in Copsa Mica, Romania, in the period 1985–2011. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(9), 5951–5968 (**FI = 1,679**), (**SRI = 0,749**).

Obiectivul general a fost de a evalua metoda CVA aplicată componentelor *TCG* și *TCB* obținute din transformarea *TC* și indicilor *NDVI* și *BI*, în vederea monitorizării schimbărilor acoperirii terenurilor din perimetrul Copșa Mică pentru perioada 1985–2011.



Imagini de la Copșa Mică:

a) fabrica și terenul degradat din spatele acesteia. În dreapta imagini este partea abandonată din fabrică; b) și c) terenuri degradate prin poluare. În prim plan terenul este acoperit cu negru de fum iar în fundal pășunile și pădurea sunt grav afectate

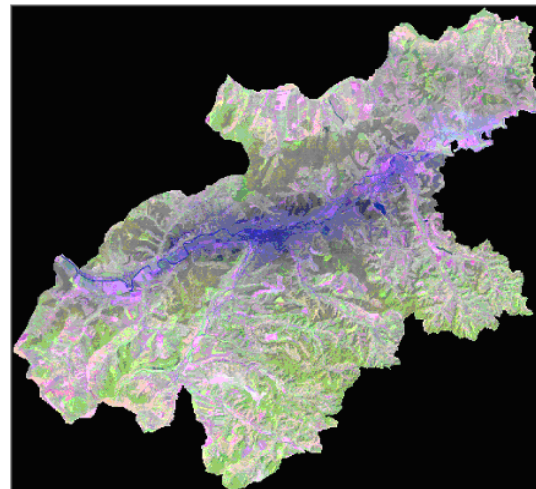
Zona studiată

Localizare:

45°57'08" și 46°15'44" LN

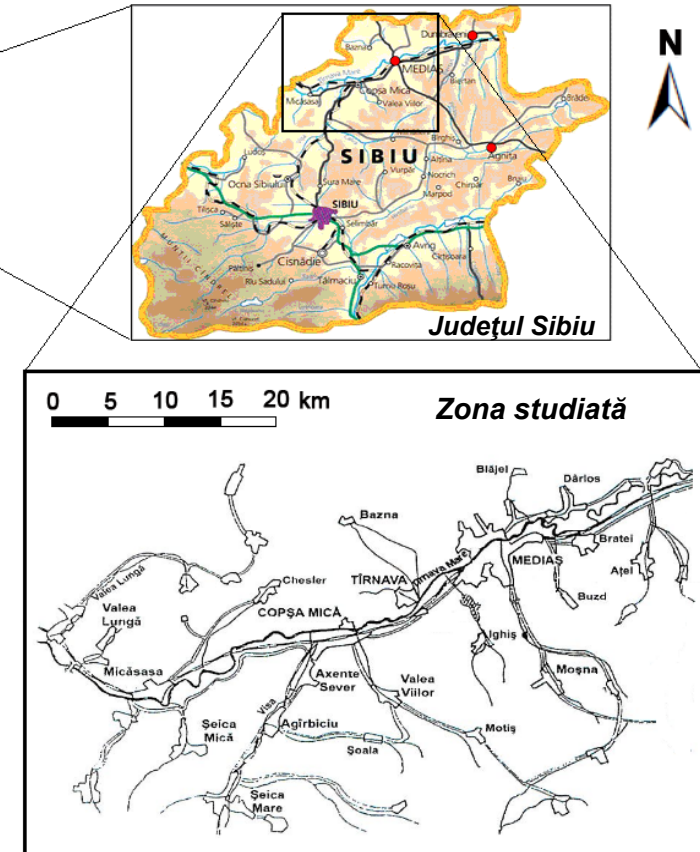
24°00'33" și 24°29'19" LE

Copșa Mică și împrejurimi –
contur Ocolul Silvic Mediaș
Suprafața: 64242 ha
Temperatura medie anuală:
9,6°–8,2° C



România

Landsat 5 TM 1985



Materiale

Imagini satelitare: Landsat 5 TM

29 iulie 1985,

07 august 1994

29 iunie 2003

22 august 2011

Orbita 184, rândul 28

Rezoluție spațială: 30 m

Alte date de referință:

Hărți ale arboretelor din

Ocolul Silvic Mediaș

Ortofotoplanuri – scara 1 : 5000

Hărți cadastrale

Hărți cu poluarea din zonă

Posibilele clase care redau direcția schimbărilor folosind componentele TCB și TCG, respectiv indicii NDVI și BI și descrierea schimbărilor

Clase	TCG și TCB			NDVI și BI		
	TCB	TCG	Descriere	BI	NDVI	Descriere
Clasa 1	+	+	Descreșterea vegetației	+	+	Reducerea umidității
Clasa 2	+	-	Extinderea solului gol	+	-	Extinderea solului gol
Clasa 3	-	-	Creșterea vegetației	-	-	Creșterea umidității
Clasa 4	-	+	Creșterea clorofilei	-	+	Creșterea clorofilei

Metode

Preprocesare

Georeferențierea imaginilor satelitare

Universal Transverse Mercator
zona 35 N, datum WGS 84 (Level 1T)
18 puncte de control terestre
RMSE 0.25 pixels (7.5 m)

Normalizarea relativă radiometrică

Automatic Scattergram-Controlled Regression
Imaginea 2011 – imagine de referință
Imaginile 1985, 1994, 2003 – imagini subiect

Calcularea NDVI

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

Calcularea indicelui Bare Soil

$$BI = \frac{(MIR + R) - (NIR + B)}{(MIR + R) + (NIR + B)}$$

Calcularea Tasseled Cap

TCG și TCB

Analiza schimbărilor vectoriale

Mărimea schimbărilor

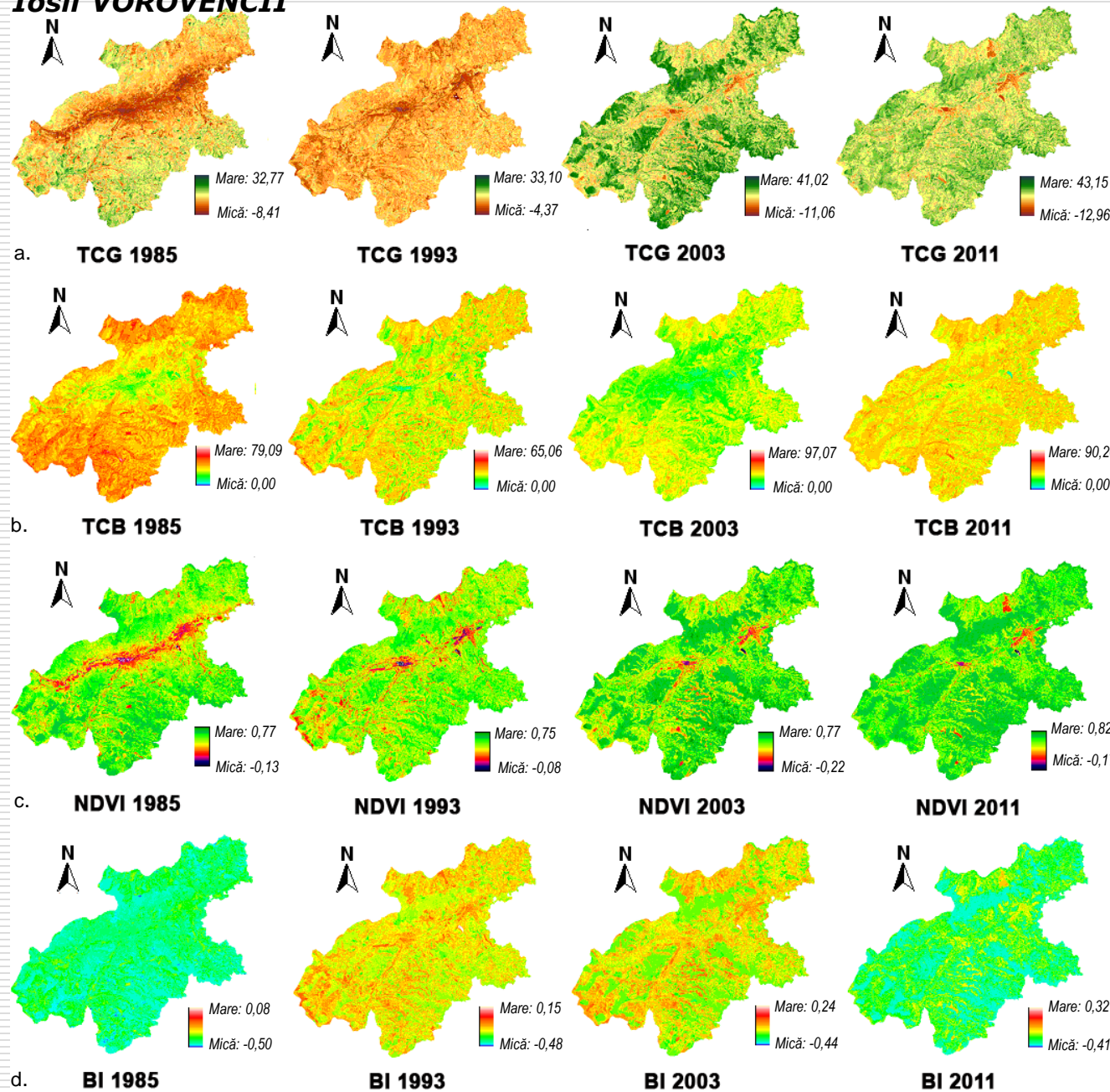
$$\Delta M_{TCG-TCB} = \sqrt{(date2_{TCG} - date1_{TCG})^2 + (date2_{TCB} - date1_{TCB})^2}$$

$$\Delta M_{NDVI-BI} = \sqrt{(date2_{NDVI} - date1_{NDVI})^2 + (date2_{BI} - date1_{BI})^2}$$

Direcția schimbărilor

$$tg\alpha_{TCG-TCB} = \frac{date2_{TCB} - date1_{TCB}}{date2_{TCG} - date1_{TCG}}$$

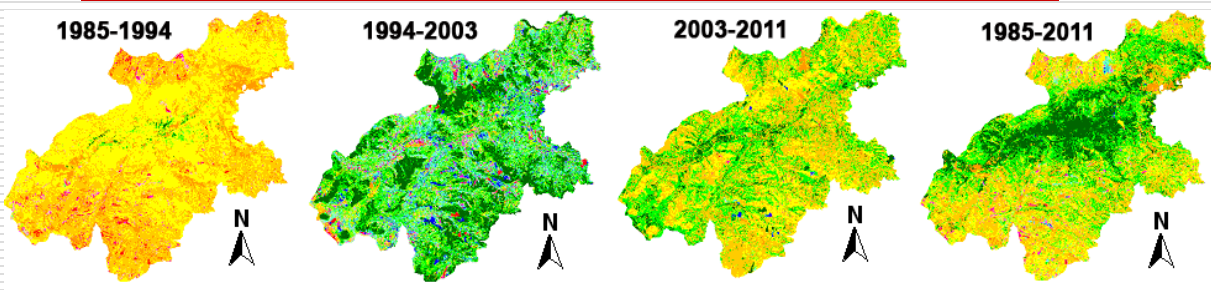
$$tg\alpha_{NDVI-BI} = \frac{date2_{BI} - date1_{BI}}{date2_{NDVI} - date1_{NDVI}}$$



Imaginile din 1985, 1993, 2003, 2011 ale componentelor TCG și TCB și ale indicilor NDVI și BI care au permis evidențierea schimbărilor legate de acoperirea terenurilor:

a) componenta TCG arată că în perioada 1985–2011 au apărut schimbări importante legate de acoperirea terenului. În 1985 suprafețele puternic afectate de poluare erau concentrate pe culoarul Târnavei, de la nord-est spre sud-vest; b) componenta TCB indică suprafețele cu sol descoperit răspândite pe versanții Văii Târnavei; c) indicele NDVI evidențiază că între 1985 și 2011 au avut loc creșteri ale cantității de clorofilă și ale vigorii vegetației (culoarea verde). În 2011 mai erau evidențiate numai câteva locații afectate de poluare (culoarea roșu); d) indicele BI arată suprafețele cu teren descoperit afectate de poluarea cu metale grele. În 2011 cea mai afectată locație era în partea nordică (culoarea roșu) iar cele moderat afectate erau răspândite în cuprinsul zonei analizate (culoarea galben)

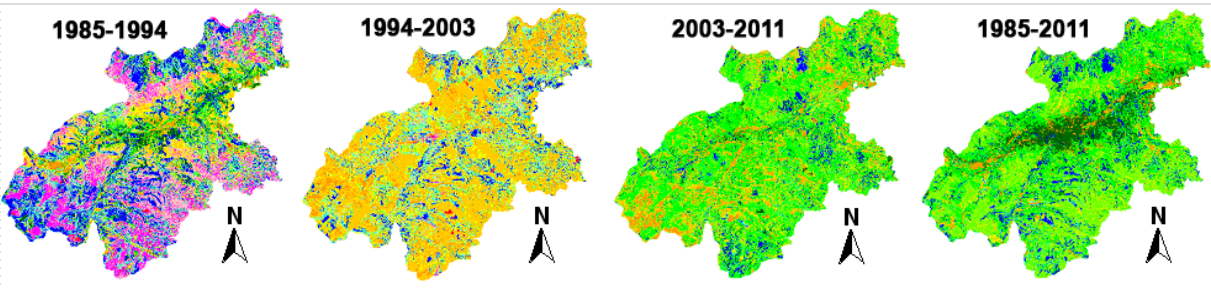
Clasele cu schimbări	1985-1994		1994-2003		2003-2011		1985-2011	
	TCG-TCB	NDVI-BI	TCG-TCB	NDVI-BI	TCG-TCB	NDVI-BI	TCG-TCB	NDVI-BI
Slab	8,29-15,35	0,01-0,11	0,73-4,91	0,00-0,10	2,77-7,76	0,02-0,12	1,04-7,66	0,03-0,15
Mediu	15,35-18,42	0,11-0,20	4,91-9,09	0,10-0,20	7,76-12,75	0,12-0,22	7,66-14,28	0,15-0,26
Puternic	18,42-23,48	0,20-0,30	9,09-13,28	0,20-0,30	12,75-17,76	0,22-0,32	14,28-20,91	0,26-0,38
Valoare prag	8,29/23,48 (±2s)	0,01/0,30 (±1,5s)	0,73/13,28 (±1,5s)	0,00/0,30 (±1,5s)	2,77/17,76 (±2s)	0,02/0,32 (±2s)	1,04/20,91 (±2s)	0,03/0,38 (±2s)



LEGENDA

Descreșterea vegetației	Extinderea solului gol	Creșterea vegetației	Creșterea clorofilei
slab	slab	slab	slab
mediu	mediu	mediu	mediu
puternic	puternic	puternic	puternic

Imagini obținute prin comparație încrucișată care redau mărimea și direcția schimbărilor pe baza componentelor TCG și TCB. În perioada 1985-2011 peisajul a început să-și recapete aspectul normal prin regenerarea pădurii și a covorului erbaceu, creșterea cantității de clorofilă și a vigorii vegetației (culorile verde și galben)



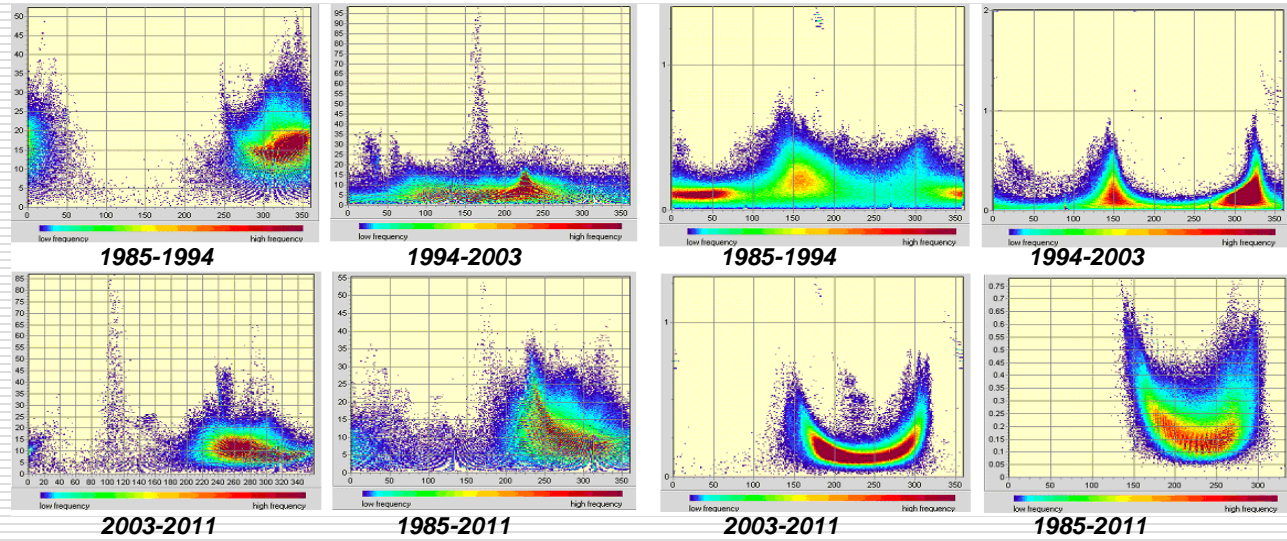
LEGENDA

Descreșterea umidității	Extinderea solului gol	Creșterea umidității	Creșterea clorofilei
slab	slab	slab	slab
mediu	mediu	mediu	mediu
puternic	puternic	puternic	puternic

Imagini obținute prin comparație încrucișată care redau mărimea și direcția schimbărilor pe baza indicilor NDVI și BI. Suprafețele cu teren gol, lipsit de vegetație (culoarea albastru) au scăzut considerabil în perioada 1985-2011. În anul 2011 puteau fi, totuși, identificate suprafețe izolate cu teren gol, cele mai mari în partea nordică a suprafeței analizate, datorită poluării solului cu metale grele

Clase ale schimbării	1985–1994			1994–2003			2003–2011			1985–2011		
	Suprafață (ha)	Procent din peisaj	Procent din categorie	Suprafață (ha)	Procent din peisaj	Procent din categorie	Suprafață (ha)	Procent din peisaj	Procent din categorie	Suprafață (ha)	Procent din peisaj	Procent din categorie
Sector 1 (0°–90°) Descreșterea vegetației												
Slab	1109	1,72	41,29	2256	3,50	51,90	62	0,10	33,16	906	1,41	57,71
Mediu	654	1,02	24,35	1271	1,98	29,24	100	0,15	53,47	534	0,83	34,01
Puternic	923	1,44	34,36	820	1,28	18,86	25	0,04	13,37	130	0,20	8,28
Total	2686	4,18	100,00	4347	6,76	100,00	187	0,29	100,00	1570	2,44	100,00
Sector 2 (90°–180°) Extinderea solului gol												
Slab	17	0,03	100,00	7211	11,23	49,70	90	0,14	34,62	460	0,72	70,23
Mediu	0	0,00	0,00	5478	8,53	37,75	58	0,09	22,31	154	0,24	23,51
Puternic	0	0,00	0,00	1821	2,83	12,55	112	0,17	43,07	41	0,06	6,26
Total	17	0,03	100,00	14510	22,59	100,00	260	0,40	100,00	655	1,02	100,00
Sector 3 (180°–270°) Creșterea vegetației												
Slab	507	0,79	57,16	10377	16,15	25,02	2892	4,50	12,36	4079	6,35	13,40
Mediu	175	0,27	19,73	15923	24,78	38,40	16366	25,47	69,97	15716	24,46	51,63
Puternic	205	0,32	23,11	15170	23,61	36,58	4131	6,43	17,67	10644	16,56	34,97
Total	887	1,38	100,00	41470	64,54	100,00	23389	36,40	100,00	30438	47,37	100,00
Sector 4 (270°–360°) Creșterea clorofilei												
Slab	28977	45,10	47,77	2188	3,41	55,75	11672	18,18	28,88	10662	16,59	33,75
Mediu	21289	33,13	35,09	1178	1,83	30,01	26055	40,55	64,47	17849	27,78	56,51
Puternic	10396	16,18	17,14	559	0,87	14,24	2689	4,18	6,65	3077	4,78	9,74
Total	60662	94,41	100,00	3925	6,11	100,00	40416	62,91	100,00	31588	49,17	100,00
Total general	64252	100,00		64252	100,00		64252	100,00		64252	100,00	

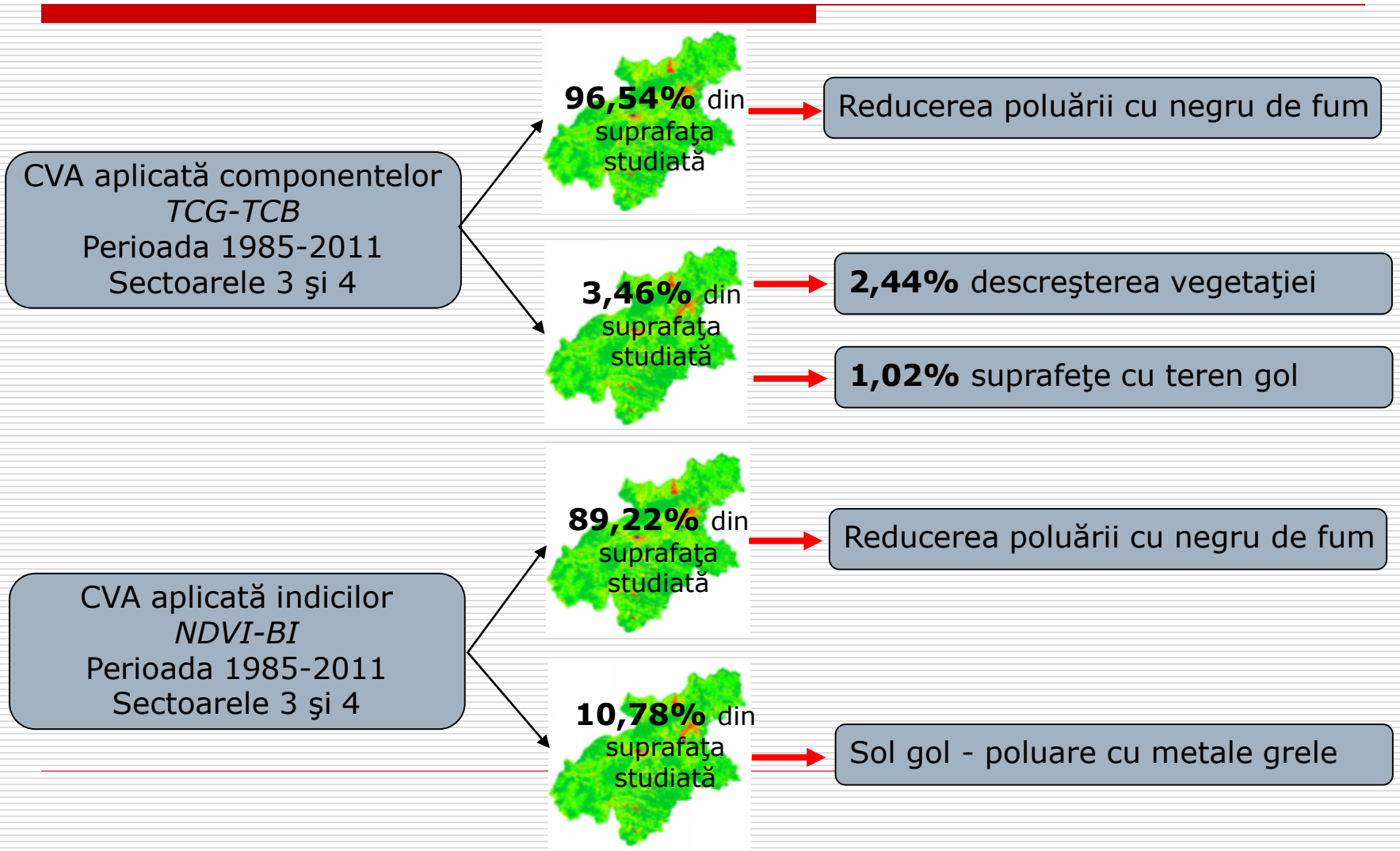
Clase ale schimbării	1985–1994			1994–2003			2003–2011			1985–2011		
	Suprafață (ha)	Procent din peisaj	Procent din categorie	Suprafață (ha)	Procent din peisaj	Procent din categorie	Suprafață (ha)	Procent din peisaj	Procent din categorie	Suprafață (ha)	Procent din peisaj	Procent din categorie
Sector 1 (0°–90°) Reducerea umidității												
Slab	11149	17,35	57,51	1654	2,57	83,54	5	0,01	41,67	–	–	–
Mediu	7797	12,14	40,22	188	0,29	9,49	1	0,00	8,33	–	–	–
Puternic	440	0,68	2,27	138	0,22	6,97	6	0,01	50,00	–	–	–
Total	19386	30,17	100,00	1980	3,08	100,00	12	0,02	100,00	–	–	–
Sector 2 (90°–180°) Extinderea solului gol												
Slab	5084	7,91	22,05	6302	9,80	39,71	160	0,25	2,95	103	0,16	1,49
Mediu	7826	12,18	33,95	5349	8,33	33,71	2029	3,16	37,44	2398	3,73	34,62
Puternic	10144	15,79	44,00	4219	6,57	26,58	3230	5,03	59,61	4425	6,89	63,89
Total	23054	35,88	100,00	15870	24,70	100,00	5419	8,44	100,00	6926	10,78	100,00
Sector 3 (180°–270°) Creșterea umidității												
Slab	3218	5,00	30,97	3812	5,94	93,59	13497	21,00	30,61	17870	27,81	35,89
Mediu	3978	6,19	38,29	254	0,39	6,24	29055	45,22	65,88	25902	40,31	52,02
Puternic	3194	4,98	30,74	7	0,01	0,17	1546	2,41	3,51	6019	9,37	12,09
Total	10390	16,17	100,00	4073	6,34	100,00	44098	68,63	100,00	49791	77,49	100,00
Sector 4 (270°–360°) Creșterea clorofilei												
Slab	4279	6,66	37,46	10260	15,97	24,24	902	1,40	6,13	794	1,24	10,54
Mediu	4737	7,37	41,48	21867	34,03	51,66	8007	12,46	54,38	3528	5,49	46,82
Puternic	2406	3,75	21,06	10202	15,88	24,10	5814	9,05	39,49	3213	5,00	42,64
Total	11422	17,78	100,00	42329	65,88	100,00	14723	22,91	100,00	7535	11,73	100,00
Total general	64252	100,00		64252	100,00		64252	100,00		64252	100,00	



a. b.

Histograme bidimensionale care arată direcția schimbărilor versus mărimea schimbărilor pentru perioadele analizate (direcția este reprezentată pe abscisă iar mărimea pe ordonată):
 a) cazul componentelor TCG–TCB care arată că cele mai multe schimbări au apărut în sectoarele 3 și 4; b) cazul indicilor NDVI–BI care evidențiază faptul că în sectoarele 2, 3 și 4 au apărut cele mai multe schimbări

Concluzii

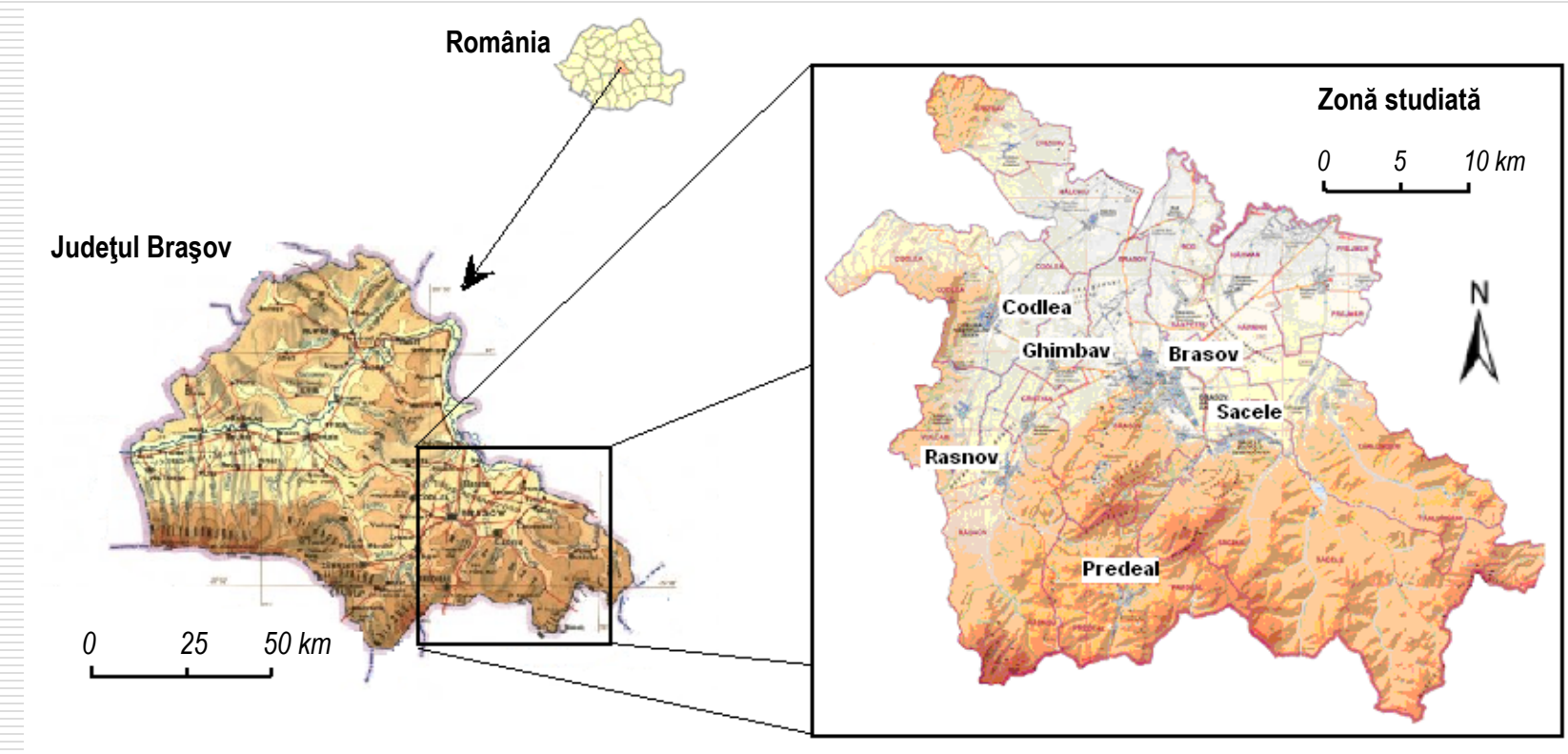


1.3. Identificarea, evaluarea și monitorizarea schimbărilor utilizării/acoperirii terenurilor folosind metoda comparației postclasificare

Vorovencii, I. (2013). Analysis of the changes in the metropolitan area of Brasov, Romania, using Landsat multitemporal satellite images. *Environmental Engineering and Management Journal*, (http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/pdfs/accepted/394_94_Vorovencii_13.pdf) (**FI = 1,258**) (**SRI = 0,111**).

Obiectivele acestor cercetări au fost: (1) clasificarea conținutului imaginilor satelitare și cartografierea schimbărilor pentru perioada 1987–2009 prin metoda comparației postclasificare (PCC); (2) evaluarea preciziei clasificărilor și a schimbărilor utilizării/acoperirii terenurilor; (3) identificarea și analiza schimbărilor pe clase de utilizare/acoperire a terenurilor.

Zona luată în studiu



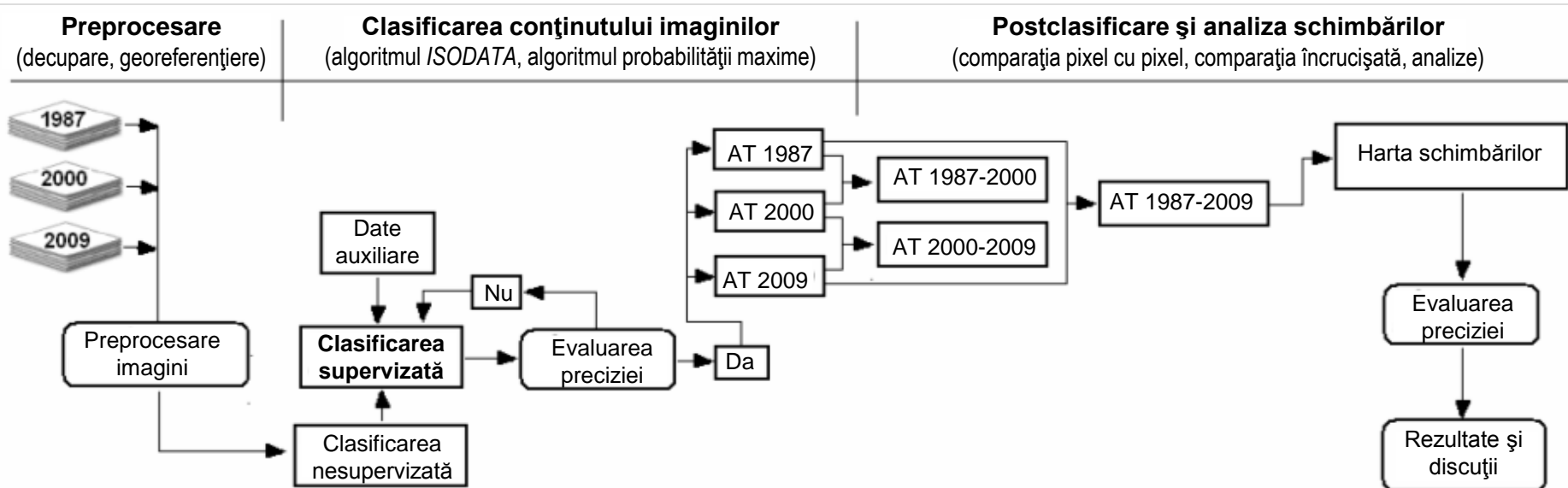
Localizare: $45^{\circ}26'32''$ și $46^{\circ}51'54''$ LN
 $25^{\circ}17'59''$ și $25^{\circ}59'30''$ LE

Conturul zonei metropolitane Brașov
Suprafața: 141229 ha

Materiale și metode

Imagini satelitare Landsat 5 TM (14.09.1987 și 24.07.2009)
Landsat 7 ETM+ (05.06.2000)

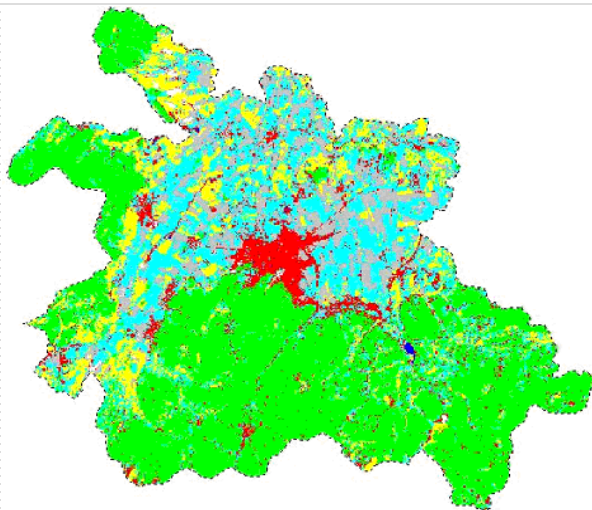
Date de referință: fotograme alb-negru (1 : 12000 – 1 : 15000), ridicările topografice și cadastrale (1999–2002), ortofotoplanuri (1 : 5000) întocmite în perioada 2003–2005, ortofotoplanuri (1 : 1000) întocmite în anul 2009, imagine satelitară *Ikonos 2* preluată în anul 2005



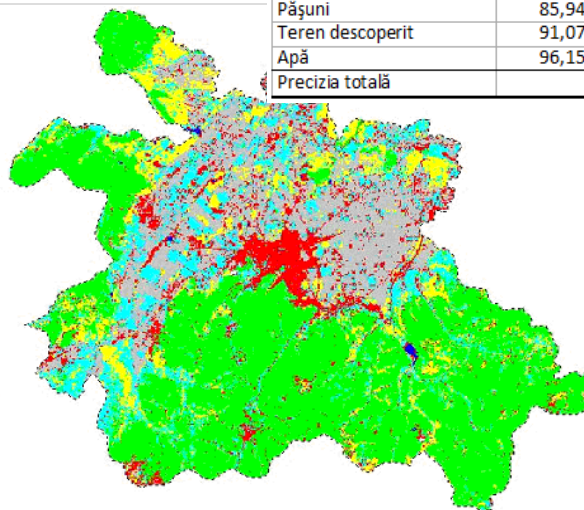
Prezentarea preciziilor obținute în urma clasificării imaginilor Landsat din anii 1987, 2000 și 2009

Rezultate și discuții

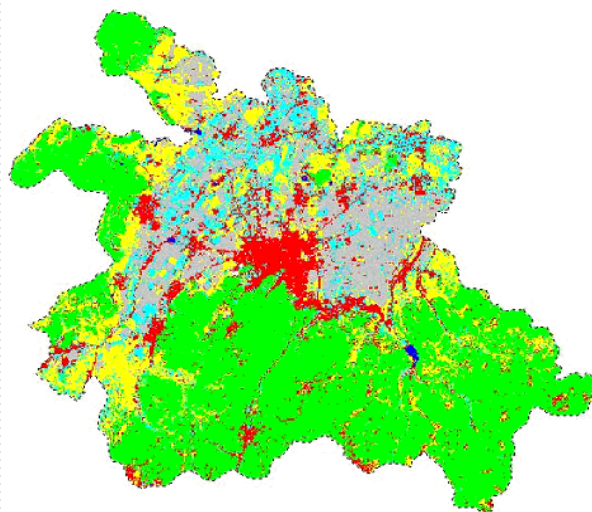
Denumirea clasei	1987		2000		2009	
	Precizia producătorului	Precizia utilizatorului	Precizia producătorului	Precizia utilizatorului	Precizia producătorului	Precizia utilizatorului
Teren construit	81,69	96,67	87,50	93,33	84,06	96,67
Pădure	88,89	93,33	96,67	96,67	96,67	96,67
Teren agricol cultivat	92,73	85,00	88,52	90,00	87,69	95,00
Teren agricol necultivat	86,44	85,00	84,38	90,00	94,64	88,33
Pășuni	85,94	91,67	85,48	88,33	93,22	91,67
Teren descoperit	91,07	85,00	96,30	86,67	95,08	96,67
Apă	96,15	83,33	96,36	88,33	98,00	81,67
Precizia totală	88,57%		90,48%		92,38%	



1987



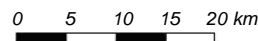
2000



2009

LEGENDA

- Teren construit
- Pădure
- Teren agricol cultivat
- Teren agricol necultivat
- Pășuni
- Teren descoperit
- Apă

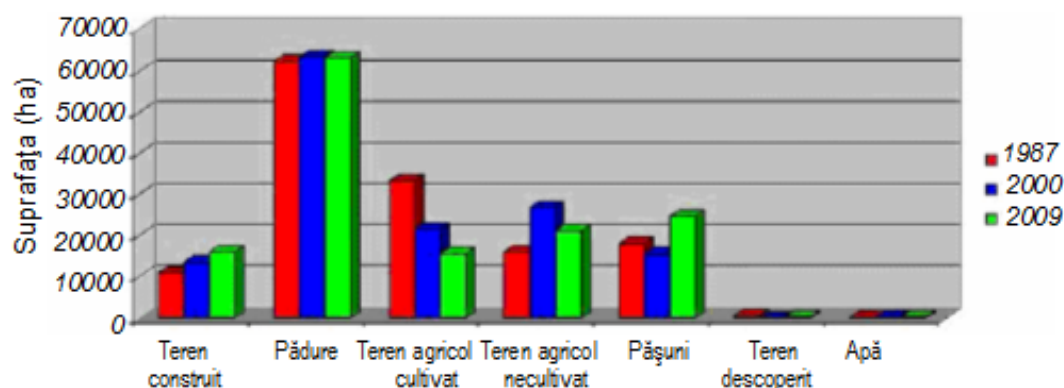


Coefficientul k pentru fiecare clasă și imagine

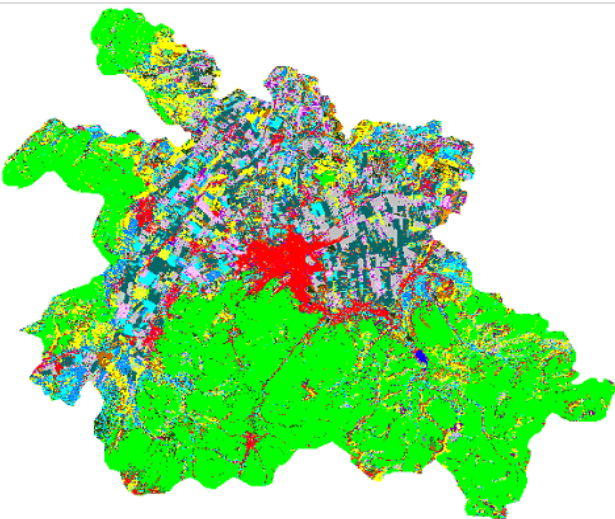
Denumirea clasei	Coeficient k		
	1987	2000	2009
Teren construit	0,96	0,92	0,96
Pădure	0,92	0,96	0,96
Teren agricol cultivat	0,83	0,88	0,94
Teren agricol necultivat	0,83	0,88	0,87
Pășuni	0,90	0,86	0,90
Teren descoperit	0,83	0,85	0,96
Apă	0,81	0,87	0,79
Coeficientul k total	0,87	0,89	0,91

Situația suprafețelor după clasificarea imaginilor Landsat din anii 1987, 2000 și 2009

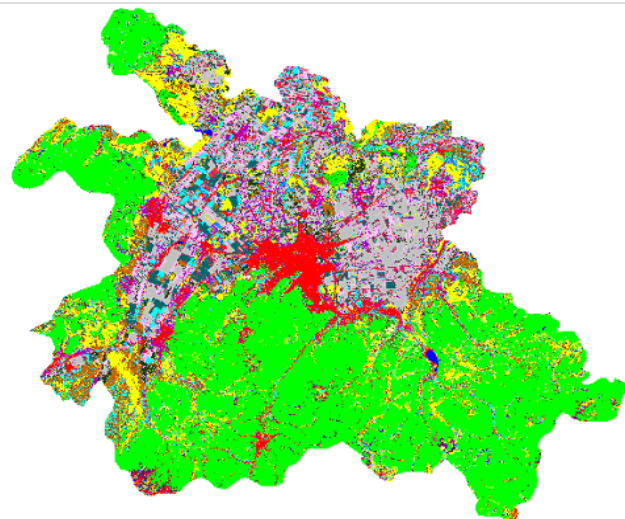
Denumirea clasei	1987		2000		2009		Schimbări relative, 1987–2009 (%)
	ha	%	ha	%	ha	%	
Teren construit	10924	7,73	13565	9,60	15917	11,27	45,71
Pădure	62287	44,10	63210	44,76	63055	44,65	1,23
Teren agricol cultivat	33306	23,59	21731	15,39	15625	11,06	-53,09
Teren agricol necultivat	15979	11,31	26868	19,02	21165	14,99	32,46
Pășuni	17968	12,73	15585	11,04	24751	17,52	37,75
Teren descoperit	626	0,44	46	0,03	432	0,31	-30,97
Apă	139	0,10	223	0,16	285	0,20	104,85
Total	141229	100,00	141229	100,00	141229	100,00	



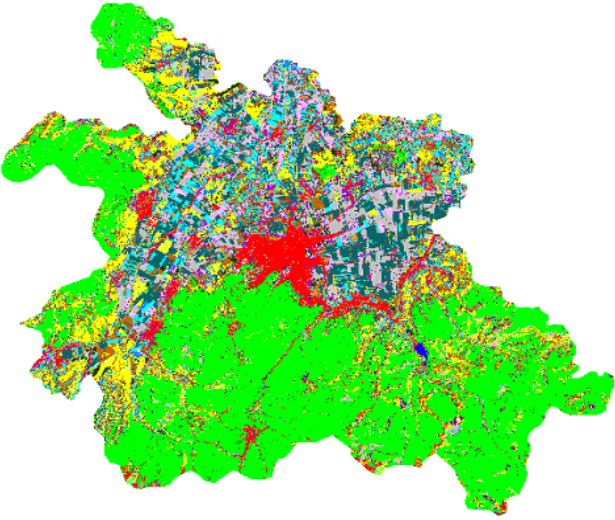
Clasele de utilizare/acoperire a terenurilor pentru 1987, 2000 și 2009



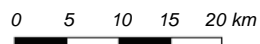
1987-2000



2000-2009



1987-2009



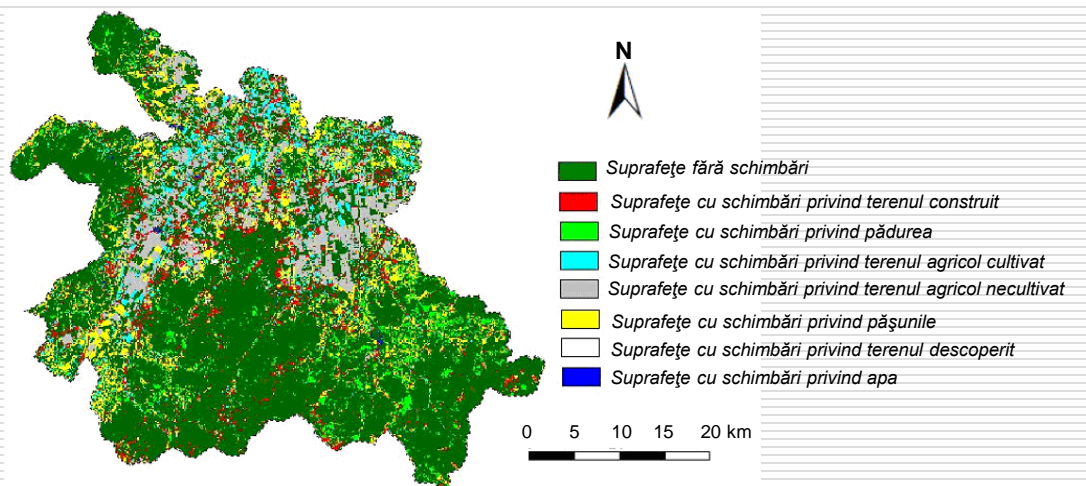
LEGENDA:

1 1	1 2	1 3	1 4	1 5	1 6	1 7
2 1	2 2	2 3	2 4	2 5	2 6	2 7
3 1	3 2	3 3	3 4	3 5	3 6	3 7
4 1	4 2	4 3	4 4	4 5	4 6	4 7
5 1	5 2	5 3	5 4	5 5	5 6	5 7
6 1	6 2	6 3	6 4	6 5	6 6	6 7
7 1	7 2	7 3	7 4	7 5	7 6	7 7

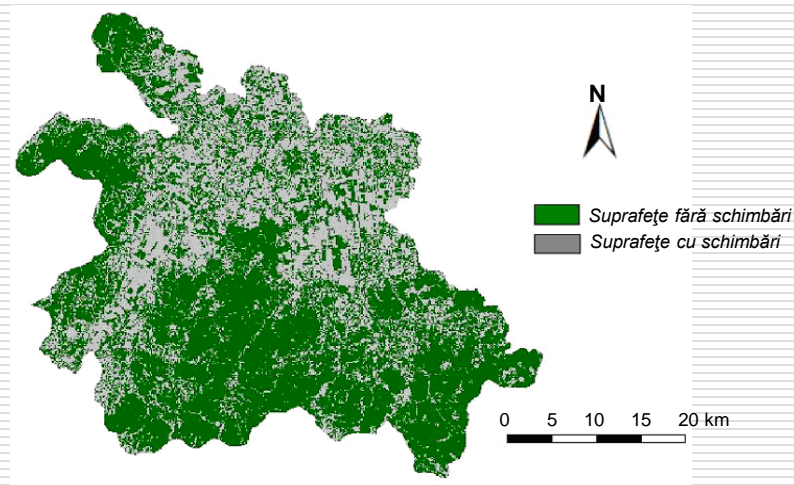
Hărțile schimbărilor „de la – până la” obținute prin metoda PCC:
 1-teren construit; 2-pădure; 3-teren agricol cultivat; 4-teren agricol necultivat; 5-pășuni; 6-teren descoperit; 7-apă

Suprafețele, în ha, care redau schimbările privind utilizarea/acoperirea terenurilor pentru perioadele analizate

1987-2000								
Denumirea clasei	Teren construit	Pădure	Teren agricol cultivat	Teren agricol necultivat	Pășuni	Teren descoperit	Apă	Total
2000	1987							
Teren construit	5867	1241	3308	2210	754	152	33	13565
Pădure	1522	58020	2682	45	914	27	0	63210
Teren agricol cultivat	1846	2161	9657	3201	4798	66	2	21731
Teren agricol necultivat	1293	197	12,578	9001	3619	179	1	26868
Pășuni	314	639	5063	1505	7878	186	0	15585
Teren descoperit	8	12	8	2	3	13	0	46
Apă	73	17	10	14	3	3	104	223
Total	10924	62287	33306	15979	17968	626	139	141229
2000-2009								
Denumirea clasei	Teren construit	Pădure	Teren agricol cultivat	Teren agricol necultivat	Pășuni	Teren descoperit	Apă	Total
2009	2000							
Teren construit	7396	1310	2359	3866	961	11	15	15917
Pădure	988	59436	1959	55	588	12	17	63055
Teren agricol cultivat	1647	783	5590	6033	1569	1	1	15625
Teren agricol necultivat	2407	161	4177	13155	1264	0	1	21165
Pășuni	899	1511	7593	3604	11142	0	1	24751
Teren descoperit	161	3	44	147	56	22	0	432
Apă	68	6	10	7	6	0	188	285
Total	13565	63210	21731	26868	15585	46	223	141229
1987-2009								
Denumirea clasei	Teren construit	Pădure	Teren agricol cultivat	Teren agricol necultivat	Pășuni	Teren descoperit	Apă	Total
2009	1987							
Teren construit	6789	1770	3859	2328	1017	125	29	15917
Pădure	1638	57753	2804	17	816	27	0	63055
Teren agricol cultivat	982	930	7520	3522	2619	50	2	15625
Teren agricol necultivat	650	257	10152	7244	2691	169	2	21165
Pășuni	651	1563	8814	2732	10764	226	0	24751
Teren descoperit	114	6	138	103	45	25	0	432
Apă	101	9	17	32	16	4	106	285
Total	10924	62287	33306	15979	17968	626	139	141229



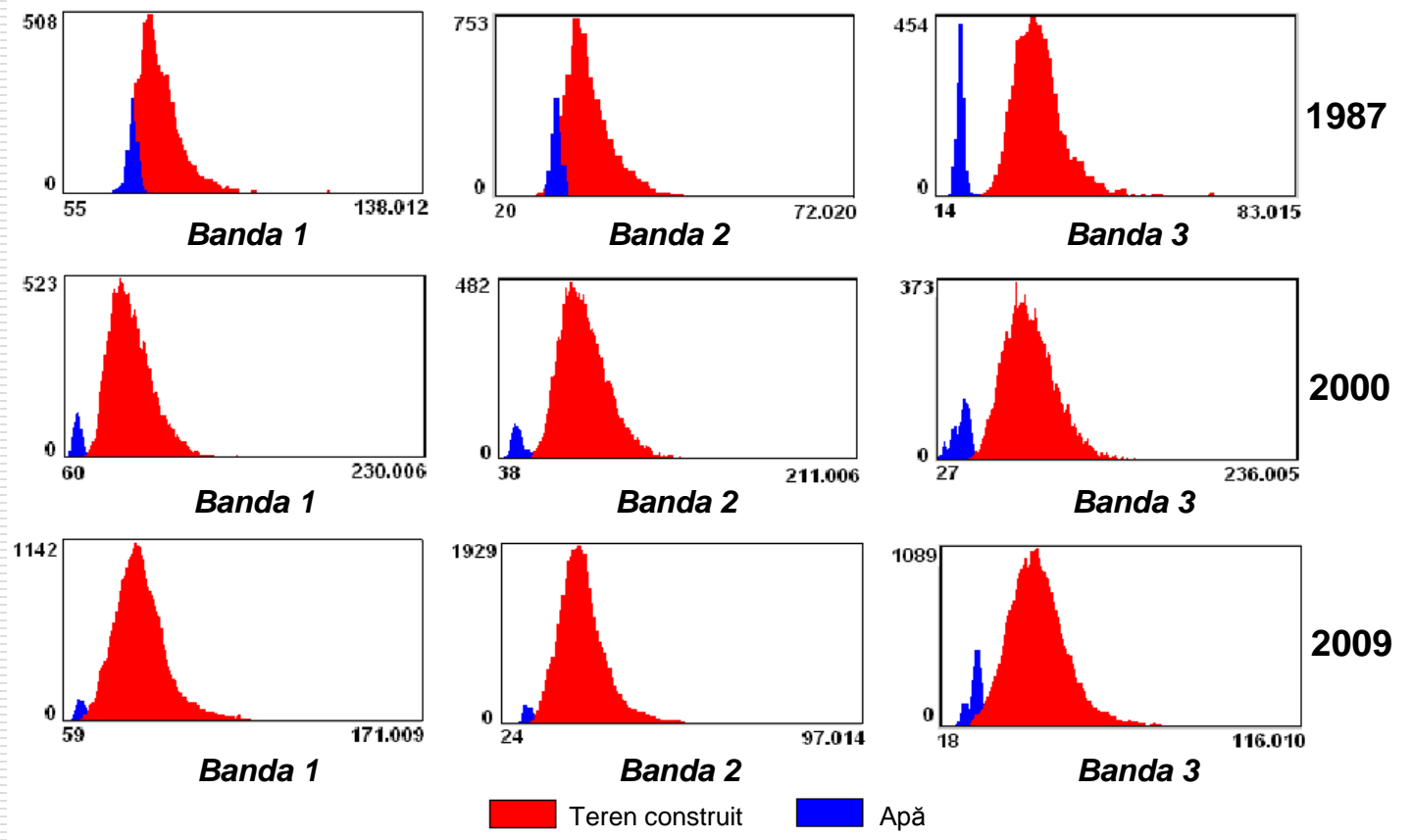
Harta schimbărilor pe clase de utilizare/acoperire a terenurilor



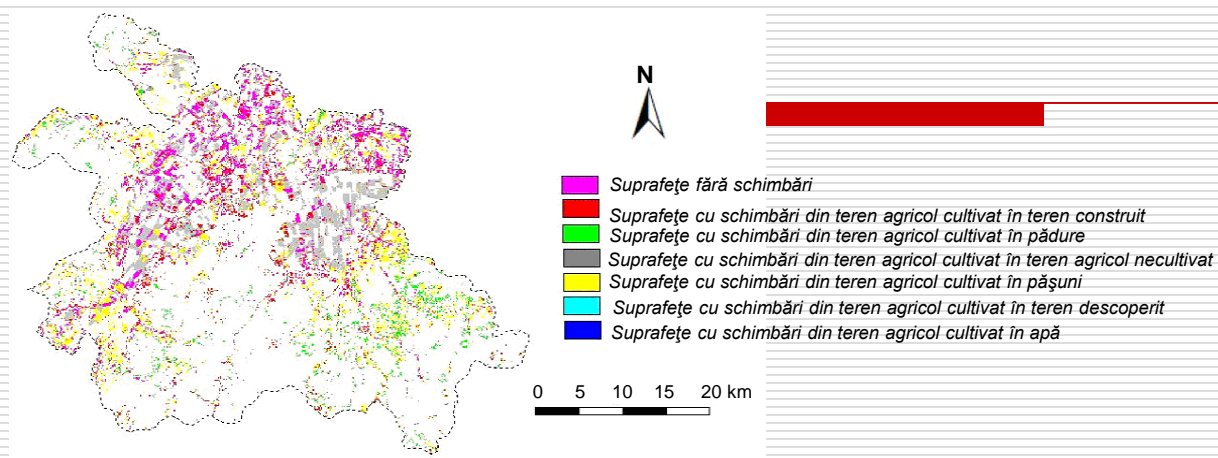
Harta suprafețelor cu schimbări/fără schimbări

Matricea erorilor pentru harta schimbărilor/fără schimbări în perioada 1987–2009

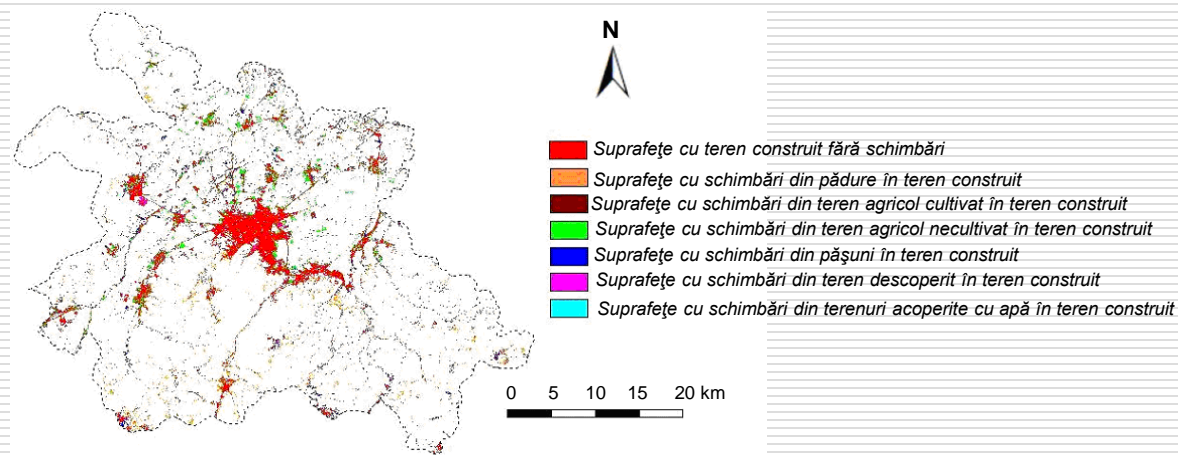
Clasa de referință	Clasificare		Precizia utilizatorului (%)
	Schimbări	Fără schimbări	
Schimbări	41	9	82,00
Fără schimbări	19	56	74,66
Precizia producătorului (%)	68,33	86,15	
Precizia totală: 77,60%			
Coeficientul k : 0,5484			



Verificarea porțiunilor de suprapunere în benzile 1, 2 și 3 dintre clasele teren construit și apă

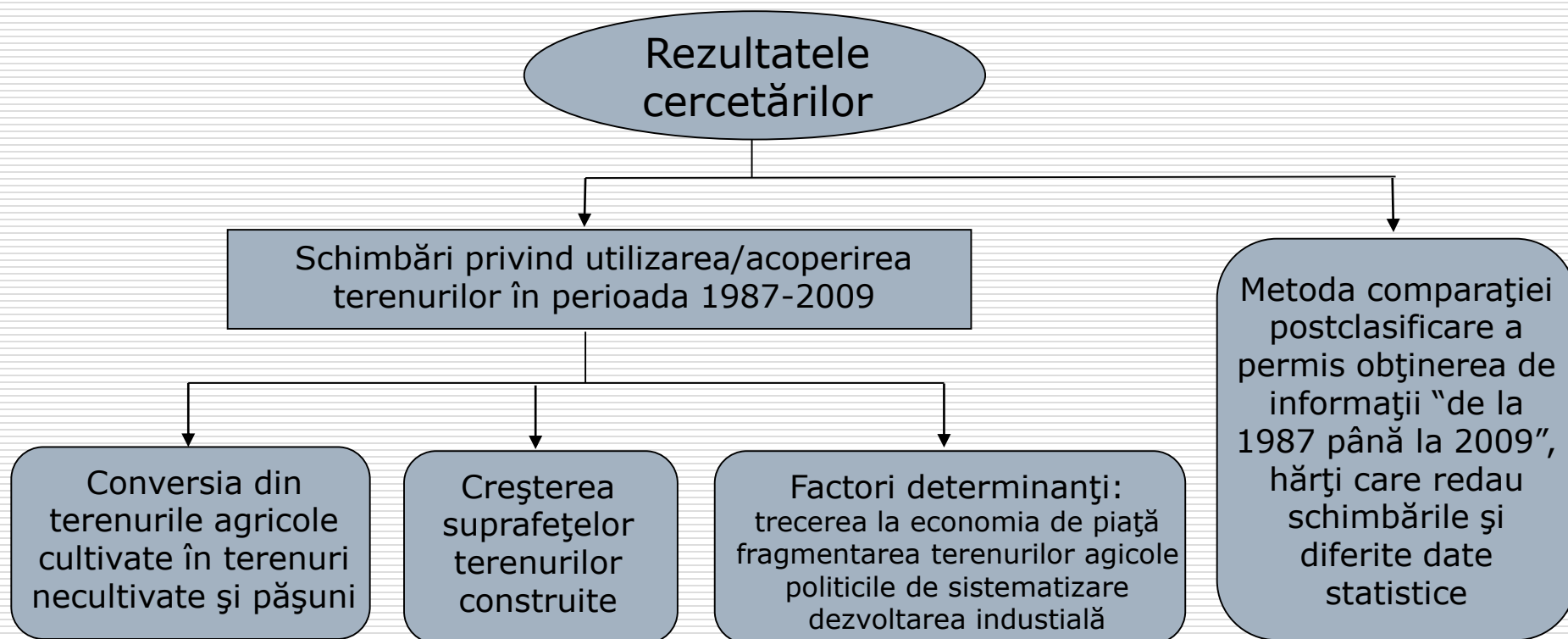


Harta schimbărilor din zona metropolitană Brașov care arată, pentru perioada 1987–2009, trecerea terenului din clasa agricol cultivat în alte clase



Harta expansiunii urbane din zona metropolitană Brașov în perioada 1987–2009 obținută pe baza imaginilor satelitare Landsat

Concluzii



1.4. Identificarea, evaluarea și monitorizarea schimbărilor utilizării/acoperirii terenurilor pe baza indicelui NDVI și temperaturii de suprafață

Vorovencii, I. (2014). A multi-temporal Landsat data analysis of land use and land cover changes on the land surface temperature. *International Journal of Environment and Pollution*, 56(1/2/3/4), 109–128
(**FI = 0,303**), (**SRI = 0,214**).

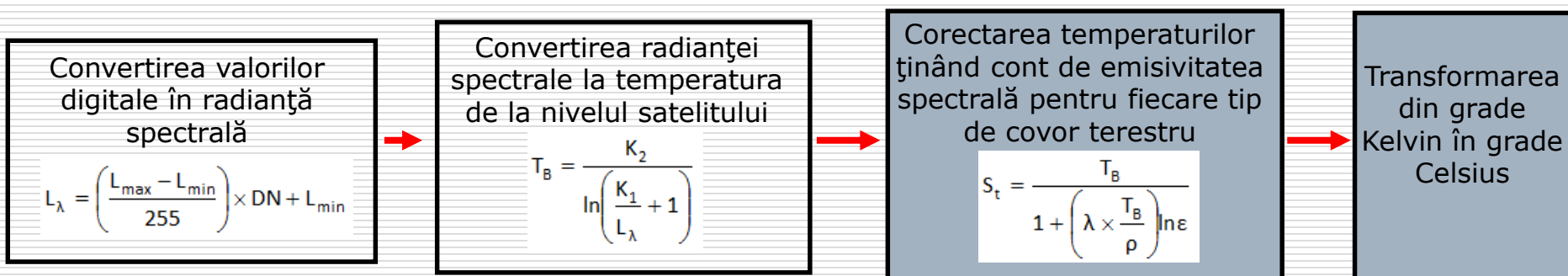
Obiectivul general al cercetărilor a constat în analiza efectului schimbărilor utilizării/acoperirii terenurilor asupra temperaturii de suprafață (*LST*) prin intermediul indicelui *NDVI*, folosind imagini *Landsat 5 TM* și *7 ETM+* preluate în 1987, 2000 și 2009 pe zona metropolitană Brașov. **Obiectivele specifice** ale acestor cercetări au fost: (1) identificarea schimbărilor pe clase de utilizare/acoperire a terenurilor; (2) obținerea *LST* din banda termală a imaginilor *Landsat*; (3) analizarea relației dintre *LST* și *NDVI* în ansamblu și pe clase de utilizare/acoperire a terenurilor; (4) analiza efectelor schimbărilor utilizării/acoperirii terenurilor asupra relației *LST-NDVI*.

Zona studiată – zona metropolitană Braşov

Materiale – cele folosite la articolul precedent

Metode – calculul temperaturii de suprafaţă şi al indicelui *NDVI*

Calculul temperaturii de suprafaţă (LST) – din banda termală (banda 6 Landsat)

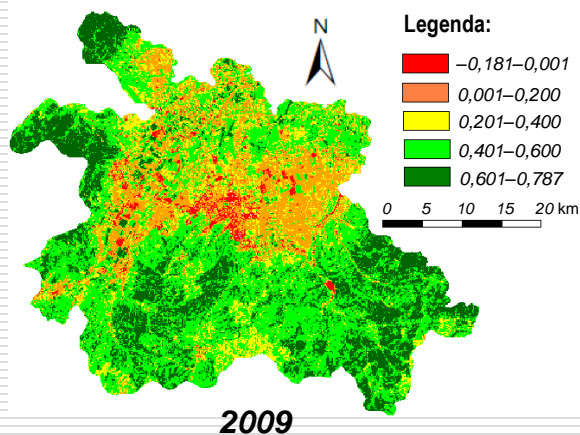
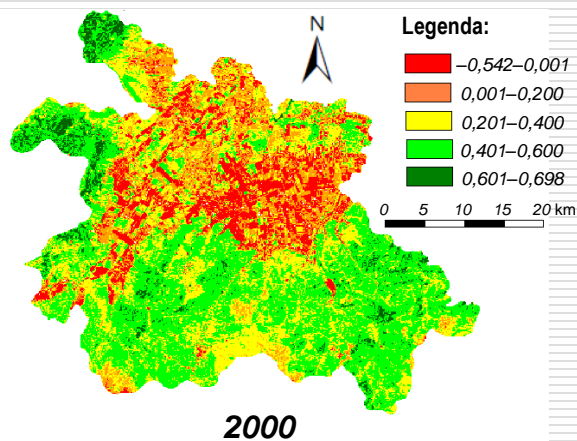
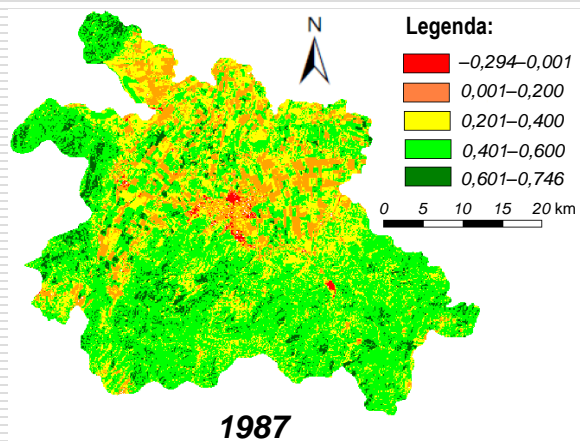


Calculul indicelui **NDVI** – din benzile 3 și 4 (banda roșu-R și infraroșu apropiat-NIR Landsat)

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Rezultate și discuții

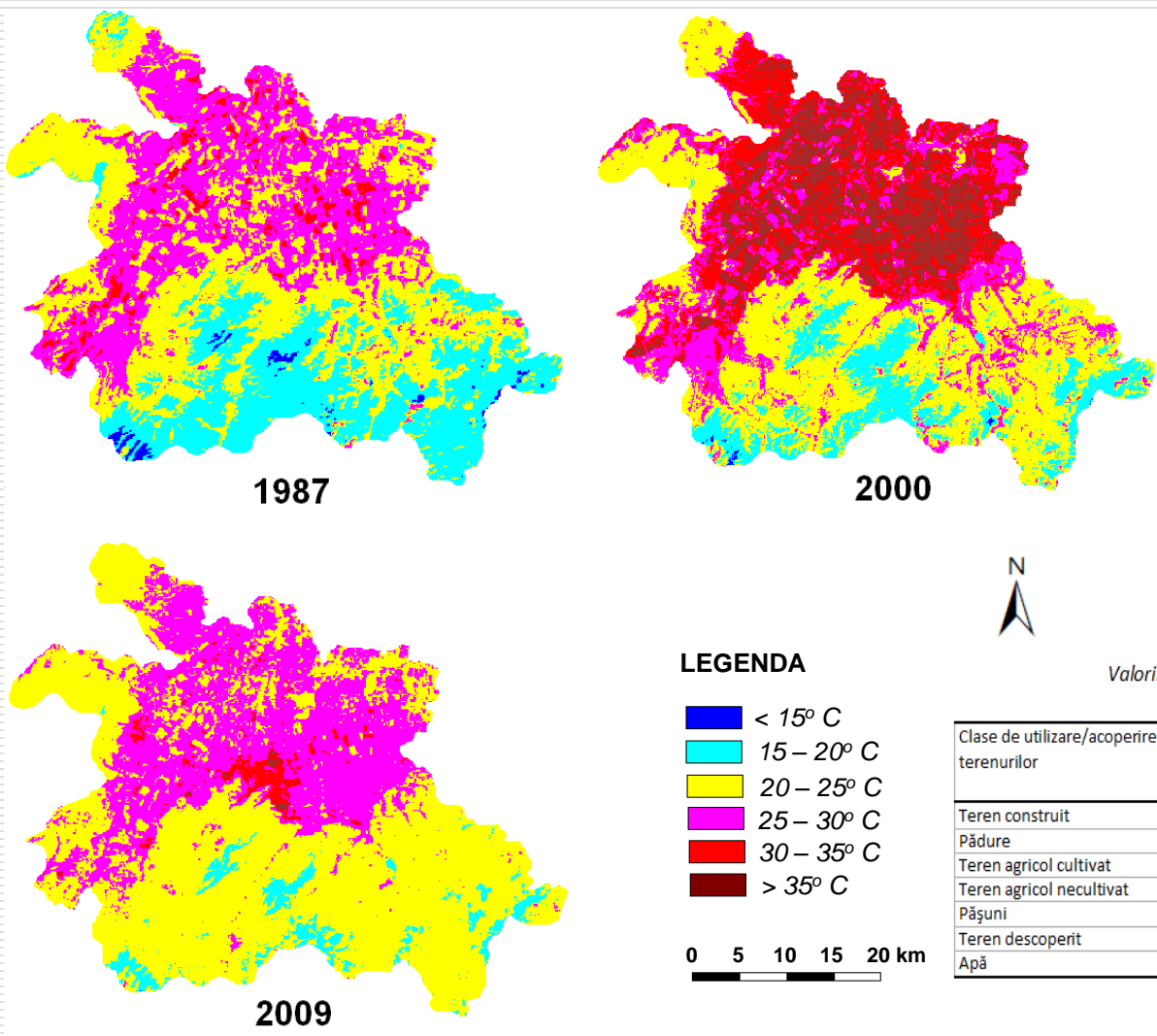
Referitor la NDVI



Mediile NDVI și abaterile standard pe clase de utilizare/acoperire a terenurilor pentru imaginile din 1987, 2000 și 2009

Clase de utilizare/acoperire a terenurilor	14.09.1987		05.06.2000		24.07.2009	
	Medie NDVI	Abatere standard	Medie NDVI	Abatere standard	Medie NDVI	Abatere standard
Teren construit	0,264	0,146	0,055	0,190	0,349	0,167
Pădure	0,499	0,091	0,479	0,105	0,631	0,067
Teren agricol cultivat	0,446	0,095	0,382	0,092	0,583	0,070
Teren agricol necultivat	0,136	0,081	0,012	0,132	0,321	0,090
Pășuni	0,379	0,099	0,297	0,096	0,560	0,058
Teren descoperit	0,031	0,034	0,011	0,087	0,109	0,100
Apă	-0,070	0,113	-0,290	0,135	-0,125	0,153

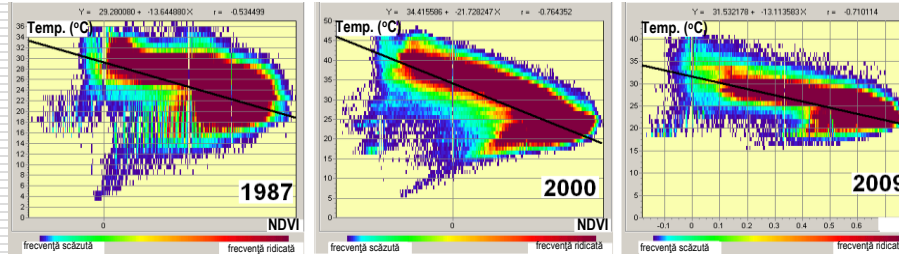
Referitor la temperatura de suprafață



Valorii medii LST și abaterile standard prezentate pe imagini și clase de utilizare/acoperire a terenurilor

Clase de utilizare/acoperire a terenurilor	14.09.1987		05.06.2000		24.07.2009	
	Medie LST	Abatere standard	Medie LST	Abatere standard	Medie LST	Abatere standard
Teren construit	24,56	3,32	32,21	5,31	27,47	3,56
Pădure	20,30	2,22	21,93	2,13	22,18	1,23
Teren agricol cultivat	25,25	2,13	28,36	3,13	25,47	1,46
Teren agricol necultivat	29,31	1,95	36,27	3,44	27,64	1,38
Pășuni	26,99	2,15	30,84	3,04	25,48	1,42
Teren descoperit	27,56	4,80	24,05	9,07	29,18	2,58
Apă	19,45	3,59	20,87	3,78	21,83	2,87

Analiza relației dintre NDVI și temperatura de suprafață



Regresia liniară dintre indicatorul LST și indicele NDVI

Relațiile de legătură dintre LST (°C) și NDVI și coeficienții de corelație

Imagine satelitară	Ecuatie LST	r
14.09.1987	-13,644NDVI+29,280	0,534
05.06.2000	-21,728NDVI+34,415	0,764
24.07.2009	-13,113NDVI+31,532	0,710

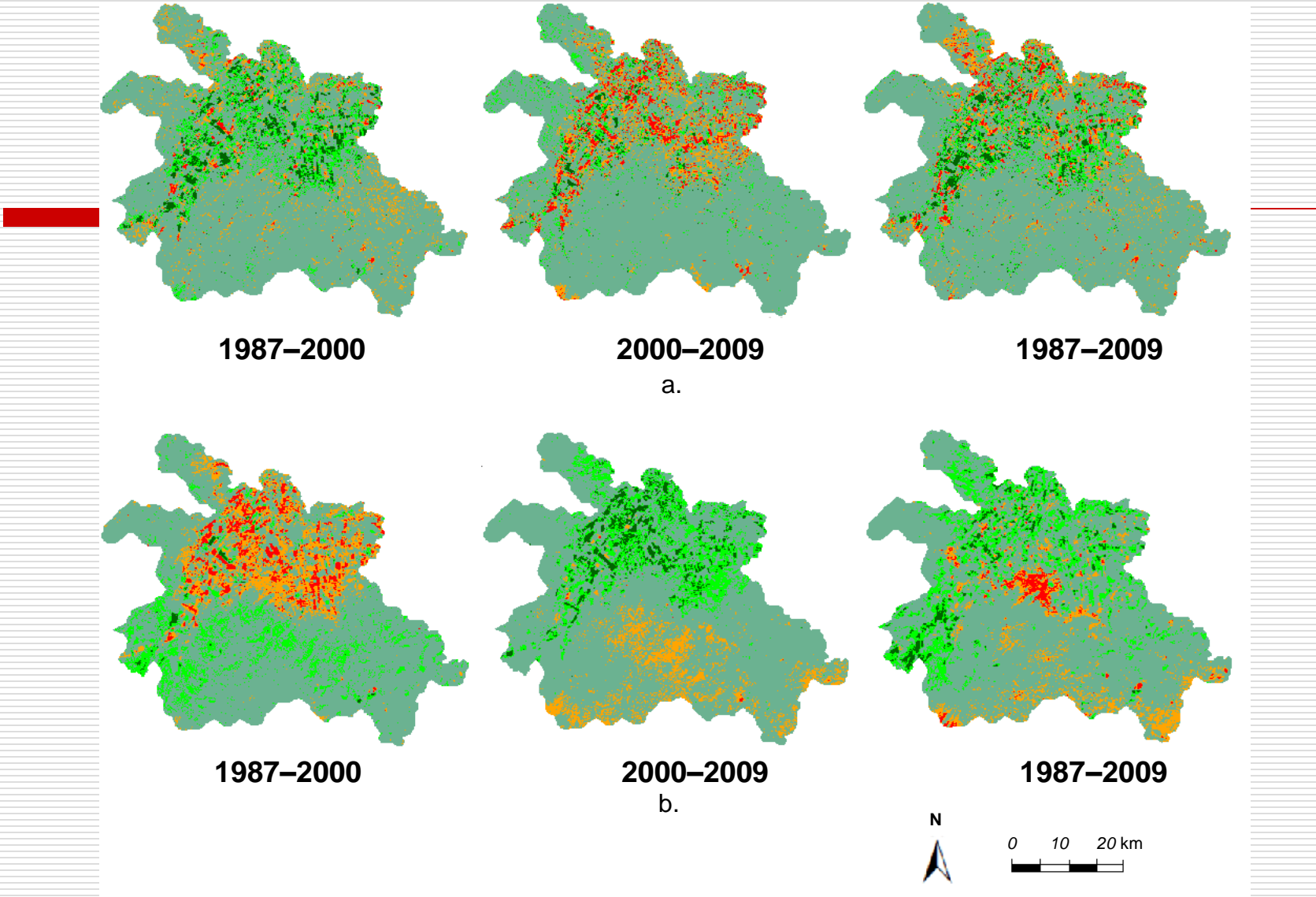
Relațiile de legătură dintre LST (°C) și NDVI și coeficienții de corelație pe clase de utilizare/acoperire a terenurilor

Clase de utilizare/acoperire a terenurilor	1987		2000		2009	
	Ecuatie LST	r	Ecuatie LST	r	Ecuatie LST	r
Teren construit	-11,473NDVI+27,545	0,511	-14,888NDVI+33,025	0,529	-16,274NDVI+33,123	0,768
Pădure	-11,580NDVI+29,518	0,775	-10,151NDVI+28,060	0,789	-8,267NDVI+27,492	0,810
Teren agricol cultivat	-8,063NDVI+28,849	0,564	-16,430NDVI+34,644	0,483	-9,840NDVI+31,204	0,468
Teren agricol necultivat	-11,845NDVI+30,917	0,730	-16,785NDVI+36,456	0,765	-5,255NDVI+29,329	0,698
Pășuni	-8,428NDVI+30,181	0,531	-17,607NDVI+36,073	0,555	-12,111NDVI+32,255	0,670
Teren descoperit	-4,819NDVI+26,858	0,478	-6,914NDVI+32,502	0,501	-8,410NDVI+30,082	0,451
Apă	-5,023NDVI+21,191	0,689	-4,461NDVI+22,141	0,654	-3,663NDVI+21,334	0,551

Pentru a analiza măsura în care schimbarea claselor de utilizare/acoperire a terenurilor influențează valorile indicelui *NDVI*, și implicit pe cele ale indicatorului *LST*, s-au realizat hărți *NDVI* și *LST* pentru perioadele 1987–2000, 2000–2009 și 1987–2009 prin metoda diferenței imaginilor. Din cele șase hărți obținute s-au extras mediile și abaterile standard și s-au constituit cinci clase de schimbări legate de *NDVI* și *LST*: (1) „descreștere mare” ($<-2SD$); (2) „descreștere mică” ($\geq-2SD$ la $<-1SD$); (3) „fără schimbări” ($\geq-1SD$ la $\leq+1SD$); (4) „creștere mică” ($>+1SD$ la $\leq+2SD$); (5) „creștere mare” ($>2SD$).

Compararea schimbărilor legate de *NDVI* și *LST* (1987–2000, 2000–2009 și 1987–2009)

Clasele schimbărilor	Schimbări <i>NDVI</i>			Schimbări <i>LST</i>		
	Limite	Suprafață		Limite (°C)	Suprafață	
		ha	%		ha	%
1987–2000						
Descreștere mare	$<-0,334$	7146,00	5,06	$<-4,768$	661,41	0,47
Descreștere mică	$\geq-0,334$ la $<-0,193$	12819,96	9,08	$\geq-4,768$ la $<-1,333$	15534,18	11,00
Fără schimbări	$\geq-0,193$ la $\leq+0,089$	108941,58	77,14	$\geq-1,333$ la $\leq+5,573$	99065,97	70,15
Creștere mică	$>+0,089$ la $\leq+0,230$	10652,13	7,54	$>+5,573$ la $\leq+8,972$	18656,19	13,21
Creștere mare	$>+0,230$	1669,33	1,18	$>+8,972$	7311,25	5,17
Total		141229,00	100,00		141229,00	100,00
2000–2009						
Descreștere mare	$<-0,195$	2199,87	1,56	$<-8,704$	6856,74	4,86
Descreștere mică	$\geq-0,195$ la $<-0,039$	7249,23	5,13	$\geq-8,704$ la $<-5,172$	17419,86	12,33
Fără schimbări	$\geq-0,039$ la $\leq+0,273$	112145,49	79,41	$\geq-5,172$ la $\leq+1,892$	104408,64	73,93
Creștere mică	$>+0,273$ la $\leq+0,429$	12792,96	9,06	$>+1,892$ la $\leq+5,424$	12455,46	8,82
Creștere mare	$>+0,429$	6841,45	4,84	$>+5,424$	88,30	0,06
Total		141229,00	100,00		141229,00	100,00
1987–2009						
Descreștere mare	$<-0,178$	5726,16	4,06	$<-3,277$	3924,90	2,78
Descreștere mică	$\geq-0,178$ la $<-0,056$	10098,99	7,15	$\geq-3,277$ la $<-1,408$	20193,66	14,30
Fără schimbări	$\geq-0,056$ la $\leq+0,188$	109382,20	77,45	$\geq-1,408$ la $\leq+2,330$	102213,40	72,37
Creștere mică	$>+0,188$ la $\leq+0,310$	11757,24	8,33	$>+2,330$ la $\leq+4,199$	12333,42	8,74
Creștere mare	$>+0,310$	4264,41	3,02	$>+4,199$	2563,62	1,81
Total		141229,00	100,00		141229,00	100,00



1987-2000

2000-2009

1987-2009

a.

1987-2000

2000-2009

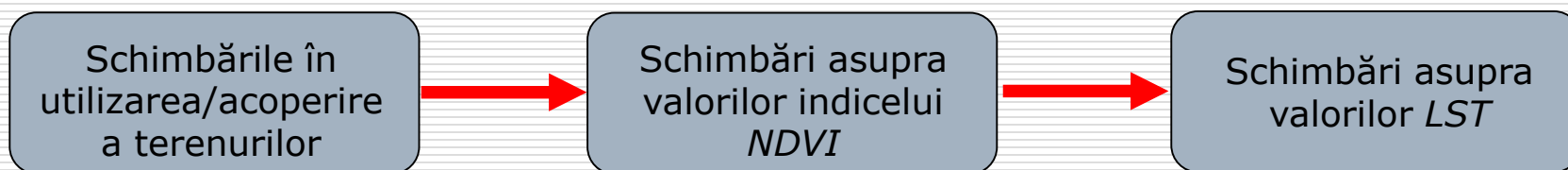
1987-2009

b.

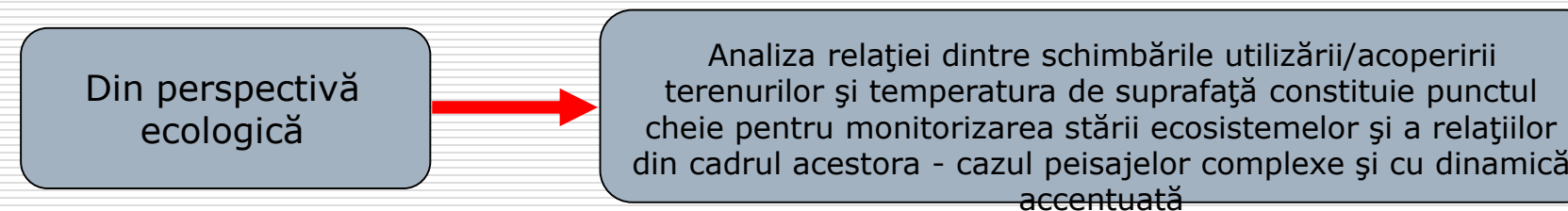
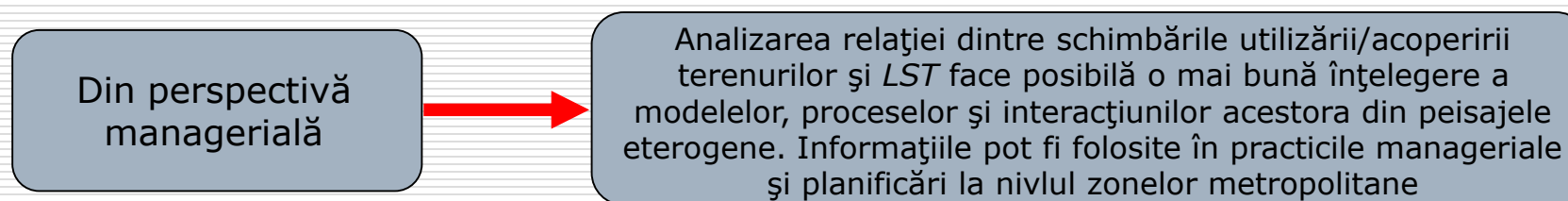
Legendă $< -2 sd$ $-2 sd$ la $-1 sd$ $-1 sd$ la $+1 sd$ $+1 sd$ la $+2 sd$ $> +2sd$

Hărți ale diferenței pentru NDVI și LST:
 a) diferențe NDVI; b) diferențe LST

Concluzii



Pentru zona studiată și în timpul verii, între *LST* și indicele *NDVI*, există **corelații negative**

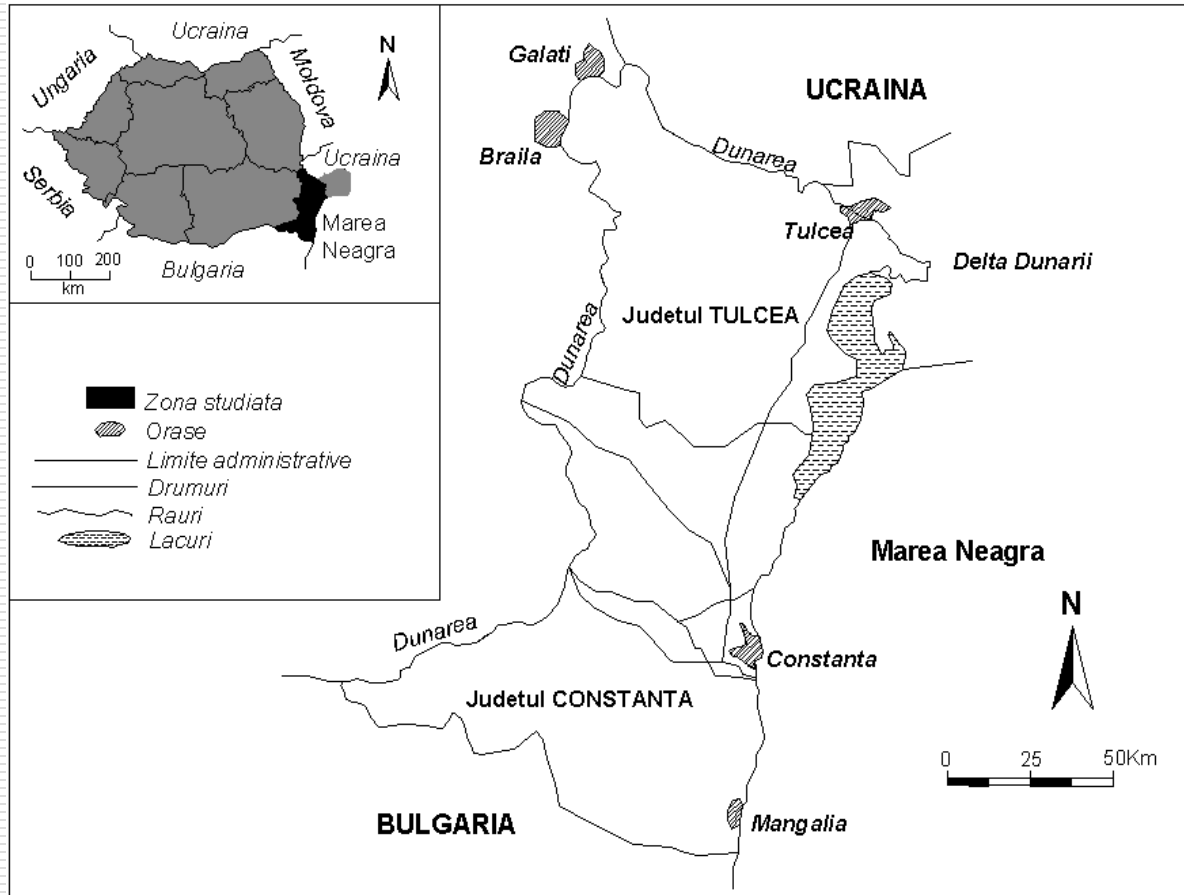


2. EVALUAREA ȘI MONITORIZAREA RISCULUI LA DEȘERTIFICARE FOLOSIND IMAGINI SATELITARE LANDSAT ȘI CLASIFICAREA PRIN ARBORI DE DECIZIE

Vorovencii, I. (2015). Assessing and monitoring the risk of desertification in Dobrogea, Romania, using Landsat data and decision tree classifier. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(4), Article 204, (**FI = 1,679**), (**SRI = 0,749**).

Obiectivul general al acestor cercetări a fost de a evalua și monitoriza riscul la deșertificare în Dobrogea pentru perioada 1987–2011, folosind imagini *Landsat TM*. **Obiectivele specifice** ale acestor cercetări au fost: (1) stabilirea unor indicatori și realizarea unui model de decizie folosind clasificarea prin arbori de decizie (DTC) pentru evaluarea și monitorizare riscului deșertificării; (2) folosirea indicatorilor *MSAVI1*, *MSDI*, *albedoului* și a combinațiilor dintre aceștia în evaluarea pe diferite grade a riscului deșertificării; (3) analiza cauzelor care au condus la apariția riscului deșertificării, inclusiv analiza temperaturii de suprafață (LST) asupra fenomenului de deșertificare.

Zona studiată



Zona studiată reprezentată de Dobrogea fără Delta Dunării. În partea estică a zonei studiate (linia întreruptă) se găsesc lacurile Razim, Sinoe, Golovița, Zmeica, Hystria, Nuntași, Tuzla, Ceamurlia, Caraburum și Sălcioara

Suprafața: 1176582 ha

Materiale folosite

Landsat 5 TM:

14.07.1987
01.07.1994
01.07.2000
21.07.2007
16.07.2011

Orbita 181, rândul 29
Rezoluție spațială 30 m
Universal Transverse
Mercator
zona 35 N
datum WGS 84
Nivelul de corecție 1T

Date auxiliare:

harta solurilor (1 : 1000000)
harta vegetației (1 : 100000)
harta distribuției radiației (1 : 100000)
harta terenurilor erodate (1 : 1000000)
harta riscului la secetă (1 : 1000000)

Date stații meteorologice Dobrogea
Datele recensământului socio-economic
din Dobrogea

Indicatorii riscului deșertificării

Calcularea indicelui **MSAVI1** (*indicator al biomasei vegetale sau acoperirii terenurilor*):

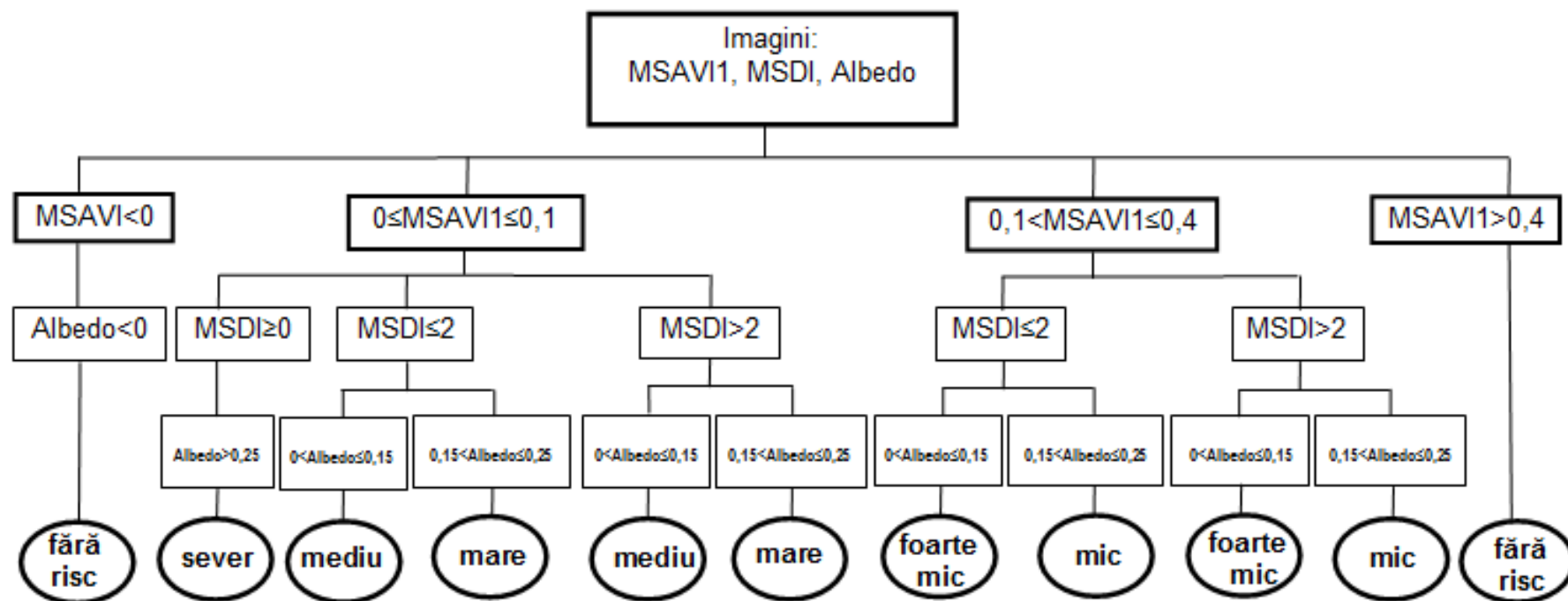
$$\text{MSAVI1} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED} + L} (1 + L) \quad L = 1 - 2 \cdot s \cdot \text{NDVI} \cdot \text{WDVI} \quad \text{WDVI} = \text{NIR} - s \cdot \text{RED}$$

Calcularea indicelui **MSDI** (*indicator al complexității peisajului*):

$$\text{MSDI} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\text{DN}_i - \bar{\text{DN}})^2}{N}}$$

Calcularea **Albedoului** (*indicator al condițiilor micrometeorologice*):

$$\text{Albedoul} = 0.356\alpha_1 + 0.130\alpha_3 + 0.373\alpha_4 + 0.085\alpha_5 + 0.072\alpha_7 - 0.0018$$

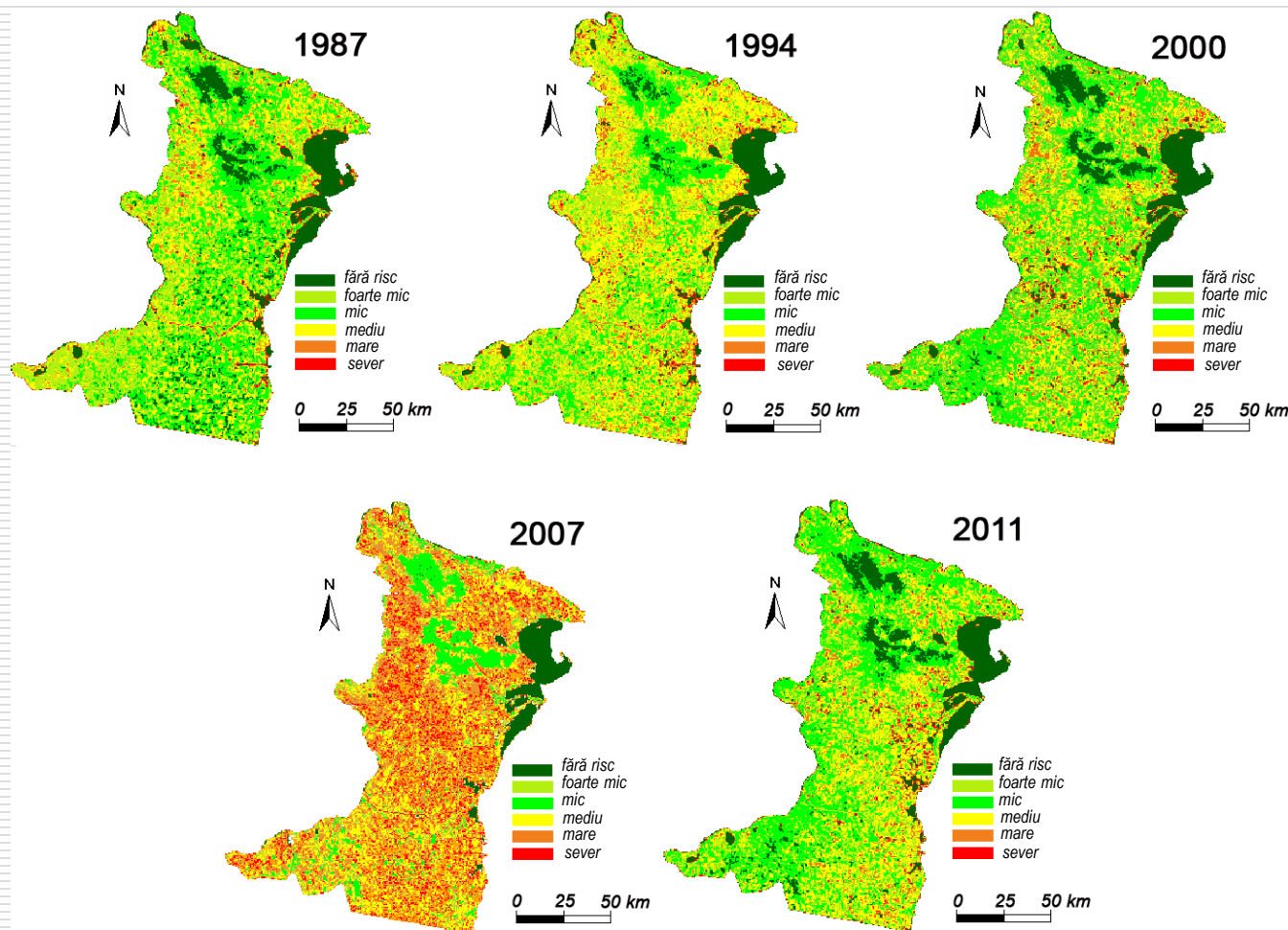


Schema metodei DTC utilizate în evaluarea riscului la deșertificare în Dobrogea. Indicatorii folosiți în construirea regulilor sunt MSAVI1, MSDI și Albedoul. Evaluarea riscului deșertificării s-a realizat în șase grade: fără risc, foarte mic, mic, mediu, mare și sever

Setul regulilor de decizie pentru evaluarea riscului de deșertificare folosind imagini Landsat TM

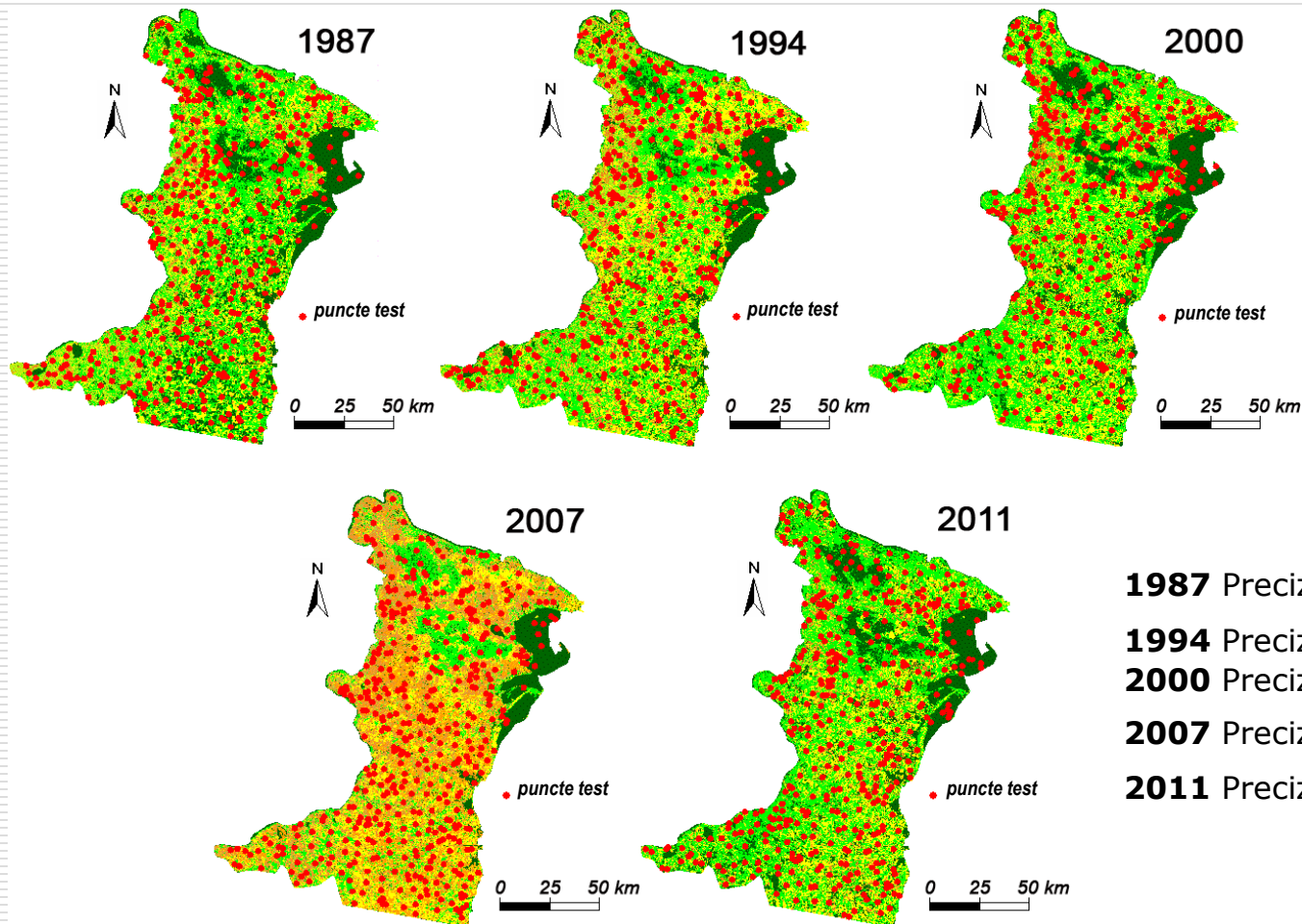
Gradul de risc la deșertificare	Indicatori		
	MSAVI1	MSDI	Albedoul
fără risc	< 0,0 sau > 0,4	≥ 0	< 0,0
foarte mic	0,25–0,4	0–6	0,0–0,15
mic	0,1–0,25	0–5	0,15–0,25
mediu	0,075–0,1	0–4	0,0–0,15
mare	0,04–0,075	0–3	0,15–0,25
sever	0,0–0,04	≥ 0	> 0,25

Rezultate și discuții



Hărțile riscului la deșertificare din zona studiată pentru anii 1987, 1994, 2000, 2007 și 2011. În toate imaginile, în partea estică a zonei studiate (deasupra legendei), apa este clasificată în gradul fără risc de deșertificare (culoarea verde).

În perioada studiată suprafețele mai puțin afectate au fost cele acoperite de păduri (culorile verde și verde deschis) din Munții Măcinului (centrul imaginilor din partea superioară) și din sud-estul Dobrogei. În anul 2007 riscul la deșertificare a fost ridicat și a cuprins aproape toată zona studiată



1987 Precizia totală a clasificării: **85,21%**

1994 Precizia totală a clasificării: **89,38%**

2000 Precizia totală a clasificării: **87,50%**

2007 Precizia totală a clasificării: **85,63%**

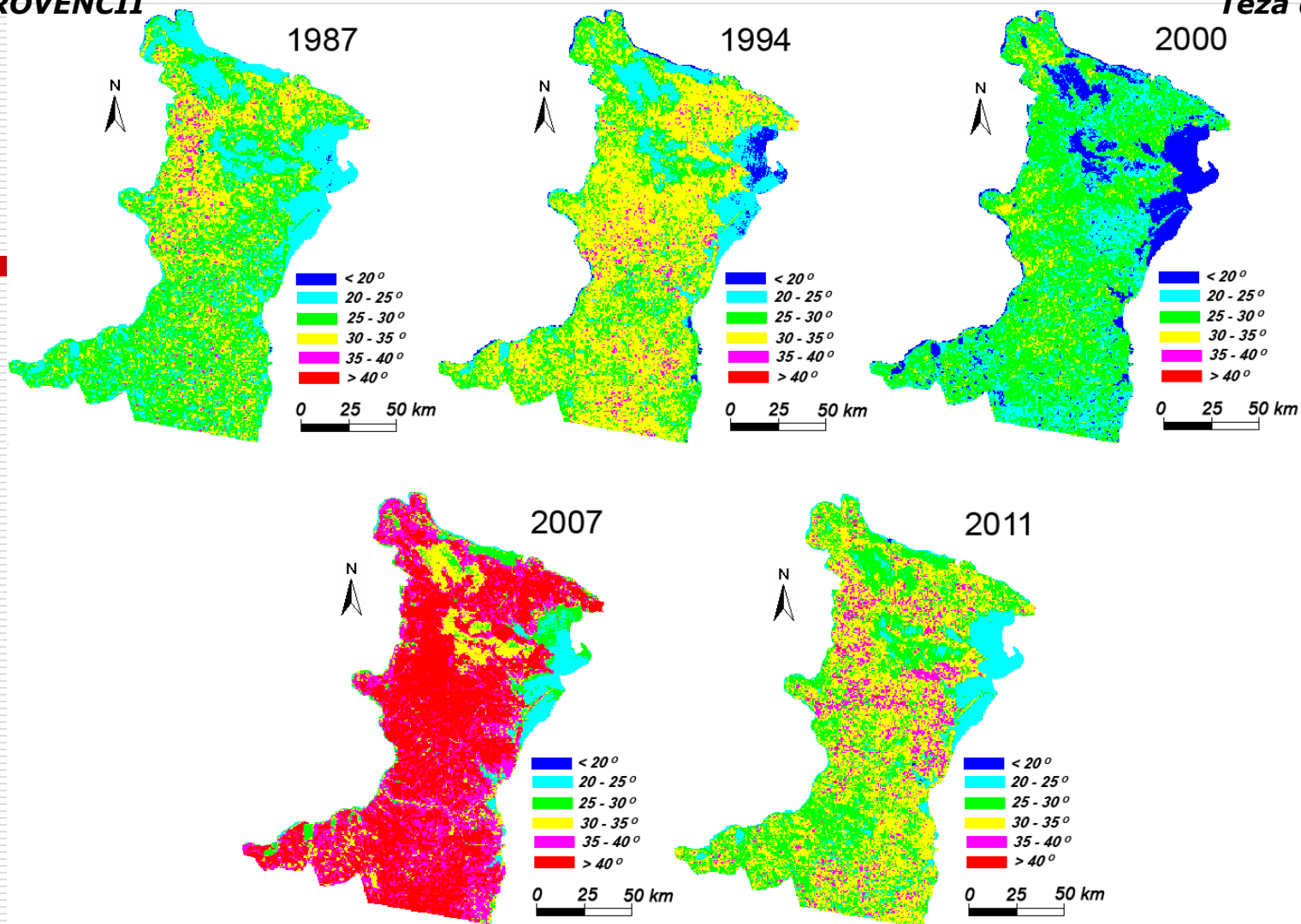
2011 Precizia totală a clasificării: **90,42%**

Hărți care arată distribuția punctelor test (culoarea roșu). Pentru fiecare imagine au fost generate puncte test întâmplător și în număr egal pentru fiecare grad al riscului la deșertificare

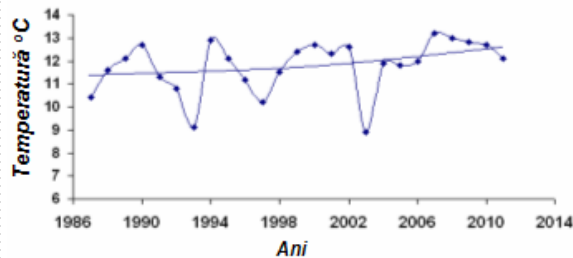
Evaluarea riscului la deșertificare

Suprafețele din zona studiată redată pe grade de risc la deșertificare

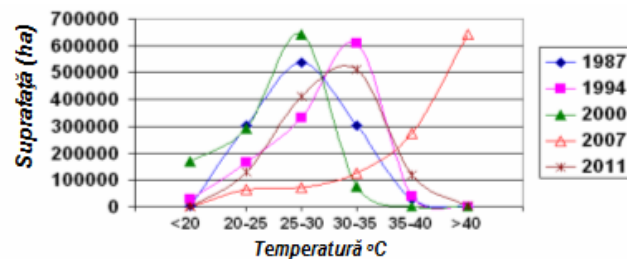
Gradul de risc la deșertificare	1987		1994		2000		2007		2011	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
fără risc	266091	22,62	177188	15,06	245696	20,88	117711	10,00	265446	22,56
foarte mic	442119	37,58	412062	35,02	506147	43,02	185515	15,77	508779	43,24
mic	181535	15,43	149162	12,68	47124	4,00	61553	5,23	41861	3,56
mediu	226019	19,21	318087	27,03	331855	28,21	296033	25,16	302252	25,69
mare	60665	5,15	120074	10,21	45659	3,88	515716	43,83	58217	4,95
sever	153	0,01	9	–	101	0,01	54	0,01	27	–
Total	1176582	100	1176582	100	1176582	100	1176582	100	1176582	100



Hărțile temperaturilor de suprafață pentru perioada studiată. Dintre cei cinci ani analizați, în anul 2007 s-au înregistrat cele mai ridicate temperaturi pe cea mai mare suprafață. Temperaturile mai mici s-au înregistrat deasupra apelor și pădurilor (culorile albastru și cyan)

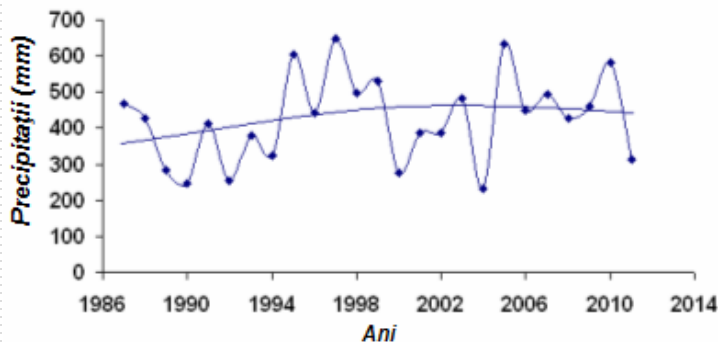


a.

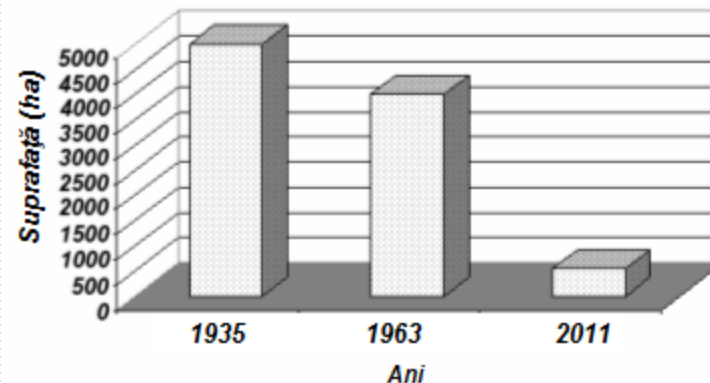


b.

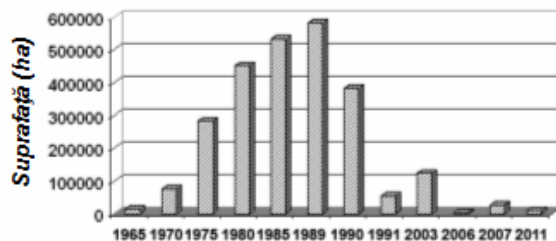
Temperaturile din zona studiată pentru perioada 1987–2011:
a) evoluția temperaturilor medii anuale conform datelor de la stațiile meteorologice; b) temperaturile înregistrate pe imaginile satelitare din anii 1987, 1994, 2000, 2007 și 2011



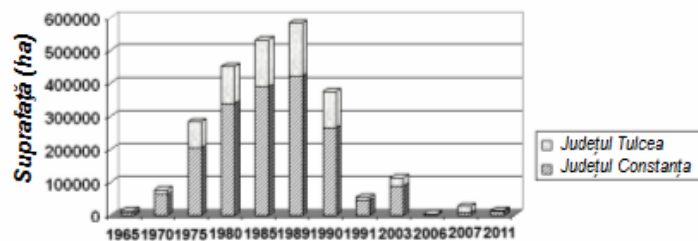
Evoluția precipitațiilor medii anuale înregistrate în Dobrogea conform datelor de la stațiile meteorologice pentru perioada 1987–2011



Evoluția suprafețelor acoperite cu perdele forestiere de protecție în Dobrogea



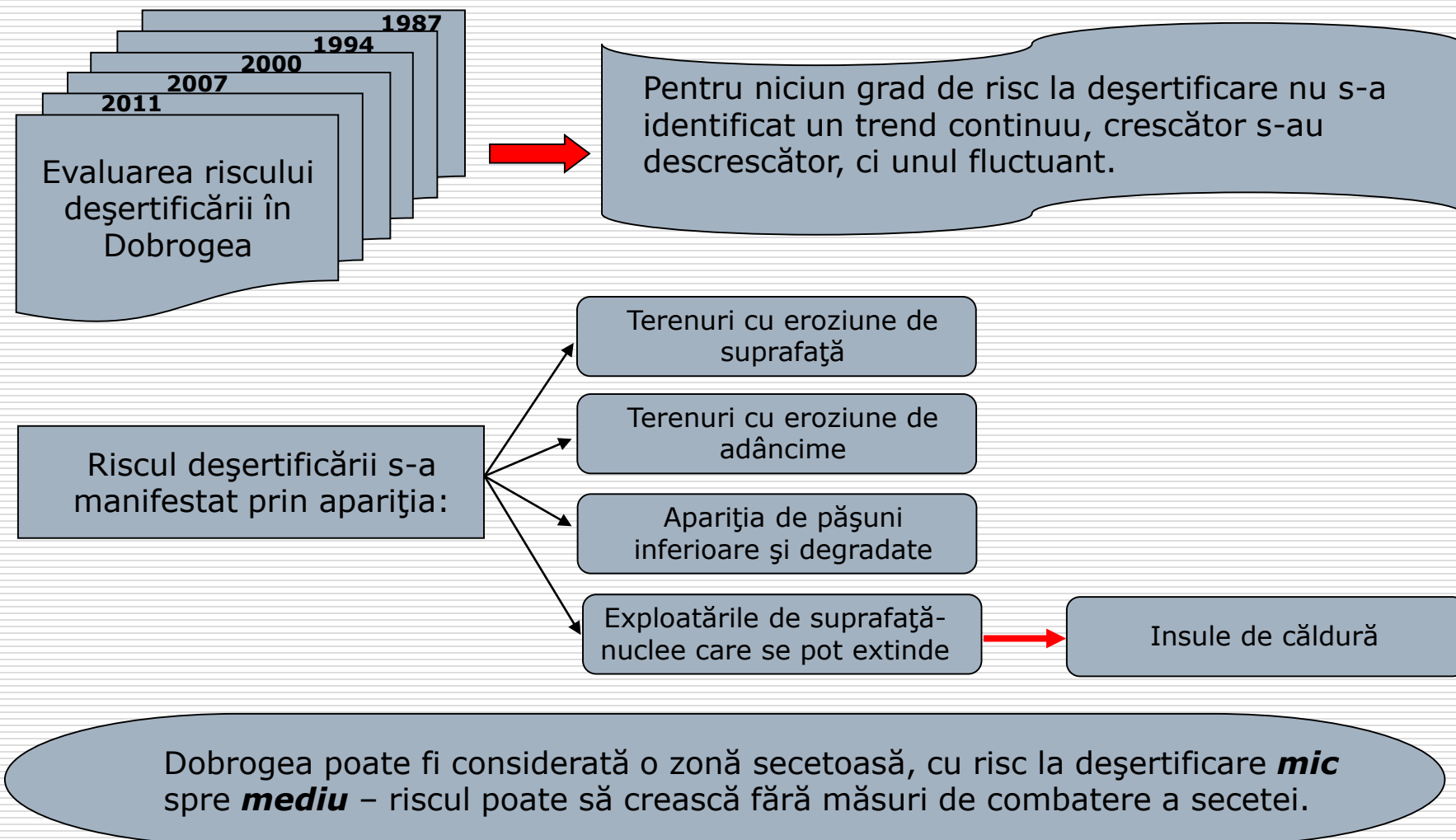
a.



b.

Repartiția suprafețelor irigate în perioada 1987–2011:
a) pentru întreaga zonă studiată; b) pe județe

Concluzii



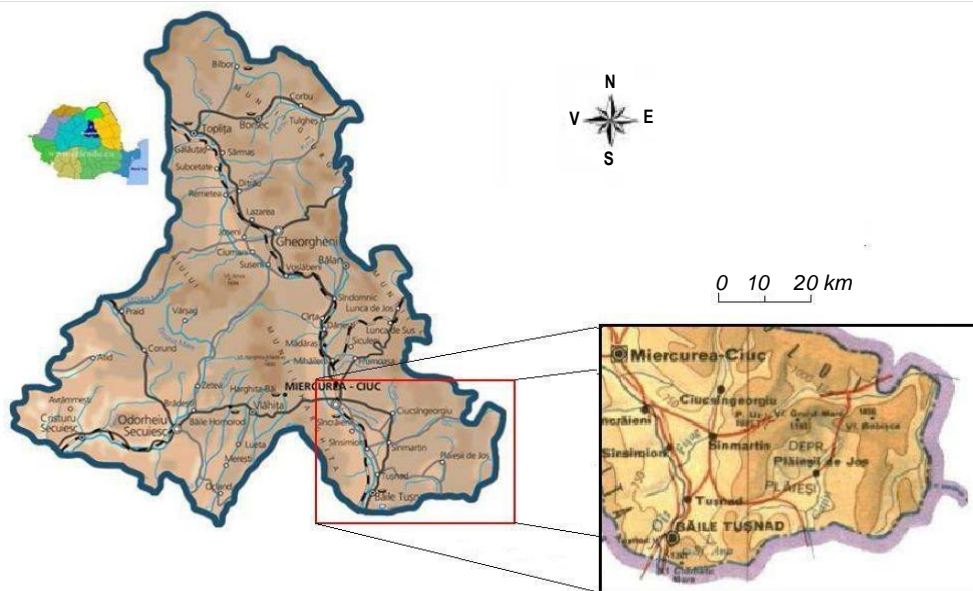
3. IDENTIFICAREA, EVALUAREA ȘI MONITORIZAREA SCHIMBĂRILOR DIN PĂDURI

3.1. Identificarea, evaluarea și monitorizarea doborâturilor de vânt pe baza metodelor UID, PCA selectivă și CVA

Vorovencii, I. (2014). Detection of environmental changes due to windthrows using Landsat 7 ETM+ satellite images. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(3), 565–576 (**FI = 1,258**) (**SRI = 0,111**).

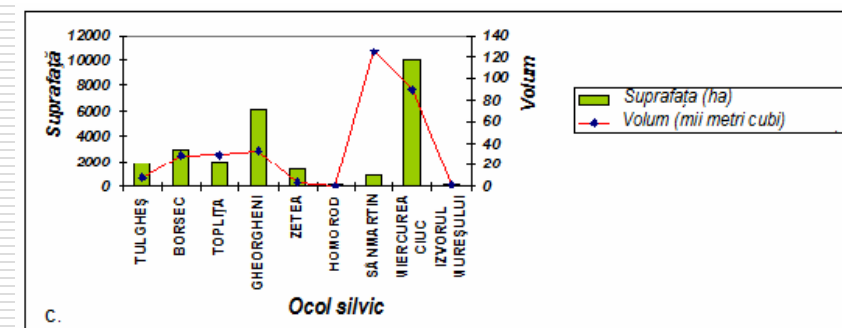
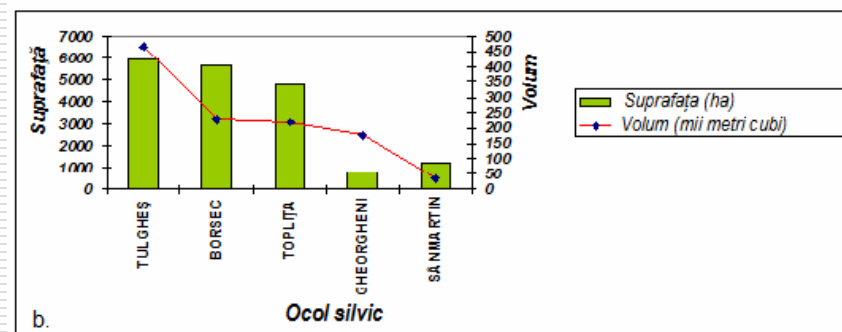
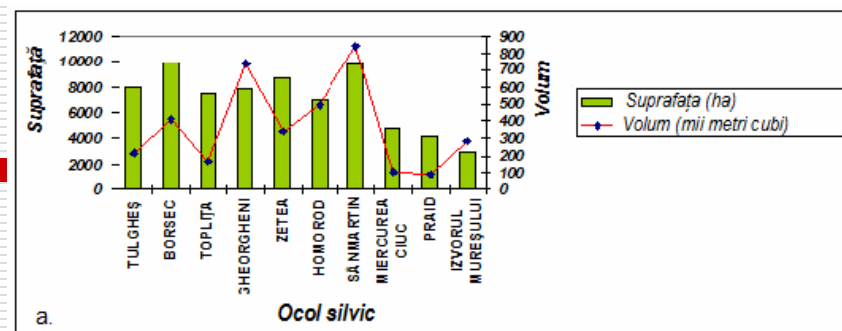
Principalele obiective ale cercetărilor au fost: (1) identificarea schimbărilor apărute în mediul înconjurător datorită doborâturilor de vânt aplicând metodele specifice teledetecției satelitare; (2) stabilirea metodei de identificare a schimbărilor care evidențiază cel mai bine doborâturile de vânt din arboretele de molid din zona luată în considerare; (3) stabilirea valorilor prag în cazul metodele aplicate pentru zona studiată în vederea evidențierii schimbărilor provocate de doborâturile de vânt în cadrul mediului înconjurător și, implicit, al pădurii.

Zona luată în studiu



Ocolului Silvic Sânmartin - Direcția Silvică
Miercurea Ciuc din județul Haghita

Suprafața luată în studiu pe care s-au produs
doborâturi de vânt este de 800 ha din care în
masiv 240 ha



Situația doborâturilor de vânt din Direcția Silvică Miercurea Ciuc:
a) 1995; b) 1998; c) 2002

Materiale și metode

Landsat 7 ETM+ (05.04.2001)
preeveniment

Landsat 7 ETM+ (10.05.2002)
posteveniment

Orbita 183, rândul 28
Rezoluție spațială 30 m

Date auxiliare:
Amenajamentul Ocolului Silvic
Investigații în teren

Metoda diferenței univariate a
imaginilor:
TCB, TCG, TCW, NDVI, SAVI, RVI

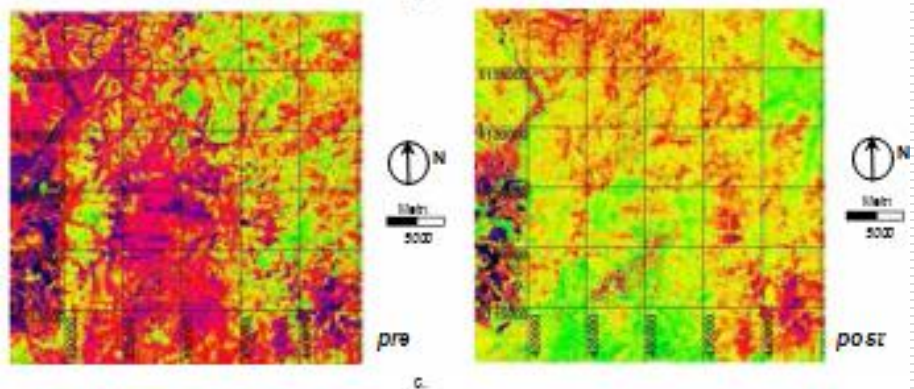
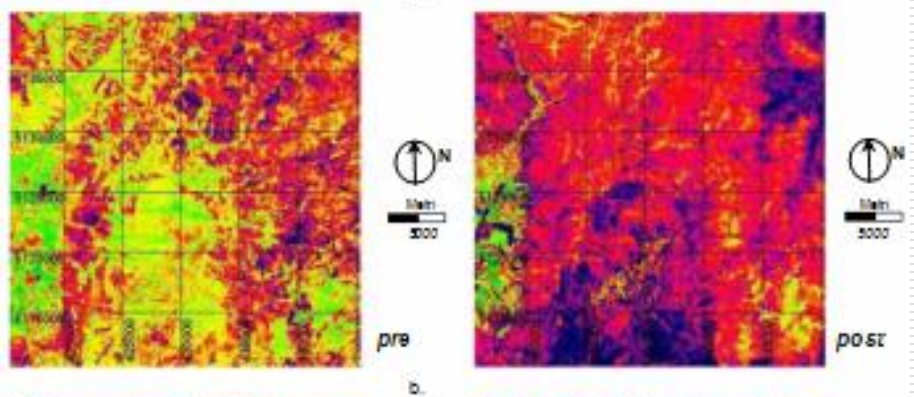
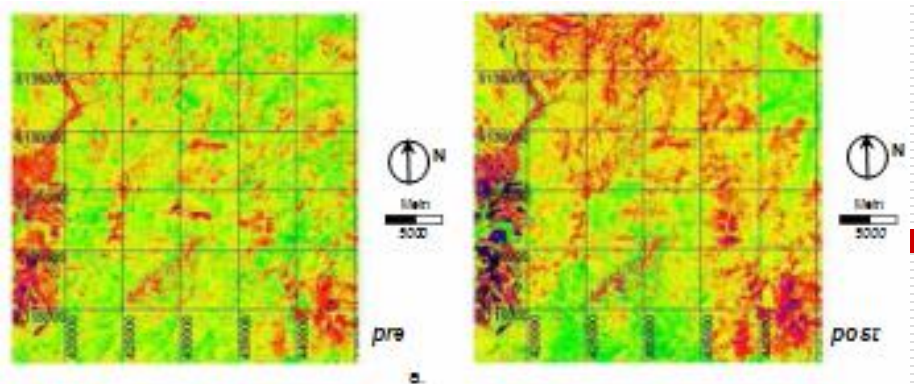
Analiza componentelor principale:
Prima componentă: TCW, NDVI, SAVI, RVI
A doua componentă: TCW, NDVI, SAVI, RVI

Analiza schimbărilor vectoriale:
TCW-TCB, TCG-TCB-TCW

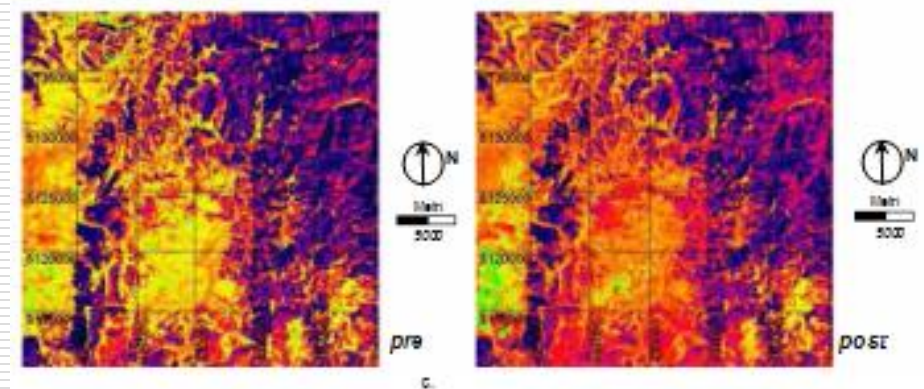
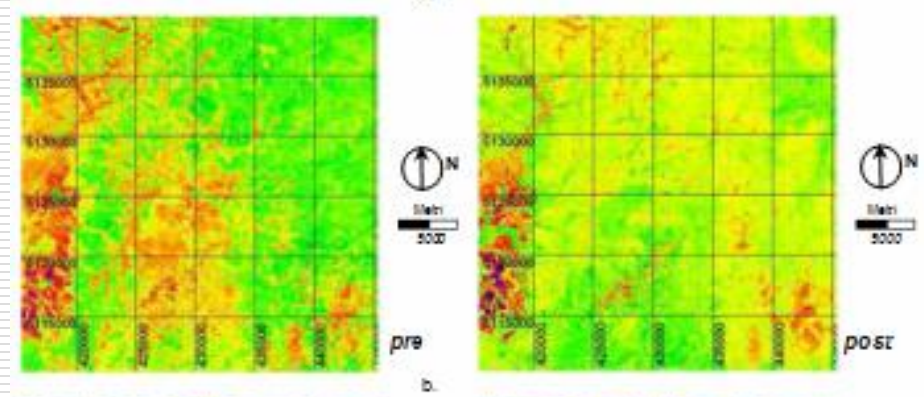
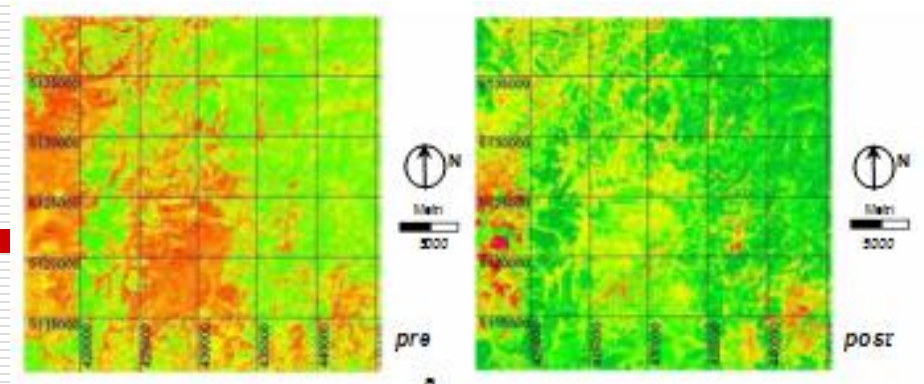
$$\mathbf{NDVI} = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3)$$

$$\mathbf{SAVI} = [(TM4 - TM3) / (TM4 + TM3 + L)] * (1 + L)$$

$$\mathbf{RVI} = TM4 / TM3$$



Indicii de vegetație specifici imaginilor pre și post eveniment:
a) NDVI; b) RV; c) SAVI



Componentele obținute din transformarea TC pentru imaginile pre și post eveniment:
a) TCW; b) TCG; c) TCB

Rezultate obținute

Suprafețele afectate și preciziile obținute la identificarea schimbărilor

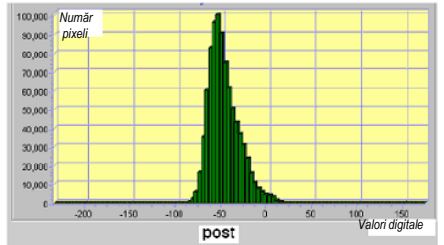
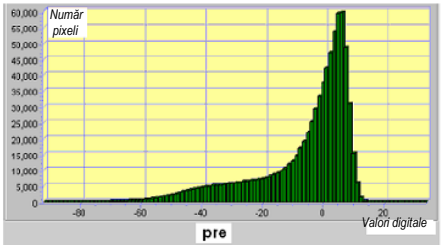
Metodă		Componente TC sau indici de vegetație	Suprafața afectată (ha)	Precizia totală (%)	Coeeficientul total k	
Diferența univariată a imaginilor		TCB	104,25	61,4	0,32	
		TCG	115,93	63,5	0,33	
		TCW	190,29	82,3	0,70	1
		NDVI	111,83	67,8	0,34	
		SAVI	90,25	58,3	0,19	
		RVI	93,72	66,3	0,33	
Analiza componentelor principale	Prima componentă	TCW	169,59	78,1	0,63	
		NDVI	131,25	59,3	0,21	
		SAVI	75,11	51,3	0,14	16
		RVI	103,68	58,3	0,23	
	A doua componentă	TCW	155,40	57,7	0,18	
		NDVI	132,60	66,4	0,37	
		SAVI	95,40	55,3	0,15	
		RVI	99,20	65,9	0,35	
Analiza schimbărilor vectoriale		TCW–TCB	170,40	80,3	0,68	3
		TCG–TCB–TCW	180,30	81,4	0,69	2

Discuții

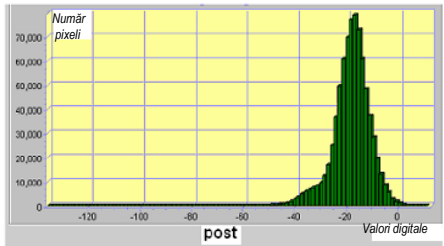
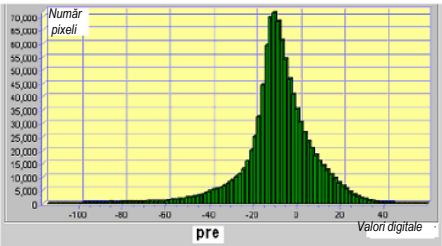
Valorile indicatorilor statistici pentru componentele și indicii din imaginile pre și post eveniment

Indici	Imagini	Valori minime	Valori maxime	Valori medii	Abaterea standard
TCW	pre	-91,9049	33,2070	-5,9916	15,6615
	post	-232,2685	171,2251	-46,3893	16,9793
TCG	pre	-116,0619	58,6533	-8,7198	16,3551
	post	-135,5522	11,8811	-18,0520	7,2112
TCB	pre	50,9277	272,3879	95,2827	26,4471
	post	49,9970	557,7035	118,3386	31,4978
NDVI	pre	-0,2981	0,6150	0,1943	0,1346
	post	-0,5472	0,3673	-0,0130	0,1166
RVI	pre	0,4459	1,8636	1,0806	0,2470
	post	0,2384	1,8495	0,6980	0,2131
SAVI	pre	-0,4660	0,9564	0,3390	0,1672
	post	-0,4463	0,9200	0,2902	0,2011

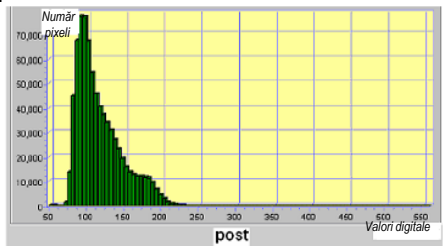
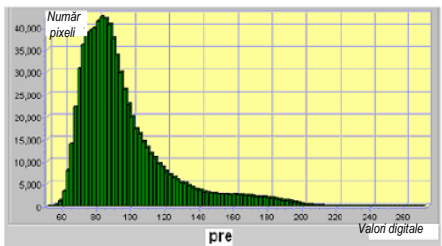
- 240% în cazul mediei și 108% în cazul abaterii standard
- intervalul valorilor s-a lărgit de la 125 în cazul imaginii *pre eveniment* la 403 pentru imaginea *post eveniment*, ceea ce reprezintă 322%.



a.

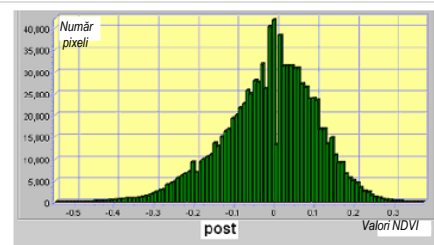
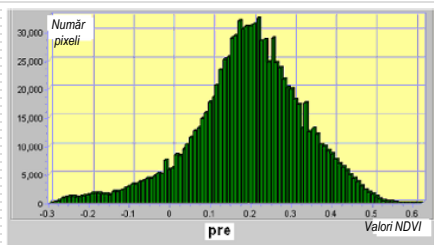


b.

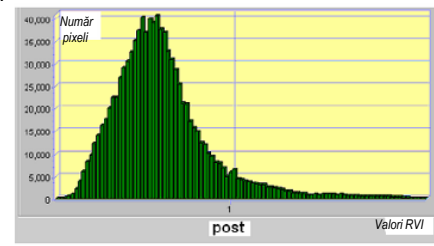
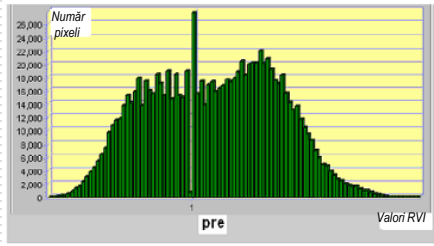


c.

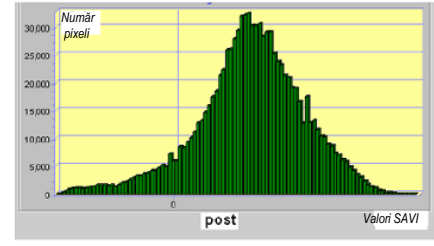
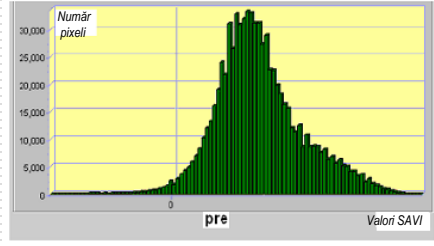
Histogramele imaginilor pentru componentele:
a) TCW; b) TCG; c) TCB



a.



b.



c.

Histogramele imaginilor pentru indicii:
a) NDVI; b) RVI; c) TSAVI

Concluzii

1. Metoda *UID* aplicată componentei *TCW*

2. Metoda *analizei schimbărilor vectoriale aplicată componentelor TCG, TCB, TCW*

3. Metoda *analizei schimbărilor vectoriale aplicată componentelor TCW, TCB*

Sub aspectul valorilor prag analizate s-a constatat că componenta *TCW* permite identificarea schimbărilor semnificative chiar dacă intervalul stabilit este $< -2s$ și $> +2s$ față de medie.

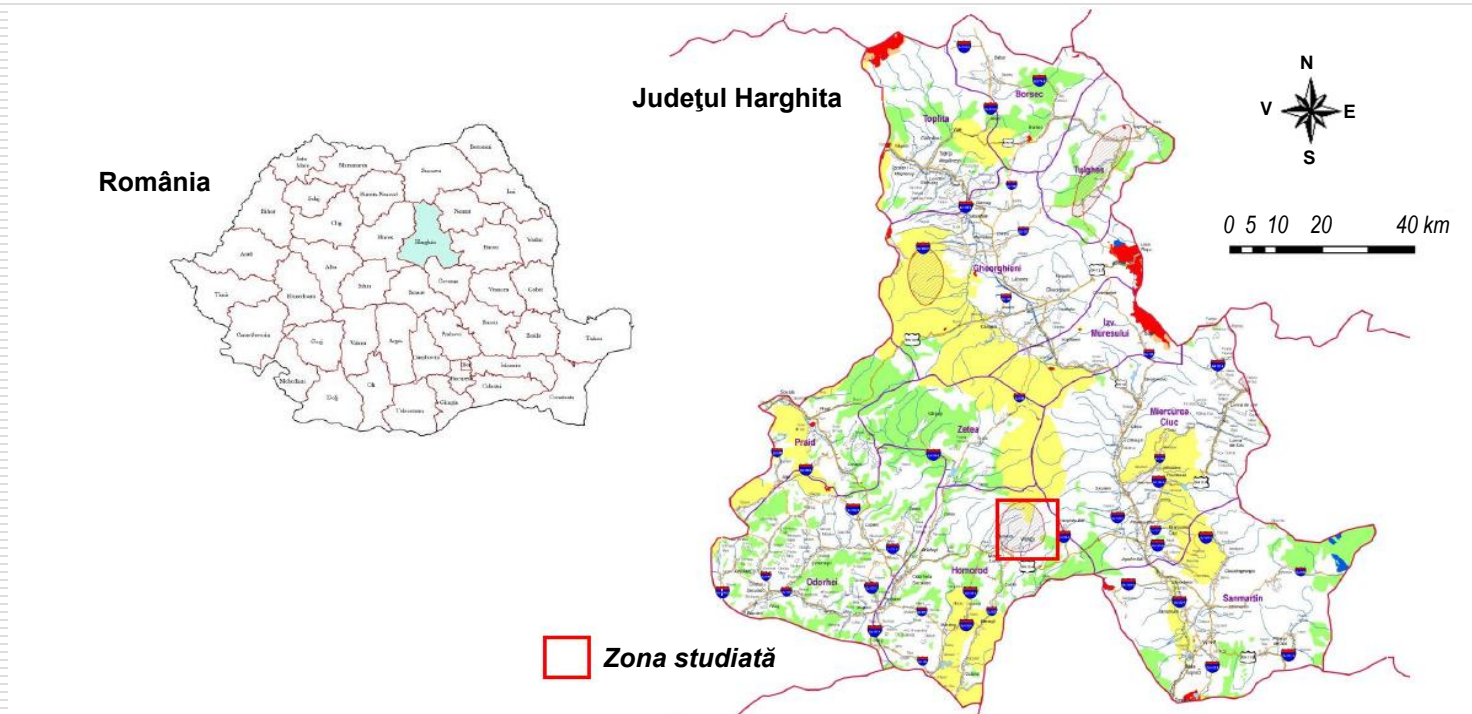
În cazul indicilor *SAVI*, *RVI* și *NDVI* schimbările pot fi evidențiate dacă intervalul se stabilește de la ușor (m la $-1s$ și m la $+1s$) la moderat ($-1s$ la $-2s$ și $+1s$ la $+2s$).

3.2. Identificarea exploatărilor forestiere necontrolate și a tăierilor ilegale de păduri pe baza indicelui de disturbantă și metodei diferenței dintre imagini

Vorovencii, I., Ienciu, I., Oprea, L., Popescu, C. (2013). *Identification of illegal loggings in Harghita Mountains, Romania, using Landsat satellite images*. 13th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2013. Vol. II - Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. ISBN 978-619-7105-01-8/ISSN 1314-2704. 16-22 June, 2013, Albena, Bulgaria, p. 609–616. DOI:10.5593/SGEM2013/BB2.V2/S10.009.

Obiectivele acestor cercetări au fost: (1) identificarea disturbantelor din păduri provocate de exploătările forestiere necontrolate și tăierile ilegale în perioada 1987–2009; (2) stabilirea ratelor de tăiere și a modului de amplasare a acestora; (3) analizarea efectelor exploătărilor forestiere necontrolate și tăierilor ilegale de pădure.

Zona studiată



Vlăhița-Căpâlnița, județul Harghita
Suprafața studiată: 71449 ha

Materiale

Landsat TM și ETM+

14.09.1987, 14.09.1993,
10.05.2002 și 24.07.2009

Rezoluție spațială 30 m

Orbita 183, rîndul 28

UTM, zona 35 N, datum WGS 84

Date de referință:

fotograme aeriene,
planuri cadastrale,
ortofotoplanuri (2003–2005),
toate la scara 1 : 5000

Metode

Clasificare supervizată:
pădure-alte folosințe

Calculul transformării Tasseled Cap

Calculul componentelor TC
normalizate:

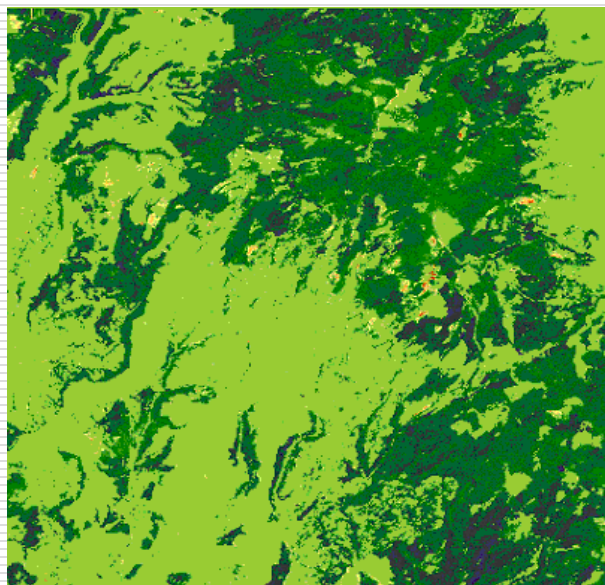
$$TCB_r = \frac{TCB - TCB_\mu}{TCB_\sigma}; \quad TCG_r = \frac{TCG - TCG_\mu}{TCG_\sigma}; \quad TCW_r = \frac{TCW - TCW_\mu}{TCW_\sigma}$$

Calculul indicelui de disturbantă DI:

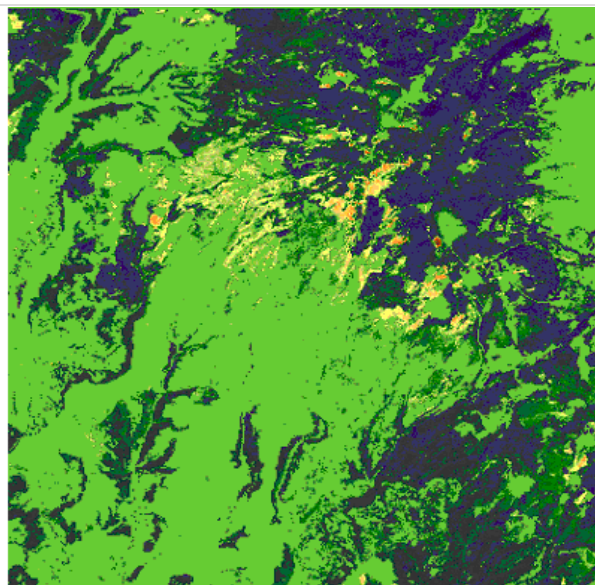
$$DI = TCB_r - (TCG_r + TCW_r)$$

Diferența dintre imaginile
care redau DI

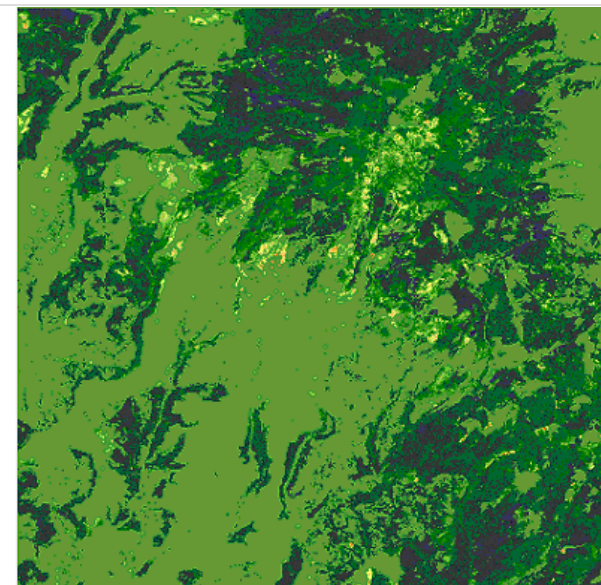
Rezultate și discuții



1993
Mare: 7,91
Mică: -3,44

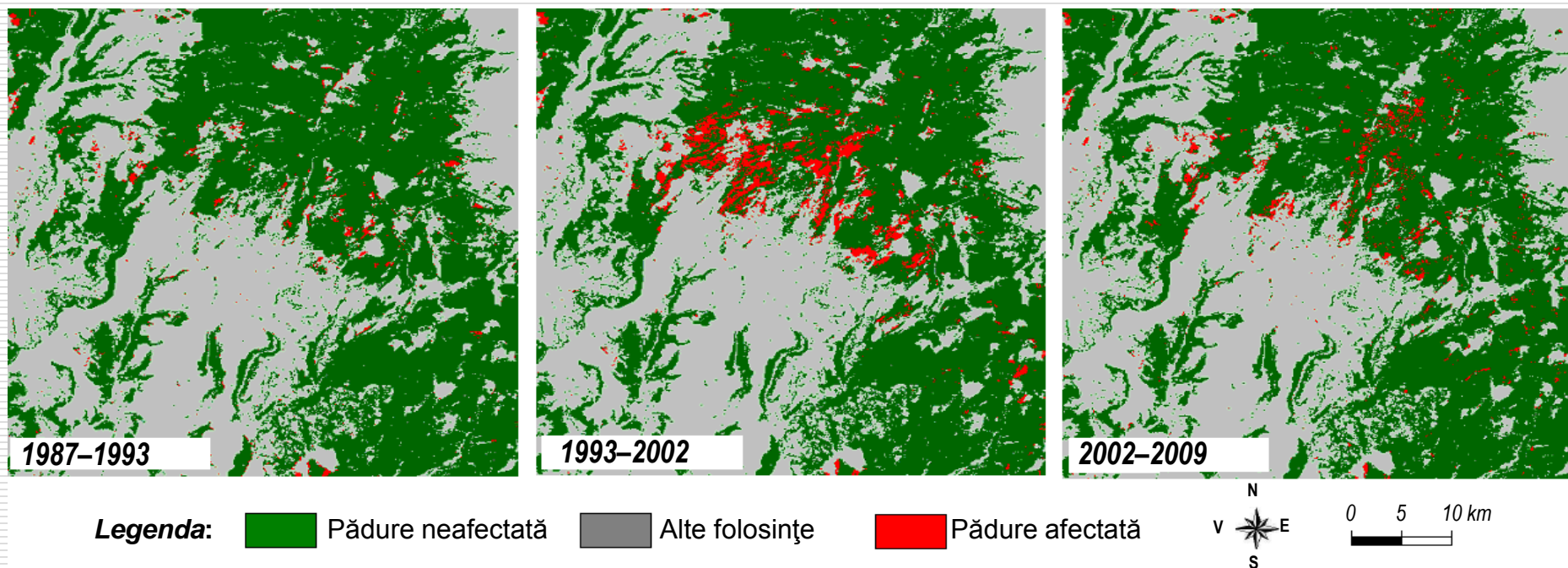


2002
Mare: 8,29
Mică: -2,93



2009
Mare: 9,21
Mică: -2,97

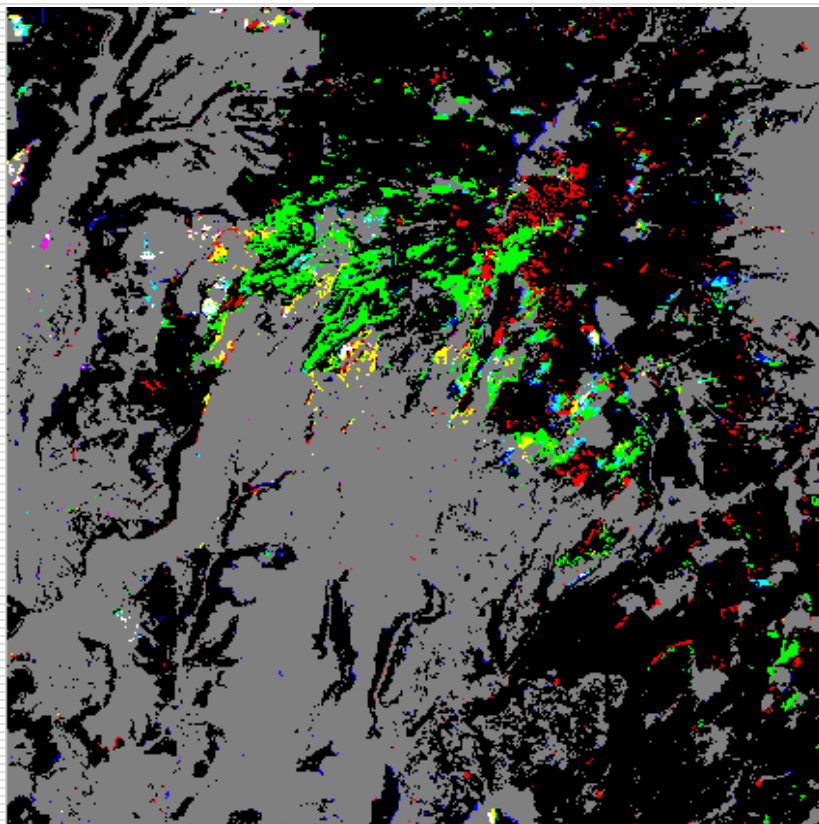
Imagini care redau indicii de perturbanță DI pentru anii studiați și intervalul valorilor acestora








Hărți care redau suprafețele afectate pe cele trei perioade analizate

Suprafețele afectate și ratele anuale raportate la suprafața ocupată de pădure

Indicatori	1987–1993	1993–2002	2002–2009	Sumă	Pădure (ha)
Suprafață afectată (ha și %)	776 (2,11%)	2567 (6,96%)	1265 (3,43%)	4608 (12,50%)	36864
Rata anuală (ha și %)	129 (0,35%)	285 (0,77%)	181 (0,49%)	595 (1,61%)	

**Legenda:**

-  Pădure neafectată
-  Alte folosințe
-  Suprafețe afectate în perioada 1987–1993
-  Suprafețe afectate în perioada 1993–2002
-  Suprafețe afectate în perioada 2002–2009

0 5 10 km

Imagine RGB care redă suprafețele afectate din zona studiată pe fiecare perioadă

Concluzii

Rezultatele obținute arată că suprafețele afectate de tăierile ilegale în zona Vlăhița-Căpâlnița sunt foarte mari, suprafața cea mai afectată fiind în perioada 1993–2002.

Factori: lipsa administrării pădurilor, existența apropiată a drumurilor de acces în pădure, posibilitatea exploatării mecanizate, lipsa titlurilor de proprietate însoțite de planul de amplasament și delimitare a parcelelor (6000 ha), obținerea de profit în timp scurt, proprietarii de păduri nu au siguranța permanenței dreptului de proprietate dobândit asupra pădurilor și există o lipsă de cunoaștere a principiilor dezvoltării durabile.

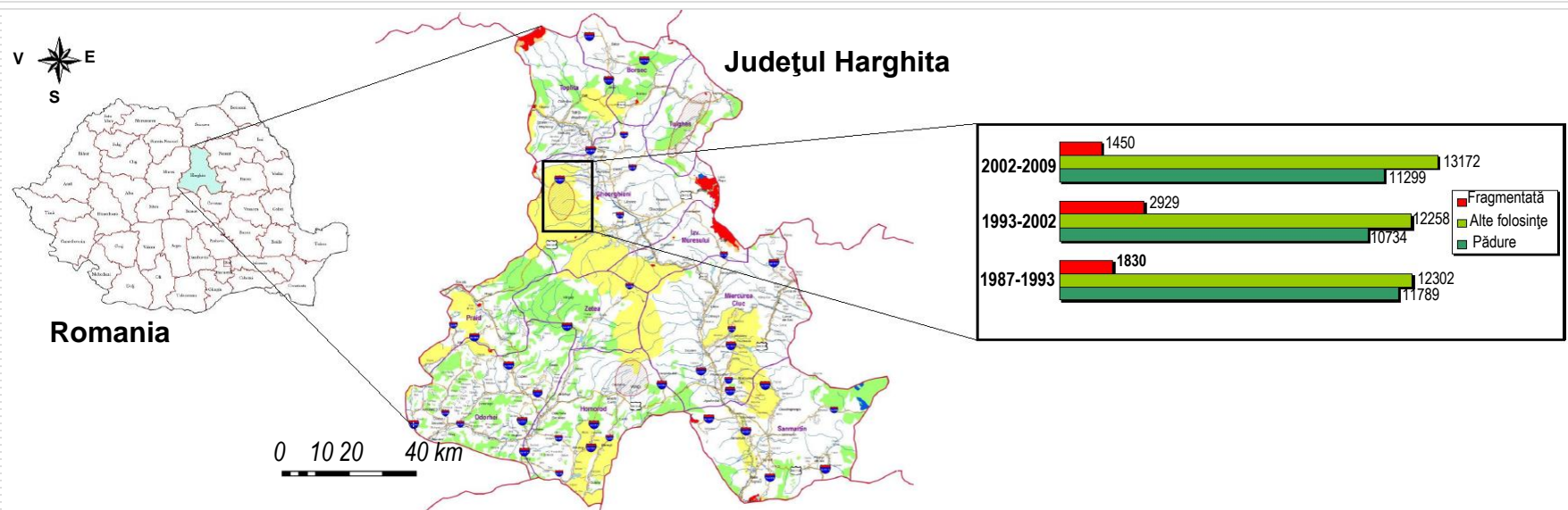
Efecte: dezgolirea versanților pe suprafețe întinse, simplificarea structurii pădurii și compoziției la nivel de arboret și peisaj și contrastul puternic al marginilor de masiv care a condus la creșterea vulnerabilității la doborâturile de vânt, arborete rărite supuse atacurilor de insecte și de ciuperci, apariția fenomenului de eroziune de suprafață și de adâncime

3.3. Cuantificarea și analiza fragmentării pădurilor folosind indici de caracterizare a peisajelor și imagini satelitare Landsat

Vorovencii, I., Iordache, E. (2013). *Identification and analysis of forest disturbances and fragmentation in Giurgeu Mountains, Romania, using Landsat data*. The sixth international scientific conference *Rural Development 2013 Innovations and Sustainability*. ISSN 2345-0916. 28-29 November, 2013, Aleksandras Stulginskis University, Lithuania. p. 513–518.

În acest studiu sunt prezentate rezultatele cercetărilor bazate pe o serie de indici ai peisajului (landscape metrics) și imagini *Landsat TM* multitemporale pentru identificarea și analiza defrișărilor de păduri din Munții Giurgeului. **Obiectivele specifice** ale acestor cercetări au fost: (1) identificarea disturbanțelor produse de exploatarea forestieră necontrolată și tăierile ilegale de păduri; (2) analiza fragmentării pădurii ca urmare a acestor acțiuni.

Zona studiată



Partea sudică a Munților Giurgeu din județul Harghita
 Suprafața studiată: 25921 ha

Materiale folosite

Imagini Landsat:

14.09.1987 (TM)
14.09.1993 (TM)
10.05.2002 (ETM+)
24.07.2009 (TM)
Orbita 183, rândul 28
Nivel de corecție: 1T
Rezoluție spațială: 30 m

Metode aplicate

Corectarea radiometrică a imaginilor – modelul **DOS**

Mască binară: pădure + alte folosințe – precizie **95,45%**

Transformarea Tasseled Cap: **TCB, TCG** și **TCW**

Calcularea indicelui de disturbantă **DI**

Diferența imaginilor pentru perioadele:
1987–1993, 1993–2002, 2002–2009, 1987–2009

Reclasificarea imaginilor: **1-2s** față de medie

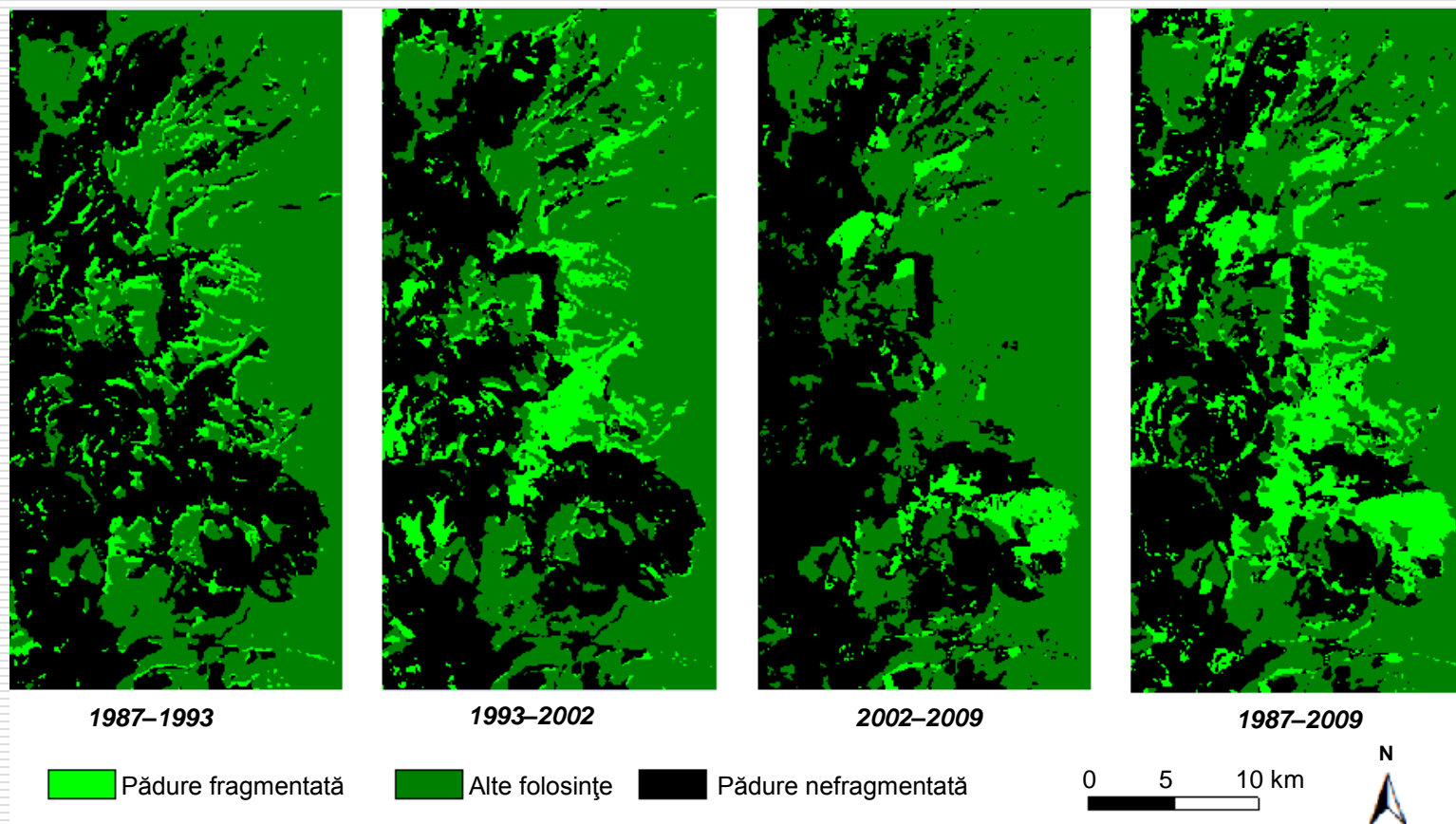
Filtrarea imaginilor: filtru majoritar **3x3**

Indicii fragmentării peisajului – programul **FRAGSTATS**

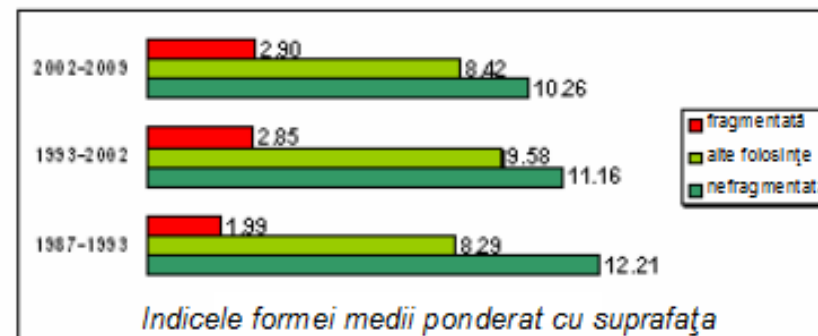
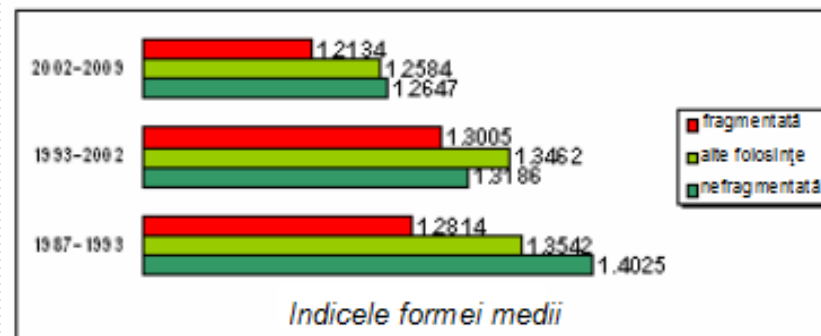
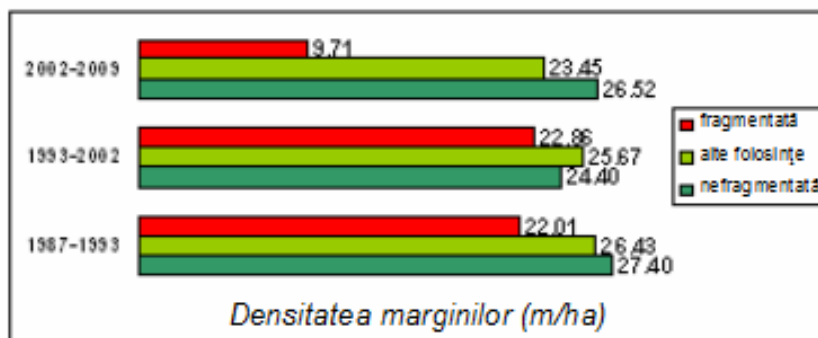
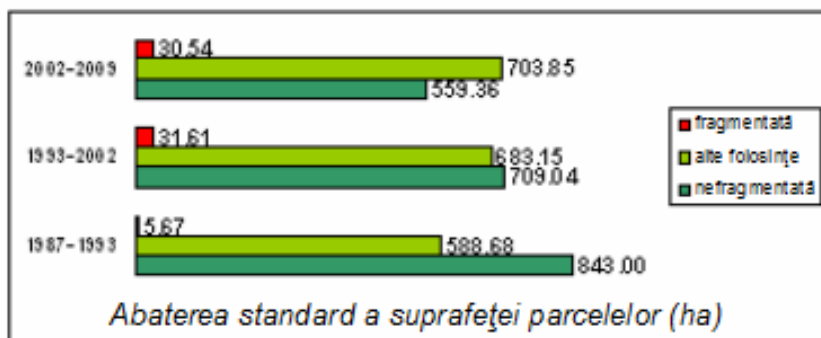
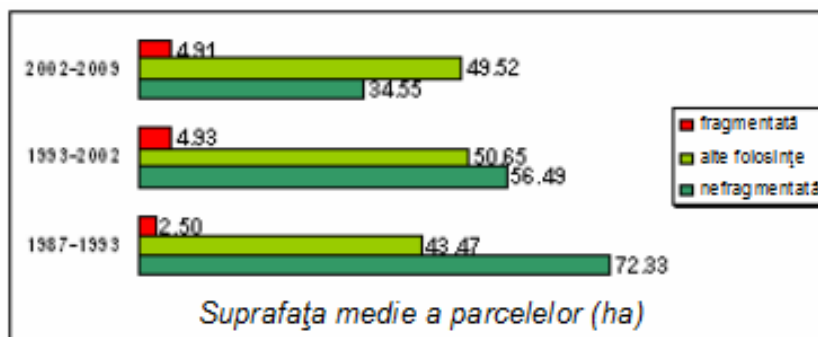
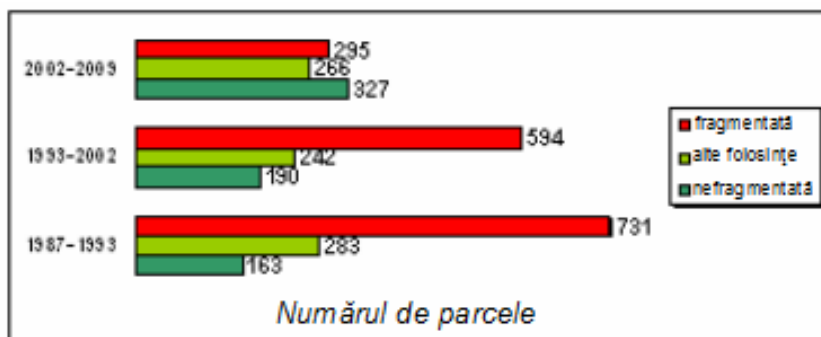
Indici folosiți în analiza fragmentării pădurii

Tipul de indice	Abreviere	Unități/interval de valori	Nivel ierarhic	Referință
Numărul de parcele (Numbers of patches)	NP	(număr)/0 < la ∞	Clasă, peisaj	McGarigal și Marks (1995)
Indici ai suprafeței (Area metrics)				
Suprafața medie a parcelelor (Mean Patch Area)	MPA	(ha)/0 < la ∞	Clasă, peisaj	McGarigal și Marks (1995)
Abaterea standard a suprafeței parcelelor (Patch Area Standard Deviation)	PASD	(ha)/0 < la ∞	Clasă, peisaj	McGarigal și Marks (1995)
Indici ai marginilor (Edge metrics)				
Densitatea marginilor (Edge Density)	ED	(m/ha)/0 < la ∞	Clasă, peisaj	McGarigal și Marks (1995)
Indici ai formei (Shape metrics)				
Indicele formei medii (Mean Shape Index)	MSI	(fără)/1 ≤ la ∞	Clasă, peisaj	McGarigal și Marks (1995), după Patton (1975)
Indicele formei medii ponderat cu suprafața (Area Weighted Mean Shape Index)	AWMSI	(fără)/1 ≤ la ∞	Clasă, peisaj	McGarigal și Marks (1995), după Patton (1975)
Indicele mediu al dimensiunilor fractale (Mean Fractal Dimension Index)	MFDI	(fără)/1 ≤ la 2	Clasă, peisaj	Burrough (1986)
Indici ai suprafeței centrale (Core area metrics)				
Suprafața centrală totală (Total Core Area)	TCA	(ha)/0 < la ∞	Clasă, peisaj	McGarigal și Marks (1995)
Suprafața centrală medie disjunctă (Mean Disjunct Core Area)	MDCA	(ha)/0 < la ∞	Clasă, peisaj	McGarigal și Marks (1995)
Indicele mediu al suprafeței centrale (Mean Core Area Index)	MCAI	(%)/0 la 100	Clasă, peisaj	McGarigal și Marks (1995)

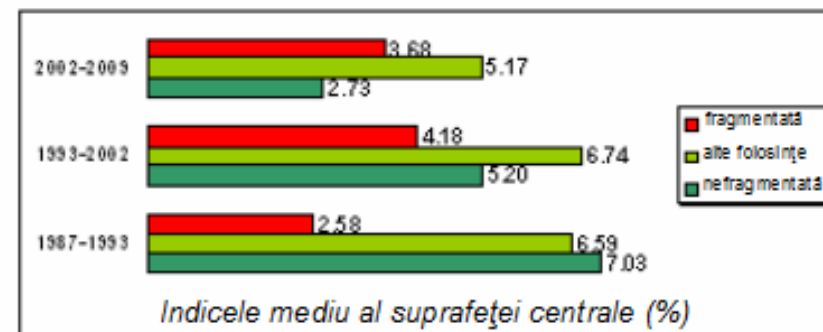
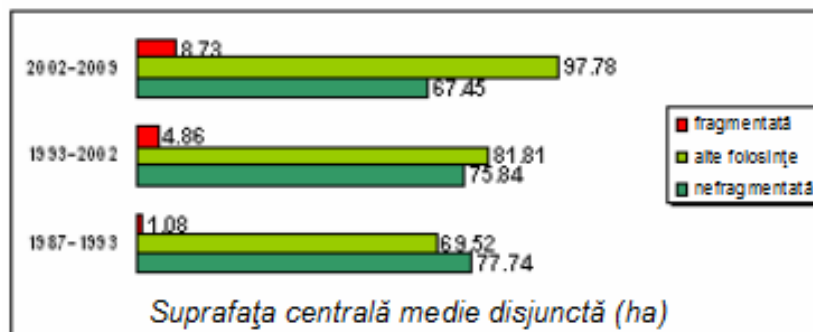
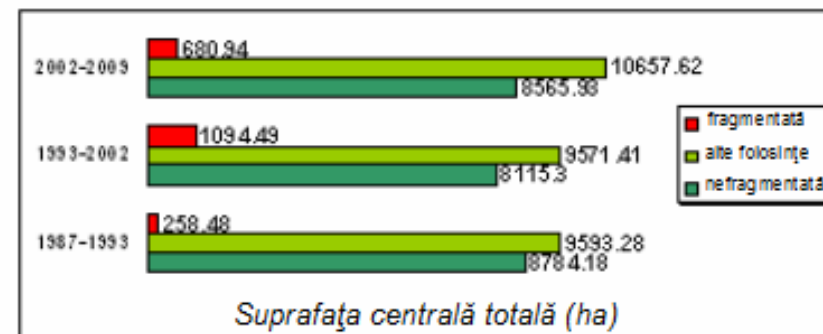
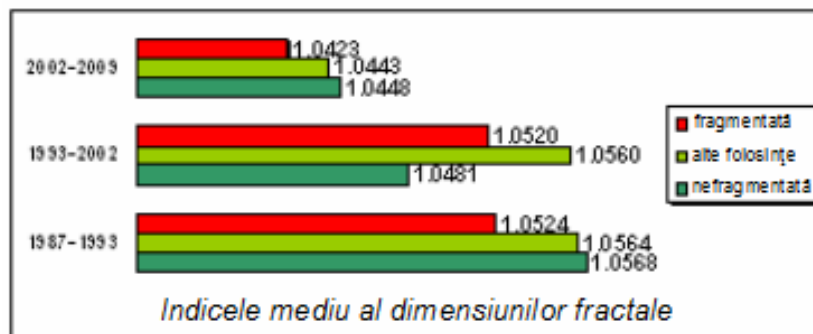
Rezultate și discuții



Hărți ale diferenței dintre indicii de disturbarență



Indici folosiți în analiza fragmentării pădurii



Indici folosiți în analiza fragmentării pădurii

Concluzii

Rezultatele obținute prin analiza imaginilor satelitare *Landsat TM* și *ETM+* arată că în zona cercetată în perioada 1987–2009, a avut loc un proces amplu de **fragmentare** a pădurii datorită exploatărilor forestiere necontrolate și al tăierilor ilegale.

În zona studiată exploatarea necontrolată a pădurilor și tăierile ilegale s-au realizat la început sporadic, la margine de masiv sau trupuri izolate, după care acestea s-au extins pe suprafețe mari.

Fragmentarea pădurii a condus la pierderea mediului specific acesteia, la modificarea ecosistemelor din zonă, reducerea biodiversității, restrângerea sau chiar pierderea habitatului unor specii, apariția fenomenului de eroziune de suprafață.

3.4. Evaluarea și monitorizarea defrișărilor și regenerărilor de păduri prin metoda analizei schimbărilor vectoriale

Vorovencii, I. (2015). *Monitoring deforestation and vegetation regeneration in Trotusului Valley, Romania, using change vector analysis and Landsat imagery.* Proceedings of the Biennial International Symposium, *Forest and Sustainable Development*, Brașov, Romania, 24-25th of October 2014, p. 356–361.

Obiectivul general al acestor cercetări a fost monitorizarea despăduririlor și a regenerărilor din Valea Trotușului folosind analiza schimbărilor vectoriale și imagini *Landsat 5 TM* în perioada 1986–2009. **Obiectivele specifice** ale cercetărilor au fost: (1) aplicarea metodei CVA pentru evidențierea despăduririlor și regenerărilor din zona studiată; (2) analiza cauzelor care au condus la despăduriri și a efectelor produse de acestea.

Zona studiată



Zona: Valea Trotușului (partea nord-vestică a județului Bacău și partea nord-estică a județului Harghita)

Suprafața studiată: 124724 ha din care pădurea ocupa 69880 ha în anul 1986

Materiale și metode

Imagini satelitare

Landsat 5 TM:

06.05.1986

13.08.1993

07.07.2009

Caracteristici

nivelul de prelucrare 1T
georeferențiate în UTM,
zona 35 N, datum WGS 84
orbita 183, rândul 28

Date de referință

hărți amenajistice
imagini Google Maps
amenajamente silvice
ortofotoplanuri 1:5000
planuri cadastrale

Normalizarea relativă radiometrică
No-change set

Hărțile binare pădure/alte categorii
de folosință – clasificare supervizată

Calculul transformării Tasseled Cap
TCB și TCG

Metoda analizei schimbărilor
vectoriale: mărimea (ΔM) și direcția
($\text{tg}\alpha_{\text{TCB-TCG}}$) schimbărilor

Compararea încrucișată a imaginilor
care redau mărimea și direcția
schimbărilor

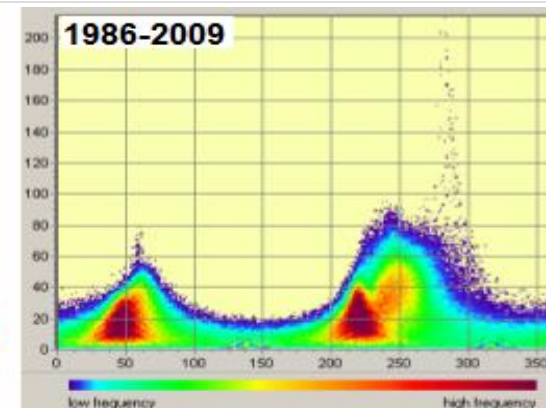
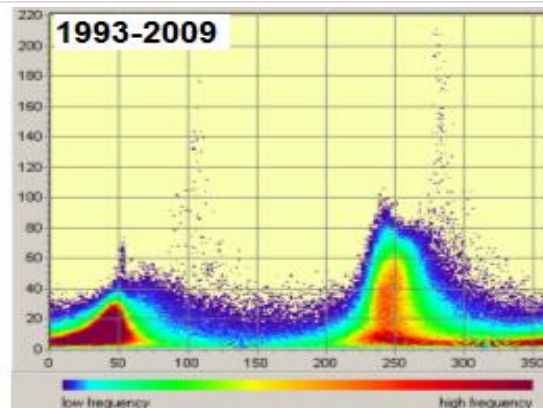
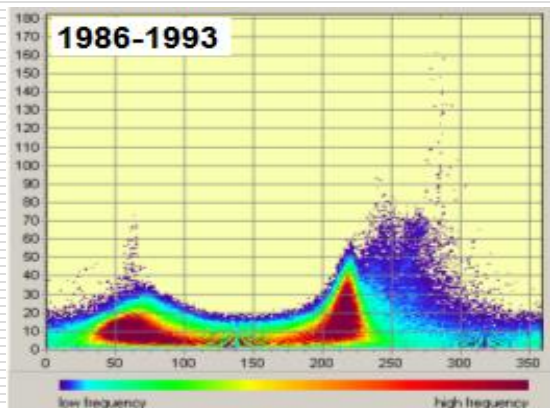
Definirea claselor de intensitate

Clase de intensitate	1986-1993		1993-2009		1986-2009	
	min	max	min	max	min	max
Slab	0,00	5,30	0,00	5,27	0,00	9,76
Mediu	5,30	29,65	5,27	47,06	9,76	49,61
Puternic	29,65	182,06	47,06	221,89	49,61	214,99
Valoare prag	-0,75s	+2,0s	-0,75s	+2,0s	-0,75s	+2,0s

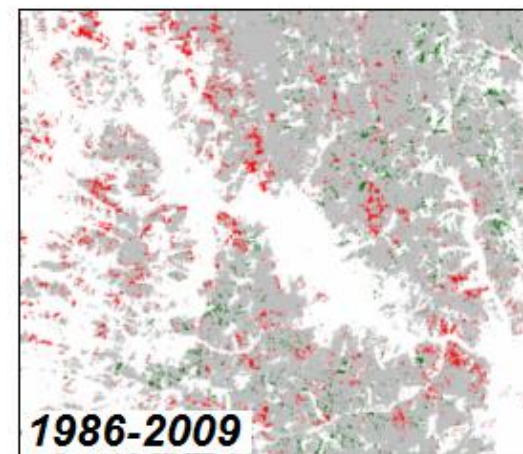
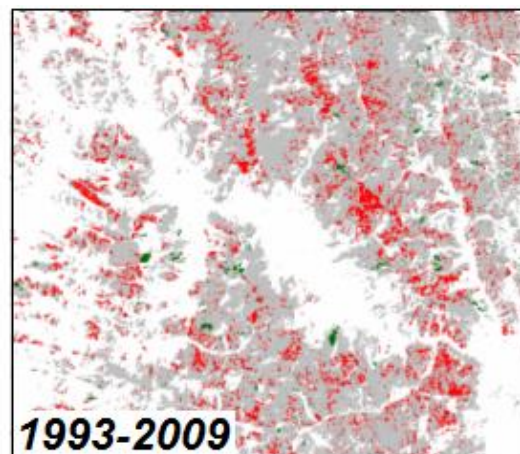
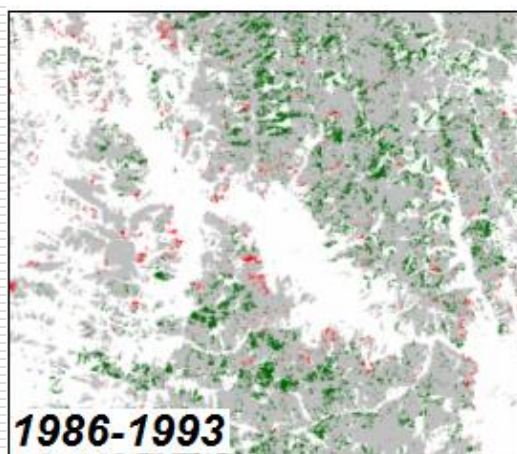
Rezultate și discuții

Repartizarea suprafețelor cu despăduriri și regenerări pe sectoare și clase de intensitate

Clase de intensitate	1986–1993			1993–2009			1986–2009		
	ha	% din peisaj	% din categorie	ha	% din peisaj	% din categorie	ha	% din peisaj	% din categorie
Sector 1 Persistență (0°-90°)									
Slab	5029	7,20	18,98	5423	7,76	17,72	6590	9,43	27,53
Mediu	21426	30,66	80,84	25162	36,01	82,22	17302	24,76	72,29
Puternic	48	0,07	0,18	17	0,02	0,06	44	0,06	0,18
Total	26503	37,93	100,00	30602	43,79	100,00	23936	34,25	100,00
Sector 2 Regenerarea vegetației (90°-180°)									
Slab	5682	8,13	46,39	993	1,42	51,00	3057	4,38	72,12
Mediu	6566	9,39	53,61	943	1,35	48,43	1182	1,69	27,88
Puternic	0	0,00	0,00	11	0,02	0,57	0	0,00	0,00
Total	12248	17,52	100,00	1947	2,79	100,00	4239	6,07	100,00
Sector 3 Persistență (180°-270°)									
Slab	3671	5,25	12,66	3315	4,74	13,01	5917	8,47	16,68
Mediu	22133	31,67	76,32	18036	25,81	70,77	26568	38,02	74,92
Puternic	3195	4,58	11,02	4135	5,92	16,22	2979	4,26	8,40
Total	28999	41,50	100,00	25486	36,47	100,00	35464	50,75	100,00
Sector 4 Despăduriri (270°-360°)									
Slab	915	1,31	42,94	4970	7,11	41,96	2623	3,75	42,03
Mediu	1093	1,56	51,29	6670	9,55	56,31	3392	4,86	54,35
Puternic	123	0,18	5,77	205	0,29	1,73	226	0,32	3,62
Total	2131	3,05	100,00	11845	16,95	100,00	6241	8,93	100,00
Total general	69880	100,00	-	69880	100,00	-	69880	100,00	-



Histograme bidimensionale care redau mărimea versus direcția schimbărilor

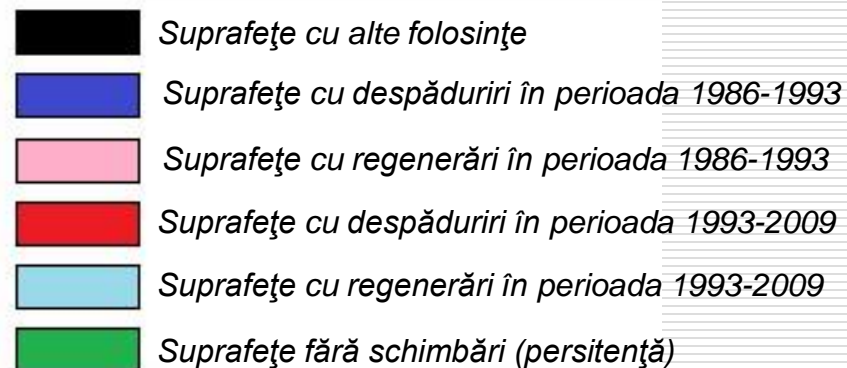
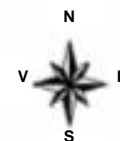
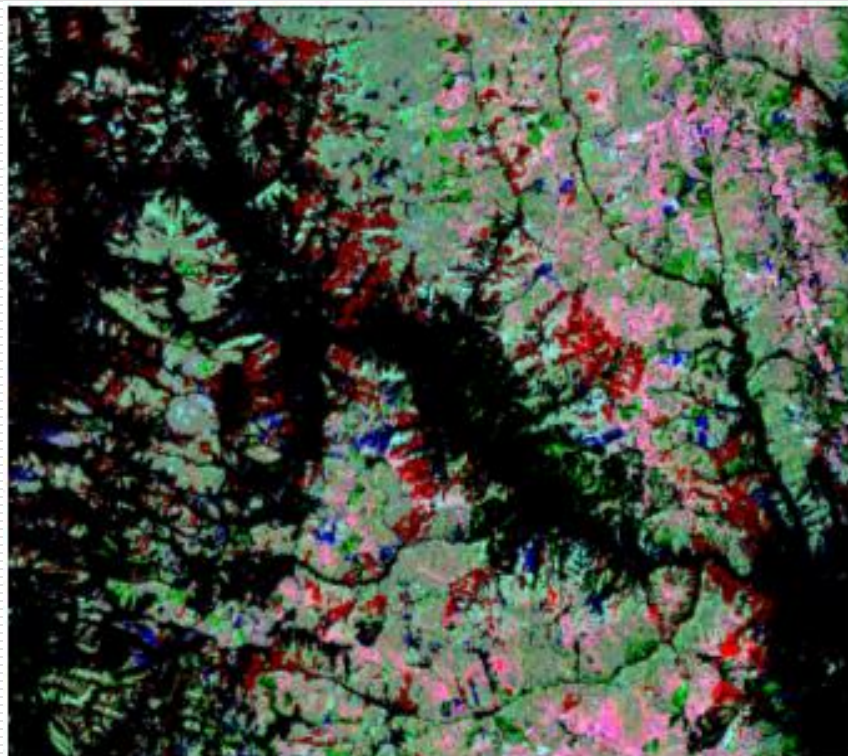


Suprafețe cu alte folosințe
 Suprafețe fără schimbări

Suprafețe cu despăduriri
 Suprafețe cu regenerări

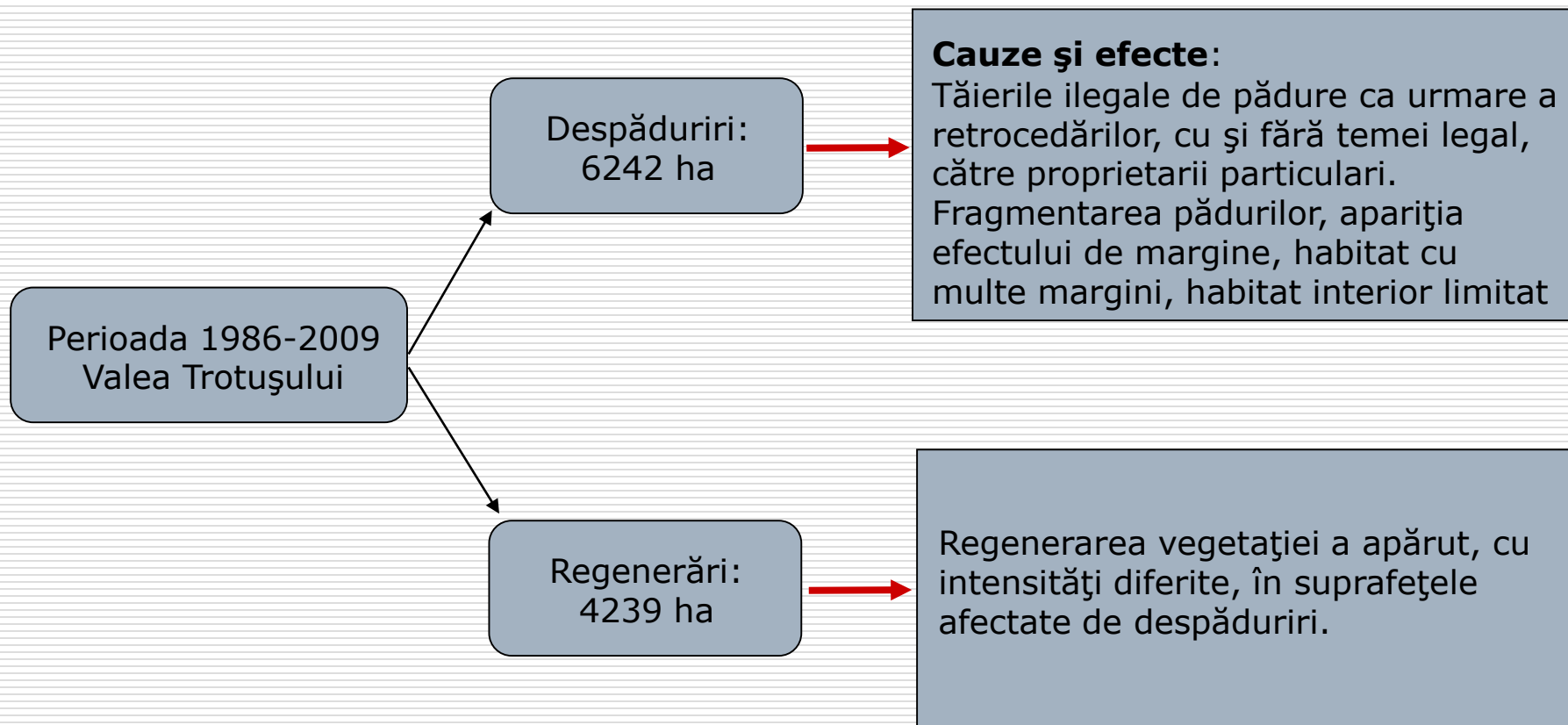


Imagini obținute prin comparația încrucișată a componentelor TCG–TCB pentru perioadele 1986–1993, 1993–2009 și întreaga perioadă studiată 1986–2009



Imagine RGB care redă despăduririle și regenerările din zona studiată pentru perioadele 1986–1993 și 1993–2009

Concluzii

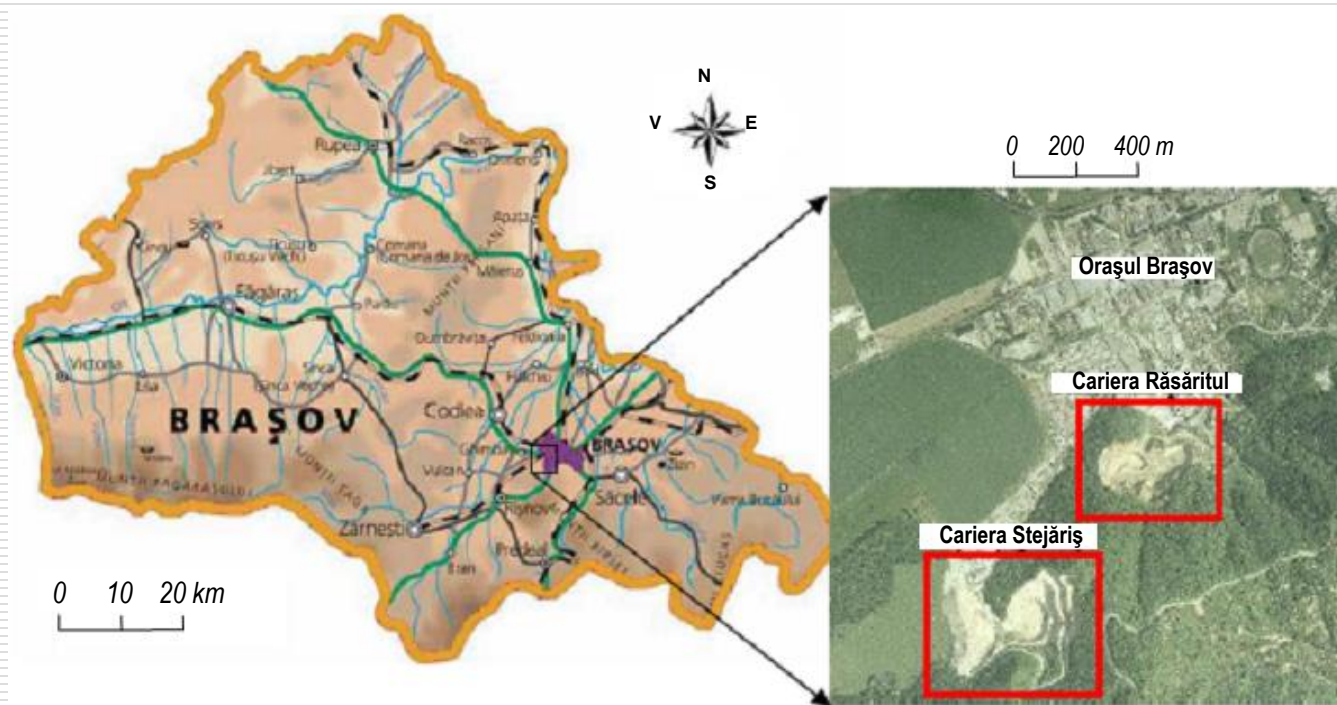


4. IDENTIFICAREA, EVALUAREA ȘI MONITORIZAREA SCHIMBĂRILOR PRODUSE DE EXPLOATĂRILE DE SUPRAFAȚĂ PE BAZA INDICILOR DE VEGETAȚIE ȘI A PROFILELOR SPECTRALE

Vorovencii, I. (2011). The assessment of the impact on the environment of the limestone quarries using satellite images. *Environmental Engineering and Management Journal*, 10(10), 1511–1522 (**FI = 1,004**).

Scopul cercetărilor a avut în vedere folosirea imaginilor satelitare *Landsat* pentru evaluarea impactului asupra mediului înconjurător referitor la: (1) identificarea exploatărilor de suprafață, în particular, a carierelor de calcar din apropierea fondului forestier; (2) evidențierea stadiului exploatării carierelor de calcar; (3) stabilirea intensității exploatărilor din carierele de calcar.

Zona studiată



Carierile de calcar **Stejeriș** și **Răsăritul** aflate la marginea orașului Brașov

Materiale și metode

Imagini satelitare **Landsat 5 TM**:
04.08.1984, 09.07.1989, 24.07.2009
Rezoluție spațială: 30 m
Orbita 183, rândul 28

Alte date:

Ortofotoplan – precizie 1,5 m
Planuri de situație obținute prin
ridicări topografice realizate cu stația
totală *Trimble M3*
Profile longitudinale

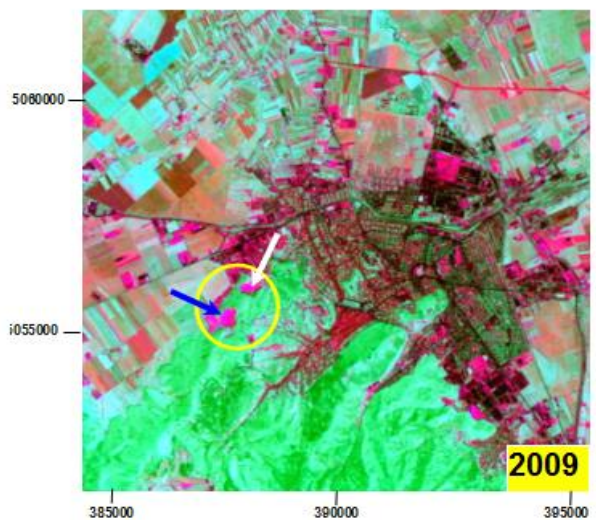
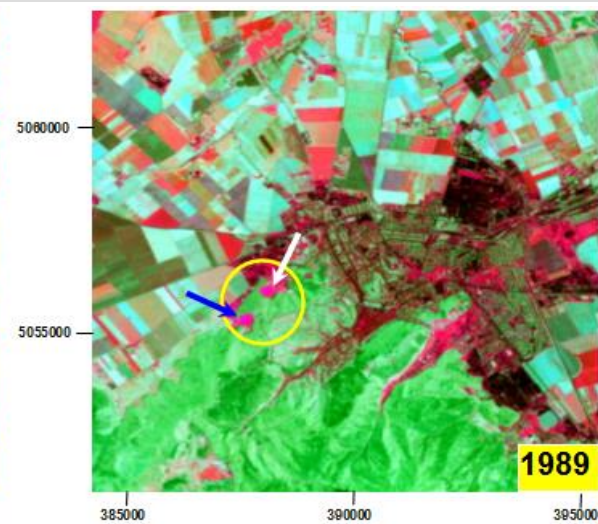
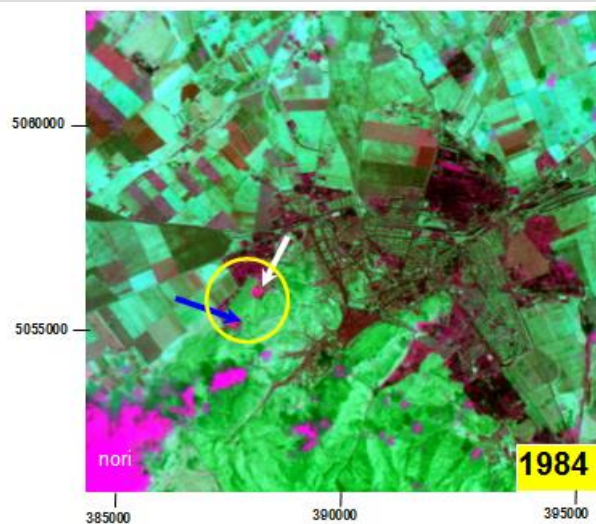
Preprocesarea imaginilor satelitare:

Corecții geometrice: 18 reperi
tereștri, precizie sub 0,5 *pixeli*
Corecții atmosferice și radiometrice

Prelucrări specifice

Combinatii de benzi spectrale
Indicii de vegetație *NDVI*, *SAVI*,
TSAVI1 și *TSAVI2* – stadiul
exploatărilor de calcar
Profile spectrale – *intensitatea*
exploatărilor de calcar

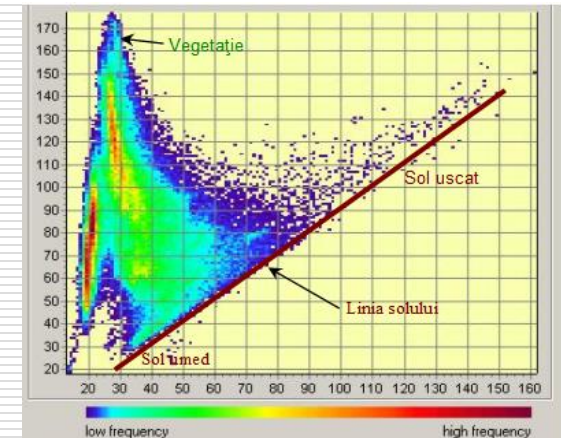
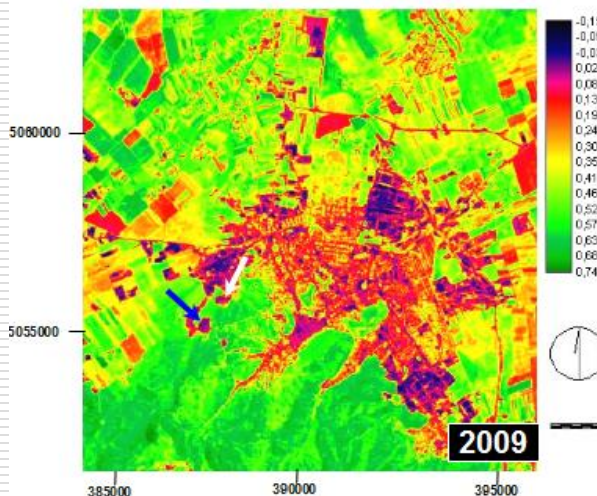
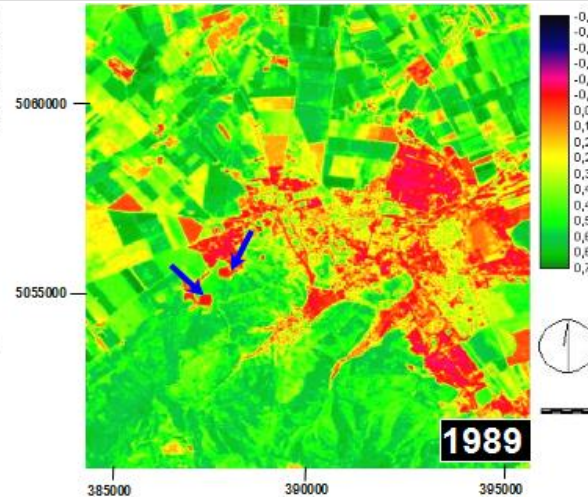
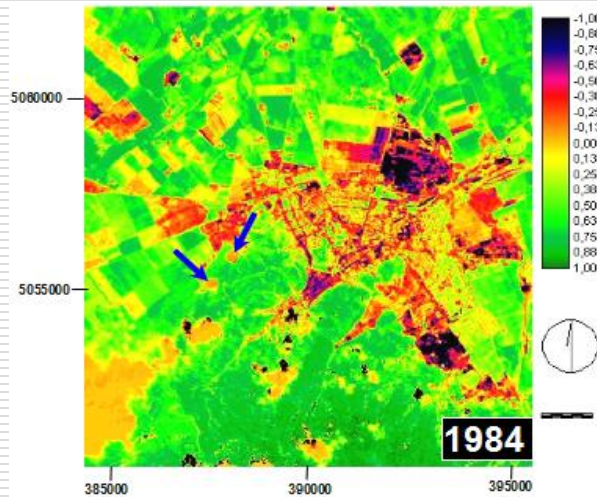
Rezultate și discuții



Imagini în combinația RGB (R=banda 5), (G=NDVI), (B=banda 4) care au permis separarea, din punct de vedere spectral, a carierelor de calcar de terenurile din intravilan. Cu săgeți sunt indicate pe imagini cele două cariere de calcar

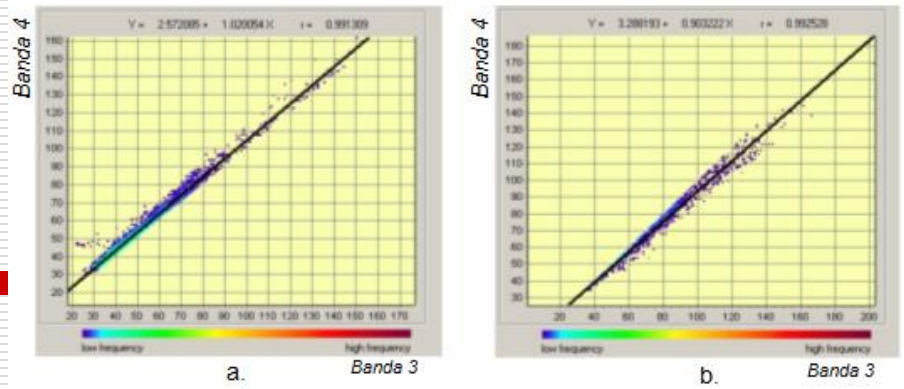
Imagine	Ecuții de regresie	Coefficienți de corelație
Landsat 5 TM 1984	$Y = 0,923435 \cdot X + 2,683273^{**}$	0,991769
Landsat 5 TM 1989	$Y = 1,020054 \cdot X + 2,572085^{**}$	0,991309
Landsat 5 TM 2009	$Y = 0,903222 \cdot X + 3,288193^{**}$	0,992528

* panta dreptei solului
 ** punctul de intersecție al axei de coordonate

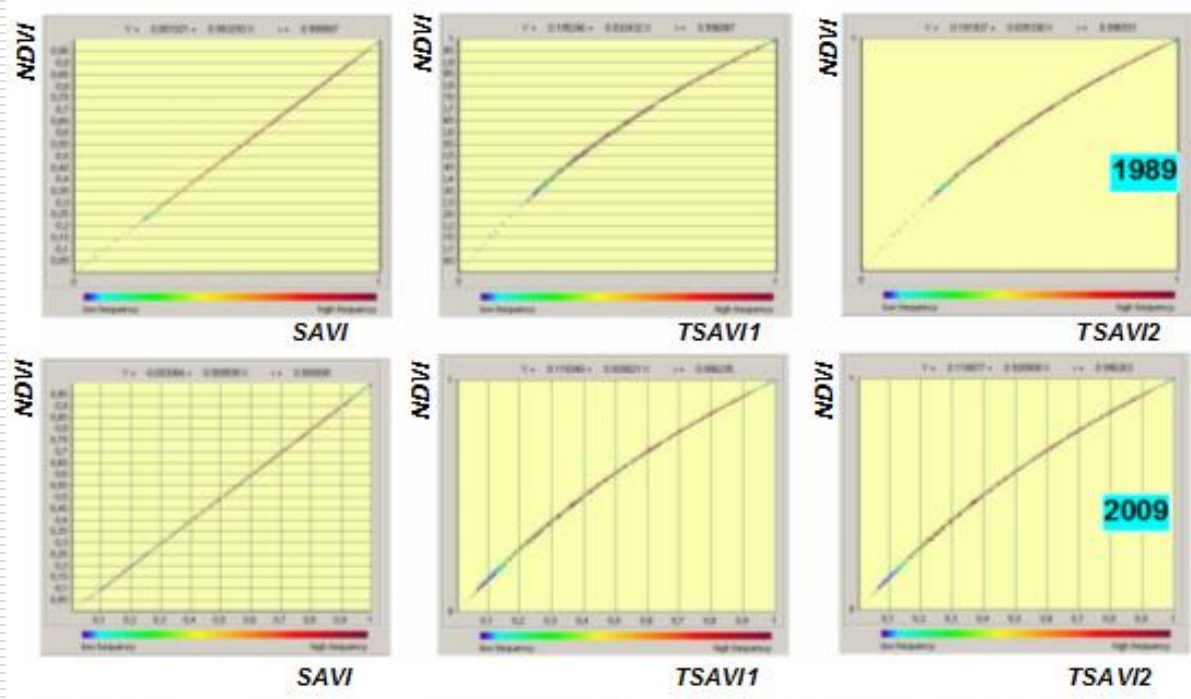


Linia solului în spațiul roșu-infraroșu apropiat pentru imaginea Landsat 5 TM din 1989

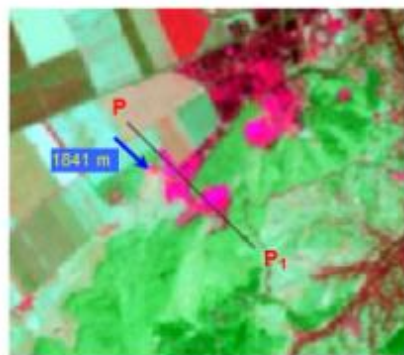
Imagini care redau indicii NDVI din zona studiată. În legendă sunt afișate valorile indicelui NDVI iar cu săgeți sunt indicate cele două cariere de calcar de la marginea orașului Brașov



Linile de regresie dintre benzile 3 și 4 în cazul imaginilor Landsat 5 TM preluate în: a) 1989; b) 2009



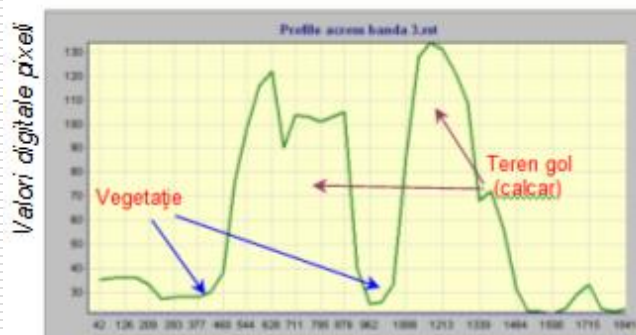
Curbele de regresie în care indicele NDVI este variabila independentă iar indicii SAVI, TSAVI1 și TSAVI2 sunt variabile dependente



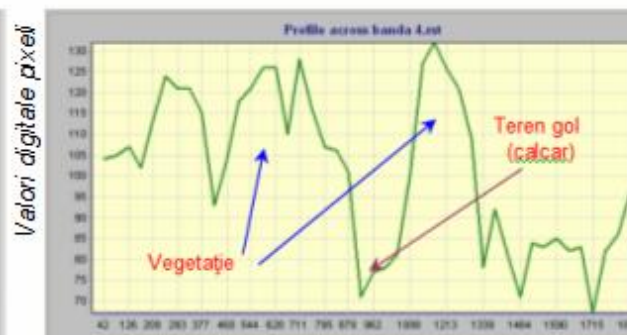
a.



b.



c.



d.

Profil spectral realizat pe imaginea Landsat 5 TM preluată în 1989:
 a) localizarea profilului; b) pe imaginea NDVI; c) în banda roșu; d) în banda infraroșu apropiat

Concluzii

Identificarea
carierele de calcar



Combinăția RGB
(R=banda 5)
(G=NDVI)
(B=banda 4)

Evidențierea stadiului
exploatărilor în
carierele de calcar



În porțiunile din cariere cu vegetație instalată indicii *NDVI* și *TSAVI1* prezintă valori mai ridicate. Rezultatele arată că indicele *TSAVI* are, în general, valori mai mari pentru suprafețele cu reflectanță redusă, în timp ce indicele *SAVI* este mai sensibil la detaliile cu reflectanță ridicată cum este calcarul. Utilizarea acestor indici în cazul fundalurilor închise conduce la supraestimarea vegetației din carierele abandonate.

Stabilirea
intensității
exploatărilor din
carierele de calcar



Dominarea spațiului spectral de către calcar arată că exploatățile sunt active sau, dacă acestea sunt abandonate, nu există vegetație instalată. Dominarea spațiului spectral de vegetație arată că exploatarea la suprafață este abandonată

(B-ii) PLANURI DE EVOLUTIE SI DEZVOLTARE A CARIEREI

Evoluția profesională și activitatea de cercetare științifică Studii absolvite

- **1985 – 1991** – Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere din cadrul Universității *Transilvania* din Brașov – inginer silvic;
 - **1991 – 1997** – Facultatea de Științe Economice din cadrul Universității *Transilvania* din Brașov – economist, specializarea marketing;
 - **2006 – 2010** – Facultatea de Științe din cadrul Universității “1 Decembrie 1918” Alba Iulia – inginer măsurători terestre și cadastru;
 - **2010 – 2012** – Facultatea de Științe din cadrul Universității “1 Decembrie 1918” Alba Iulia – master în domeniul inginerie geodezică, programul de studii Sisteme Informaționale Cadastrale și Organizarea Teritoriului;
 - **2005** – Universitatea *Transilvania* din Brașov – doctorat în domeniul silvicultură cu lucrarea “**Cercetări privind posibilitățile de utilizare a imaginilor satelitare în lucrările de amenajarea pădurilor**”.
-

Activitatea profesională

- Sunt profesor universitar în cadrul Departamentului de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea *Transilvania* din Brașov;
 - În cadrul programului de studii Măsurători Terestre și Cadastru predau cursurile și lucrările practice la disciplinele *Fotogrammetrie analogică, Fotogrammetrie analitică, Fotogrammetrie digitală, Teledetecție și Cadastru de specialitate*;
 - În anii anteriori am predat cursul și seminariile la disciplina *Legislație cadastrală*;
 - La MTC am predat lucrările practice la disciplinele *Topografie și Cadastru*.
-

-
- La MTC am coordonat practica studenților din anul I (topografie), II (geodezie) și III (cadastru și topografie inginerească);
 - Sunt tutore la anul IV MTC;
 - In cadrul programului de studii *Silvicultură* predau cursul de **Topografie-Geodezie** și coordonez practica de an la această disciplină;
 - La programul de studii *Silvicultură* am predat lucrările practice la **Topografie**;
 - **1999-2013** - am predat cursul de **Topografie** la Facultatea de Construcții și, în anumiți ani din această perioadă, am predat și lucrările practice. La sfârșitul fiecărui an universitar am efectuat practica la **Topografie** cu studenții acestei facultăți.
-

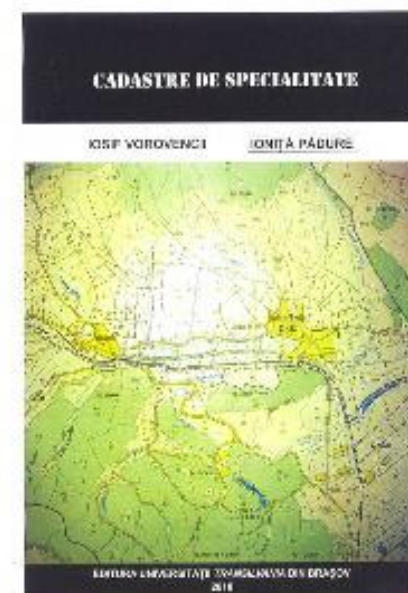
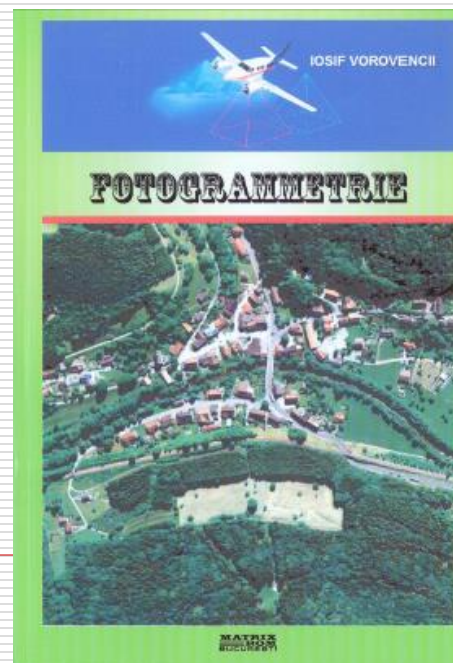
-
- Membru în diferite structuri universitare:
 - **2000 – 2004** - membru în Consiliul Facultății de Silvicultură;
 - **2000 – 2004** - secretar științific al Catedrei Amenajarea Pădurilor;
 - **2004 – 2008** - adjunct șef de Catedră Amenajarea Pădurilor;
 - **2012 – prezent** - membru în Senatul Universității *Transilvania* din Brașov;
 - **2012 – prezent** - Membru în Comisia de Buget Finanțe a Senatului Universității *Transilvania* din Brașov;
 - **2012 – prezent** - Membru al Consiliului Departamentului de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre.
-

-
- Sunt *responsabilul programului de studii Măsurători Terestre și Cadastru* și am contribuit activ la întocmirea dosarelor de acreditare din anii 2011 și 2013 pentru acest program;
 - Am fost *membru în comisia de licență* la programul de studii Măsurători Terestre și Cadastru în 2012 iar în anii 2013, 2014 și 2015 am fost președintele comisiei de licență la același program de studii;
 - Am îndrumat studenții de la programul de studii Măsurători Terestre și Cadastru la diferite sesiuni științifice studentești, la conferința Absolvenții în Fața Companiilor (AFCO), la proiectele de diplomă.
 - Din 2014 sunt evaluator *ARACIS* pe domeniul *Silvicultură*.
-

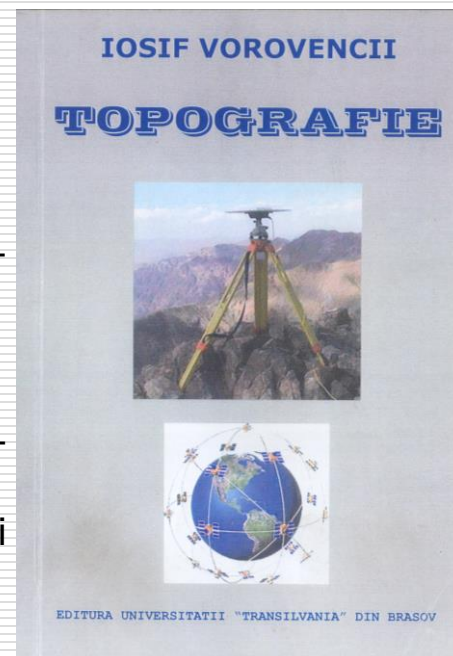
-
- **Experiența profesională** a fost acumulată și în cadrul altor instituții, altele decât Universitatea *Transilvania* din Brașov:
 - **1999** - bursă Tempus de 3 luni la *Myerscough College* din Preston (Anglia) - specializare în utilizarea tehnicii *GNSS*;
 - **2001** - stagiu de pregătire în domeniul topografiei și fotogrammetriei în cadrul firmei *Vermessung Angst* din Viena (Austria);
 - **2003** - stagiu de pregătire în Germania (*Freiburg*), Facultatea de Silvicultură, Departamentul de Fotogrammetrie și Teledetecție - prelucrarea imaginilor satelitare;
 - **2000-2001** - șef de proiect la firma *S.C. Silvproiect SRL* - amenajarea pădurilor.
-

Activitatea de cercetare științifică

- **Cărți publicate în edituri naționale: 10**
- **Vorovencii, I.**, 2015 – *Teledetecție satelitară*. Editura Matrix Rom București. ISBN 978-606-25-0142-6. 600 pagini.
- Chițea, Gh., **Vorovencii, I.**, Chițea, C.Gh., 2015 – *Rețele topogeodezice*. Editura Lux Libris Brașov. ISBN 978-973-131-320-7. 524 pagini.
- **Vorovencii, I.**, 2010 – *Fotogrammetrie*. Editura Matrix Rom București. ISBN 978-973-755-580-9. 530 pagini.
- **Vorovencii, I.**, Pădure, I., 2010 – *Cadastre de specialitate*. Editura Universității Transilvania din Brașov. ISBN 978-973-598-677-3. 237 pagini.
- Chițea, Gh., **Vorovencii, I.**, Mihăilă, M., Chițea, C.Gh., 2011 – *Topografie. Metode de ridicare în plan*. Editura Lux Libris Brașov. ISBN 978-973-131-108-1. 346 pagini.



- **Vorovencii, I.**, 2006 – *Topografie*. Editura Universității Transilvania din Brașov. ISBN 973-635-616-7. 364 pagini
- Chițea, Gh., **Vorovencii, I.**, Mihăilă, M., Chițea, C.Gh., 2011 – *Instrumente topografice și geodezice*. Editura Lux Libris Brașov. ISBN 978-973-131-096-1. 274 pagini.
- Chițea, Gh., Kiss, A., **Vorovencii, I.**, 2003 – *Fotogrametrie și teledetecție*. Editura Universității Transilvania din Brașov. ISBN 973-635-157-2. 251 pagini.
- Kiss, A., Chițea, Gh., **Vorovencii, I.**, 2001 – *Topografie*. Editura Universității Transilvania din Brașov. ISBN 973-8124-61-1. 175 pagini
- **Manuale suport de curs: 4**
- **Indrumar laborator: 1**
- **Vorovencii, I.**, 2000 - *Topografie. Indrumar de lucrări practice*. Universitatea Transilvania din Brașov. 249 pagini.



- **Articole în reviste cotate ISI Thomson Reuters (per review): 8 (7 indexate)**
- **Vorovencii, I., 2015** – Assessing and monitoring the risk of desertification in Dobrogea, Romania, using Landsat data and decision tree classifier *ISI. Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 187, No. 4, Article 204 (**FI = 1,679**), (**SRI = 0,749**).
- **Vorovencii, I., 2014** – A multi-temporal Landsat data analysis of land use and land cover changes on the land surface temperature *ISI. International Journal of Environment and Pollution*. Vol. 56, Nos. 1/2/3/4, p. 109–128 (**FI = 0,303**), (**SRI = 0,214**).
- **Vorovencii, I., 2014** - A change vector analysis technique for monitoring land cover changes in Copsa Mica, Romania, in the period 1985-2011. *Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 186, No. 9, p. 5951-5968, (**FI = 1.679**), (**SRI = 0.749**).



Int. J. Environment and Pollution, Vol. 56, Nos. 1/2/3/4, 2014 109

A multi-temporal Landsat data analysis of land use and land cover changes on the land surface temperature

Iosif Vorovencii
 Forest Management and Engineering Department,
 Faculty of Silviculture and Forest Engineering,
 University of Transilvania,
 B-dul Eroilor nr. 29, Braşov, Romania
 E-mail: iosif.vorovencii@unitbv.ro

Abstract: The changes in land use and land cover (LULC) determine the change of the normalized difference vegetation index (NDVI) and of the land surface temperature (LST) which characterise the environment at a given moment. This study examines the LULC changes affecting the LST-NDVI relationship, using Landsat 5 Thematic Mapper (TM) and 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) images acquired in 1987, 2000, and 2009 in the metropolitan area of Braşov, Romania. The images were classified into seven LULC classes through the supervised classification method. NDVI maps and LST maps were obtained on the basis of the three images, atmospherically and radiometrically corrected. The relationship between LST and NDVI was analysed by linear regression for each image and for each LULC class. The results obtained show that there is a negative correlation between LST and NDVI for all the LULC classes considered together as well as for each class considered separately.

Keywords: land surface temperature; LST; land use; land cover; normalized difference vegetation index; NDVI; linear regression; negative correlation; metropolitan area; Landsat data; LULC changes.

Reference to this paper should be made as follows: Vorovencii, I. (2014) "A multi-temporal Landsat data analysis of land use and land cover changes on the land surface temperature", *Int. J. Environment and Pollution*, Vol. 56, Nos. 1/2/3/4, pp.109–128.

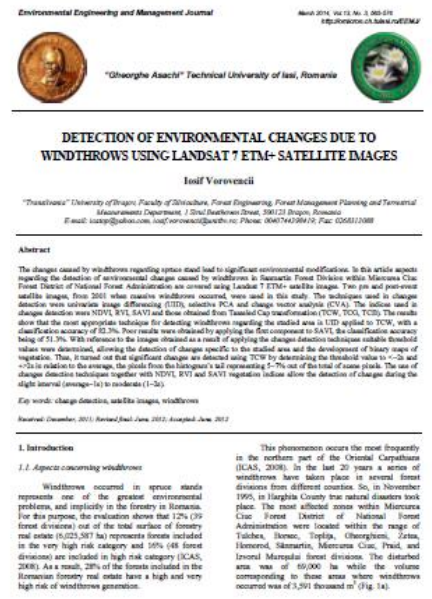
Biographical notes: Iosif Vorovencii is a Full Professor of the Forest Management and Engineering Department, Faculty of Silviculture and Forest Engineering, University of Transilvania, Braşov, Romania. His major research activities include remote sensing, photogrammetry, topography and cadastre. He has published about 100 papers in international and national journals and in conferences and several books.

1 Introduction

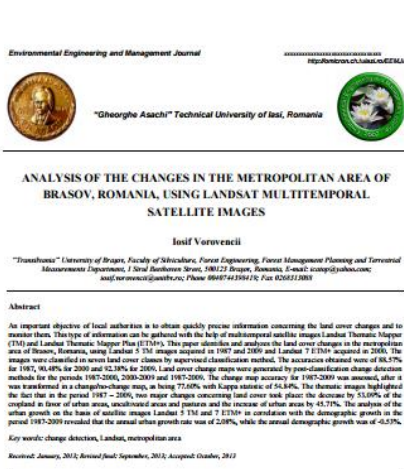
In the recent years, there have been more and more signs of environmental degradation caused by the greenhouse effect, global warming, and pollution. The effects can be felt in the increase of air and land temperature. Visible land temperature changes are also caused

Copyright © 2014 Inderscience Enterprises Ltd.

- Vorovencii, I., 2014 - Assessment of some remote sensing techniques used to detect land use/land cover changes in south-east Transilvania, Romania. *Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 186, No. 5, p. 2685-2699, (FI = 1.679), (SRI = 0.749).
- Vorovencii, I., 2014 - Detection of environmental changes due to windthrows using Landsat 7 ETM+ satellite images. *Environmental Engineering and Management Journal*, Vol. 13, No. 3, p. 565-576 (FI = 1,258) (SRI = 0,111).



- Ienciu, I., Vorovencii, I., Oprea, L., Popescu, C., 2013 - The urban development of mountain areas with the aim of developing local tourism. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, Vol. 14, No. 3, p. 980-985 (FI = 0,338) (SRI = 0,027).
- Vorovencii, I., 2013 - Analysis of the changes in the metropolitan area of Brasov, Romania, using Landsat multitemporal satellite images. *Environmental Engineering and Management Journal*, (FI = 1,258) (SRI = 0,111).
- Vorovencii, I., 2011 - The assessment of the impact on the environment of the limestone quarries using satellite images. *Environmental Engineering and Management Journal*, Vol. 10, No. 10, p. 1511-1522 (FI = 1,004).



1. Introduction

1.1. The impact on the environment due to surface exploitation

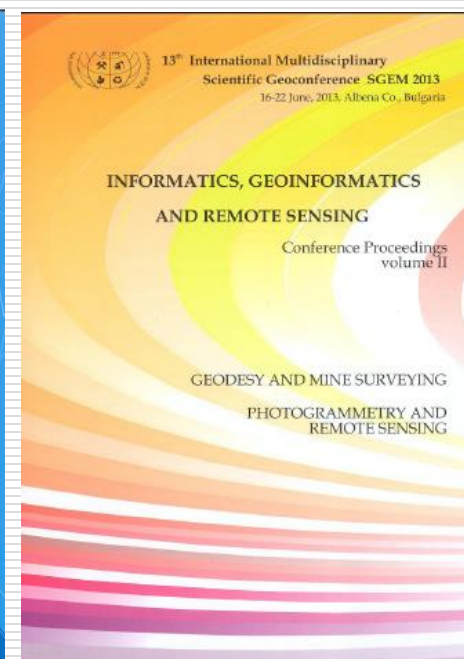
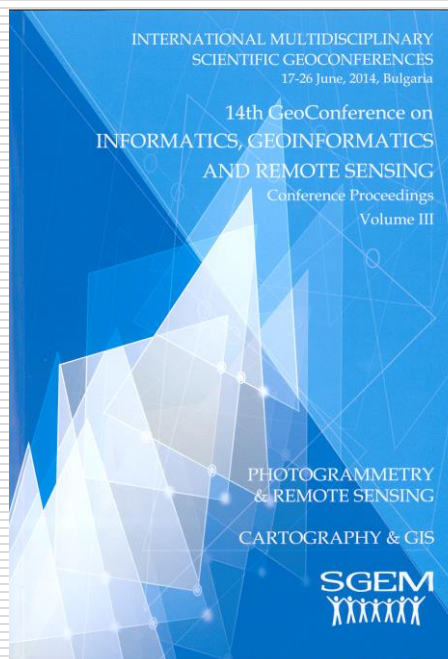
The determination of the impact of the surface exploitation activities on the environment is a matter of sustained development and management of resources. The conflict between the surface exploitation and the environment protection has grown in the last years, outlining the need for improved information on the dynamics of the impact on a local and regional scale (Lafroive et al., 2005). The surface exploitation activities refer to coal and metal, aggregate (rocks, gravel and sand), industrial minerals (potassium, clay) and construction materials (gravel, stone and marble). The map-making of these surface activities and the environment assessment are complex issues because the affected surfaces are generally large. Monitoring and controlling the changes become even more difficult due to the cost and the time necessary to realize updated maps. Besides, a successful monitoring regarding the assessment of the surface exploitation processes and their dynamics on a regional and local scale needs frequent observations, over a long period of time, in order to differentiate the natural changes from those associated with human activities (Georgiu et al., 2005).

In this situation, the remote sensing data can provide information on the changes in a measurable way at reasonable cost. In the case of the impact on

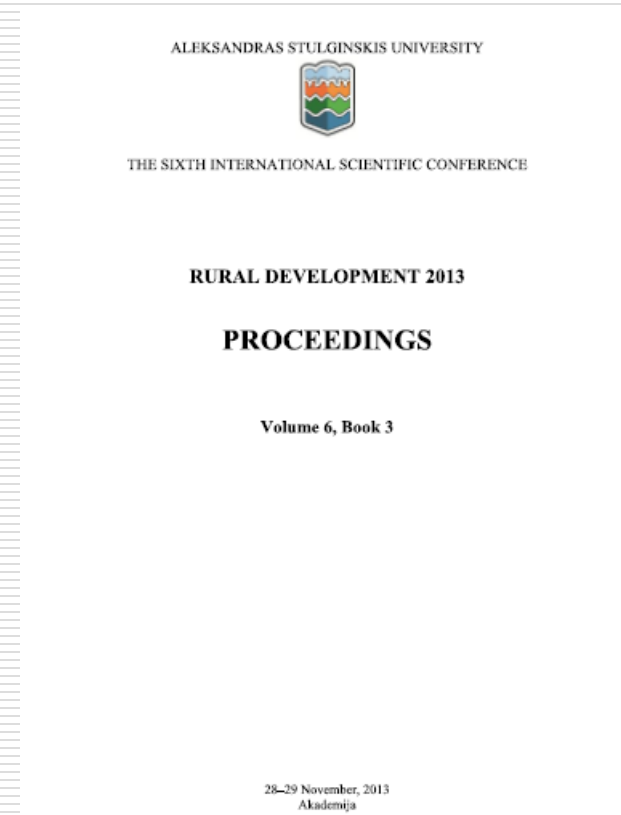
□ **Articole publicate în volume indexate ISI proceedings:**

11 (7 indexate)

- **Vorovencii, I.,** Tereşneu, C.C., Vasilescu, M.M., 2014 - *Assessing the performance of relative radiometric normalization methods for some vegetation indices.* International Multidisciplinary Scientific Geoconferences, 14th GeoConference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, Vol. III – Photogrammetry & Remote Sensing, Cartography & GIS, 17-26 June, 2014, Albena, Bulgaria, p. 24-30
- **Vorovencii, I.,** Iordache, E., 2013 - *Identification and Analysis of Forest Disturbances and Fragmentation in Giurgeu Mountains, Romania, Using Landsat Data.* The sixth international scientific conference "Rural Development 2013" Innovations and Sustainability. ISSN 2345-0916. 28-29 November, 2013, Aleksandras Stulginskis University, Lithuania. p. 513-518.



- **Articole publicate în reviste și volume BDI** (*CABI, Scopus, Index Copernicus, EBSCO, ProQuest*): **28** (20 sunt unic autor sau prim autor);
- **Articole apărute în extenso în lucrări ale principalelor conferințe internaționale de specialitate:** **16** (13 unic sau prim autor);
- **Articole publicate în reviste și volume ale diferitelor manifestări științifice:** **44**;
- **Proiecte:** **2** proiecte ca director/responsabil și **6** proiecte în care am fost membru în echipă (2 internaționale, 2 proiecte *CEEX*, 1 proiect *POSDRU*);
- **TOTAL PUBLICATII** (cărți, cursuri, articole): **122**.



- **2008-2012** - membru al Comitetului de Management din cadrul Acțiunii *COST FP0701 Post-Fire Forest Management in Southern Europe*;
- Referent științific în cadrul Departamentului Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre la **5 teze de doctorat**;
- Referent în comisia de analiză, numit prin *Ordin al Rectorului*, la **7 teze de doctorat**, toate susținute în cadrul Universității *Transilvania* din Brașov. Patru dintre acestea au avut teme din domeniul măsurătorilor terestre și cadastrului iar două din silvicultură.

FPS COST Action FP0701

Management Committee

MC Chair	▶ Dr Francisco MOREIRA (PT)
MC Vice Chair	▶ Prof Margarita ARIANOUTSOU-FARANGITAKI (EL)

COST Participants

Country	MC Member
Poland	▶ Dr Barbara UBYSZ
Poland	▶ Dr Józef PIWNICKI
Portugal	▶ Dr Paulo FERNANDES
Romania	▶ Dr Lucian DINCA
Romania	■ Mr Vorovencii IOSIF
Slovakia	▶ Dr Terezia SALAJ
Slovenia	▶ Dr Nikica OGRIS
Slovenia	▶ Prof. Maja JURC

-
- **Citări** în articole *ISI* și *BDI*;
 - **Membru în comitetul de redacție** al Simpozionului *Internațional Forest and Sustainable Development* (2009);
 - **Membru în colectivul de redacție** al revistei *Revista de Geodezie* și al revistei *Journal of Environmental Treatment Techniques*;
 - **Recenzor** la revista *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II - Forestry • Wood Industry • Agricultural Food Engineering*, la revista *IETE Technical Review* (*ISI*) și la revista *Journal of Environmental Treatment Techniques*;
 - **Recenzor** al Simpozionului *Internațional Forest and Sustainable Development* (2009).
-

Fișa de verificare a îndeplinirii standardelor minimale naționale în conformitate cu grila de evaluare a comisiei CNATDCU

Domeniul fundamental „Științe ingineresti” comisia de specialitate „Ingineria resurselor vegetale și animale”

Îndeplinirea indicatorilor specifici de evaluare

Prof. dr. ing. Iosif VOROVENCII

Nr. crt.	Domeniul de activitate	Minim de îndeplinit (puncte)	Punctaj realizat
1.	Activitatea didactică / profesională (A1)	100	529,55
2.	Activitatea de cercetare (A2)	260	1388,74
3.	Recunoașterea și impactul activității (A3)	40	141,67
Total		400	2059,96

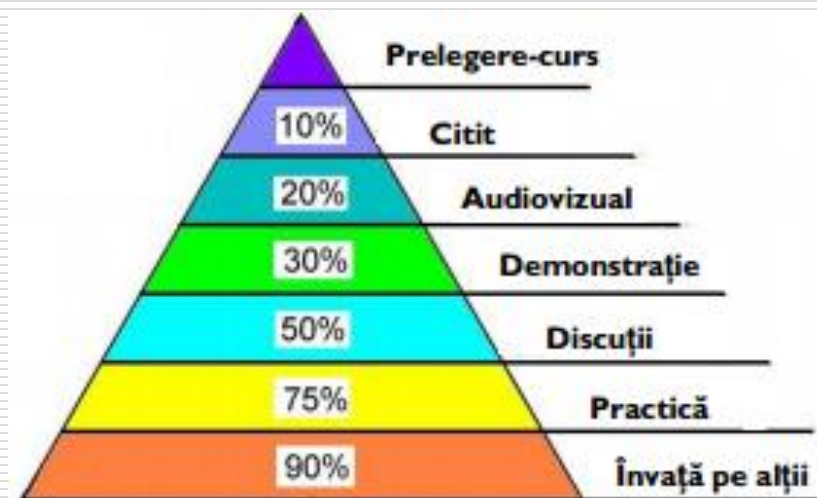
- Articole publicate în reviste cu vizibilitate internațională** (*ISI, ISI proceedings, BDI*);
- Trei articole cotate ISI Thomson Reuters** (*per review*) cu *SRI > 0.700 (0.749)*;
- Un contract** (*director*) cu valoarea de peste *10000 Euro* încasați în ultimul an.

Planuri de dezvoltare a carierei

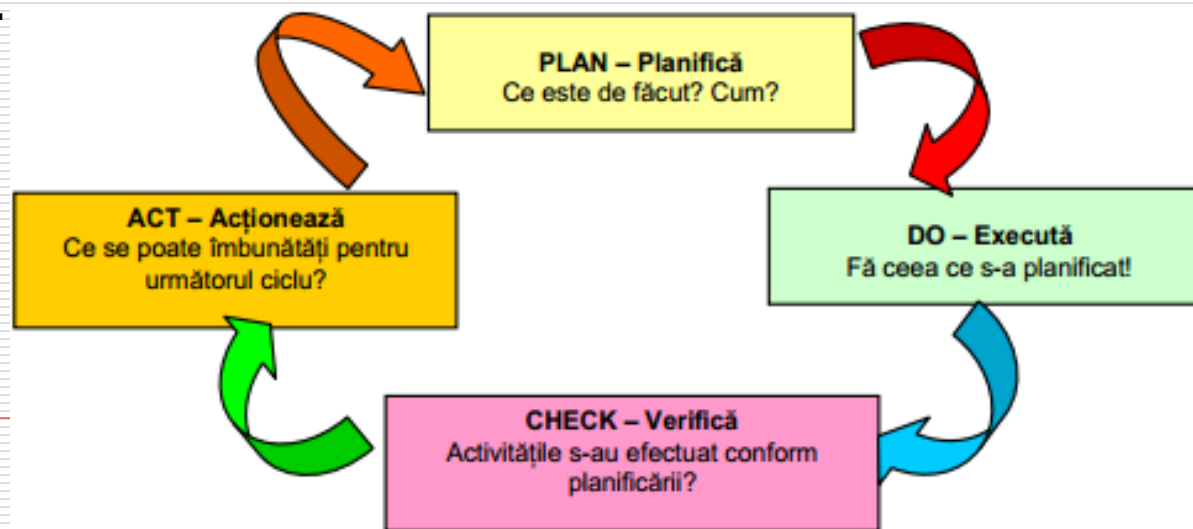
Planuri de dezvoltare a activității didactice

-
- **In vederea creșterii competențelor didactice îmi propun următoarele:**
 - Implicare activă în toate activitățile didactice;
 - Elaborarea de cursuri și îndrumare de laborator pentru acoperirea disciplinelor pe care le predau, inclusiv în format electronic, în special pentru noua secție de Măsurători Terestre și Cadastru și actualizarea lor o dată la trei ani;
 - Ridicarea calității cursurilor predate și punerea accentului pe latura practică și aplicativă a laboratoarelor și proiectelor;
 - Implicarea, în calitate de coordonator al programului de studii Măsurători Terestre și Cadastru, în reactualizarea planurilor de învățământ și a programelor analitice în conformitate cu standardele în vigoare. Reactualizarea va avea în vedere toate disciplinele și va ține seama de cerințele reale de pe piața muncii și de planurile de învățământ ale altor facultăți din domeniu;

- **Informatizarea sistemului de predare și de evaluare**, proces început la unele discipline și pe care voi încerca să-l implementez și la celelalte discipline pe care le predau în vederea eliminării subiectivismului în evaluarea studenților;
- **Sprrijinirea și încurajarea studenților** să participe la cercurile științifice studențești, activități de cercetare, conferințe și simpozioane;
- **Găsirea unor modalități de predare** care se bazează pe diferite tehnici precum învățarea prin cooperare, în cadrul echipelor, învățarea centrată pe succes și apreciere;
- **Asigurarea condițiilor necesare efectuării practicii** la disciplina Topografie pentru studenții din cadrul ciclului de licență de la silvicultură;
- **Imbușătățirea conținutului lucrărilor de licență** prin stabilirea unor teme care să determine studenții să participe efectiv la culegerea datelor din teren și să-și aducă contribuții științifice originale la întocmirea acestora;



- Dezvoltarea în cadrul studenților a simțului de responsabilitate și apropierea acestora de viața reală, cea întâlnită în producție;
- Stabilirea unei relații de parteneriat cu studenții;
- Invitarea reprezentanților firmelor care comercializează aparatură topografică, fotogrammetrică și instrumente de înaltă performanță pentru prezentarea studenților a celor mai avansate tehnici de măsurare în cadrul unor ore de laborator pe care le predau;
- Participarea la stagii în universități din străinătate, pentru a asigura un schimb de experiență și de informații care să fie benefic pentru cariera mea, pentru instituția în care lucrez și evident pentru studenți.



Planuri de dezvoltare a activității de cercetare științifică

- **Pentru a crește relevanța și impactul lucrărilor științifice pe care le voi elabora îmi propun următoarele:**
 - **Publicarea constantă de articole în reviste indexate *ISI Thompson Reuters* cu factor de impact și scor relativ de influență și în bazele de date internaționale recunoscute de Consiliul Național al Cercetării Științifice (CNCS) în domeniile pe care le predau (topografie-geodezie, fotogrammetrie, teledetecție, sisteme informaționale specifice domeniului de activitate).**
 - **Participarea la conferințele desfășurate în domeniu, cu precădere de nivel internațional și pe cât posibil indexate *ISI*, desfășurate atât în țară, cât și în străinătate.**
 - **Publicarea unor cărți de specialitate în edituri naționale recunoscute CNCS.**
-

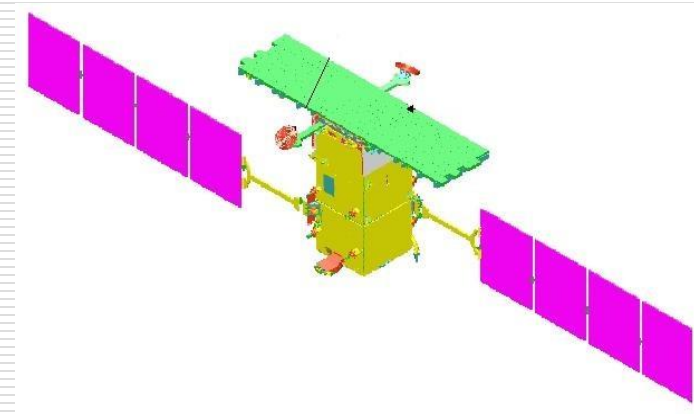
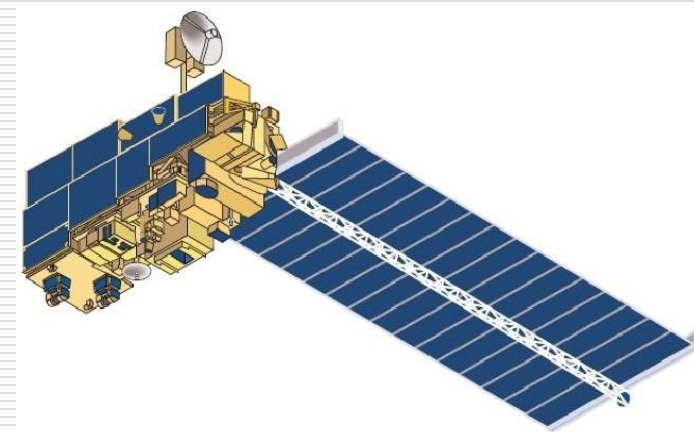
-
- **Participarea la rețele de cercetare naționale și internaționale.** Pe plan național voi urmări participarea în diferite echipe de cercetare din cadrul unor proiecte cu specific în măsurătorile terestre și cadastru dar și în sectorul forestier. Pe plan internațional, voi încerca să particip la diferite acțiuni *COST* care au ca obiect aria cercetărilor pe care le realizez.
 - **Abordarea în cercetările pe care le voi realiza a unor teme de maximă actualitate** din domeniul teledetecției satelitare, fotogrammetriei digitale dar și în domeniile apropiate. In acest sens voi căuta să mă axez, în special, pe aplicații ale teledetecției satelitare și fotogrammetriei digitale în sectorul forestier, dar și în alte domenii (mediu înconjurător, ecologie, studiul schimbărilor în timp în cadrul ecosistemelor etc.).
-

-
- ❑ **Depunerea de propuneri pentru proiecte de cercetare** în competițiile naționale și internaționale în vederea câștigării și atragerii de fonduri.
 - ❑ **Participarea ca membru în echipe de cercetare** și publicarea de articole în calitate de prim autor sau coautor cu alți membri ai echipelor de cercetare în care voi fi implicat.
 - ❑ **Atragerea de fonduri prin contracte** cu terți sau proiecte de consultanță.
 - ❑ **Implicarea în dezvoltarea laboratorului de cercetare** care aparține Departamentului de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre de la Institutul de Cercetare și Dezvoltare.



-
- **Participarea activă în echipa de organizare la sesiunile științifice** organizate la interval de 2 ani în cadrul Facultății de Silvicultură și Exploatare Forestiere. In acest sens, voi susține și ajuta existența unei secțiuni în cadrul sesiunii științifice cu tematică din domeniul măsurătorilor terestre și cadastrului unde să fie invitați specialiști din acest domeniu de la alte universități cu tradiție și din cadrul marilor firme de specialitate.
 - **Dezvoltarea de relații de colaborare** cu grupuri de cercetători din profilul meu.
 - **Selectarea unor studenți** din cadrul programului de studii Măsurători Terestre și Cadastru care să poată fi implicați în activități de cercetare care au ca principal obiect teledetecția satelitară.
 - **Conducerea de doctoranzi** în domeniul Silvicultură, specialitatea Topografie, Fotogrammetrie, Teledetecție.
 - **Participarea la scoli de vară** desfășurate la în cadrul unor universități din țară și străinătate în domeniile în care m-am specializat.
-

- **Direcțiile de cercetare viitoare** se vor baza pe direcțiile de cercetare actuale și vor viza următoarele domenii:
- **teledetecția satelitară** – obiectivele acestei direcții vor avea în vedere:
utilizarea indicilor de vegetație în analiza stării de sănătate a covorului vegetal folosind imagini satelitare multispectrale și hiperspectrale, urmărirea în timp a schimbărilor apărute în mediul înconjurător, prelucrarea și interpretarea imaginilor satelitare, analiza stării ecosistemelor pe baza imaginilor satelitare, fuzionarea de imagini satelitare cu alte tipuri de date geospațiale, modalitățile de obținere a modelului digital pe baza imaginilor satelitare, conceperea diferitelor programe în cadrul soft-urilor de teledetecție satelitară care să permită rezolvarea unor probleme specifice;



- **fotogrammetria digitală** – cu obiective legate de: stabilirea preciziei produselor fotogrammetrice obținute pe baza imaginilor aeriene preluate în diferite condiții (înălțime de zbor, terenuri cu pante diferite), georeferențierea directă a imaginilor aeriene, prelucrarea imaginilor aeriene, utilizarea tehnicii GNSS în fotogrammetria digitală;
- **topografie-geodezie-sisteme informaționale specifice domeniului de activitate** – obiectivele acestei direcții vor avea în vedere: folosirea aparaturii moderne (stații totale, sisteme GNSS) în realizarea rețelilor geo-topografice, proiectarea rețelilor geo-topografice, compensarea rețelilor geo-topografice prin diferite metode și analiza preciziilor obținute, toate cu aplicații în sistemele informaționale specifice domeniului de activitate.



Cadrul de construire a carierei

- **Planul** pe care l-am propus - corelat cu planul de dezvoltare al Facultății de Silvicultură și Exploatare Forestiere și al Universității *Transilvania* din Brașov
- **Construirea carierei** se va baza pe *comunicare, transparență, deschidere la nou și lucrul în echipă*;
- **Comunicarea** în cadrul colectivului departamentului, în echipele de cercetare în care voi fi implicat și cu studenții este esențială deoarece, pe baza feedback-ului, pot fi obținute informații care ajută să te evaluezi și să evaluezi. În funcție de aceste informații mă voi putea autocorecta și perfecționa continuu.
- **Transparența** permite circulația informației lucru care ajută foarte mult la construirea echipelor de cercetare din cadrul proiectelor.
- **Deschiderea la nou** este unul dintre elementele pe care trebuie să îl am în vedere date fiind disciplinele pe care le predau și care sunt tot timpul sub impulsul progresului tehnic.
- **Lucrul în echipă** este esențial, în special, în cadrul proiectelor de cercetare pluridisciplinare și interdisciplinare.



-
- **Instrumentele** utilizate pentru îndeplinirea planului de dezvoltare a carierei universitare vor fi colaborarea cu cadrele didactice, cu studenții, menținerea și creșterea standardelor de excelență academică și profesională. De asemenea, mă voi baza și pe faptul că sunt membru în consiliul Departamentului Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre și membru în Senatul Universității *Transilvania* din Brașov.
-

**VA MULTUMESC PENTRU
ATENȚIA ACORDATA!**
