
GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

56

2004

1

*Ján Feranec, Ján Oľahel, Tomáš Cebecauer**

ZMENY KRAJINNEJ POKRÝVKY – ZDROJ INFORMÁCIÍ O DYNAMIKE KRAJINY

J. Feranec, J. Oľahel, T. Cebecauer: Land cover changes – information source about landscape dynamics. Geografický časopis, 56, 2004, 1, 4 figs., 3 tabs., 19 refs.

The study documents the basic approaches to identification and land cover/landscape change analysis applied at the Institute of Geography, Slovak Academy of Sciences in Bratislava during the last years. Two basic sets of methods exist by which it is possible to obtain information on landscape changes directly from remote sensing data: visual and computer aided visual interpretation (above all backdating analysis and the method of updating) and digital interpretation methods. The method of computer aided visual interpretation of the Landsat MSS and TM satellite images was applied in the context of the Phare Topic Link on Land Cover and CORINE Land Cover 2000 projects at the Institute of Geography, SAS. Intensification and extensification of agriculture, deforestation, and afforestation were the most distinctly manifested changes in the Czech Republic, Hungary, Romania and Slovakia.

Key words: Land cover change, landscape change, CORINE, backdating, updating, satellite data, Phare countries

ÚVOD

V dôsledku rozličných socio-ekonomických a klimatických procesov krajina podlieha rôzne intenzívnym zmenám na lokálnej aj globálnej – celosvetovej úrovni. Vo väčšine prípadov sa tieto zmeny stávajú vnímateľné najmä prostredníctvom zmien krajinnej pokrývky. Pre poznanie súčasného stavu krajiny a pro-

* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

gnózovanie jej ďalšieho vývoja je nevyhnutné získavať čoraz presnejšie a aktuálnejšie informácie o jej zmenách.

Vývoj poznávania zmien krajiny poznačili dva dôležité míľniky. Využívanie leteckých snímok v procese mapovania rozšírilo prevratným spôsobom v rokoch 1920-1930 (Philipson, ed. 1997) získavanie informácií o zmenách objektov krajiny, ktorých zdrojom boli dovtedy iba metódy terénnych meraní a mapovania.

Letecká snímka, priekopník údajov diaľkového prieskumu Zeme (DPZ), poukázala na také prednosti, akými sú možnosti sledovania rôzne veľkých území v takmer rovnakom čase alebo opakovane vo vhodne zvolených termínoch a prostredníctvom jednej fyzikálnej veličiny, ďalej určenie polohy, času výskytu, kvality a kvantitivy sledovaných objektov krajiny, ktoré súčasné metódy DPZ podstatne rozšírili.

Za druhý míľnik možno považovať vypustenie satelitu Landsat 1 v roku 1972, ktorý znamenal začiatok synoptických, v pravidelných intervaloch poskytovaných snímok, tvoriacich špecifický súbor na generovanie databáz poskytujúcich možnosti operatívnej identifikácie, hodnotenia a prezentovania informácií o zmenách krajiny, napr. prostredníctvom tematických máp, ale aj ďalších grafických či štatistických výstupov.

Problematika identifikácie zmien krajiny pokrývky aplikáciou údajov DPZ bola a je v súčasnosti riešená v rámci rôznych medzinárodných projektov a programov, z ktorých niektoré spomenieme.

Cieľom projektu *LACOAST* (LAnd cover changes in COASTal zones) bolo identifikovať zmeny krajiny pokrývky v 10 km širokej pobrežnej zóne Európy za obdobie 1975-1990 s využitím databázy CORINE land cover (CLC) 90 a satelitných snímok Landsat MSS (zo 70. rokov) (Perdigao a Christensen 2000).

Súčasťou projektu *Phare Topic Link on Land Cover* bolo identifikovať zmeny krajiny pokrývky v Česku, Maďarsku, Rumunsku a na Slovensku, podobne ako v predchádzajúcom projekte za 70.-90. roky taktiež využitím databázy CLC90 a satelitných snímok Landsat MSS zo 70. rokov (Feranec et al. 2000).

V roku 2003 sa začal riešiť paneurópsky projekt *BIOPRESS*, ktorého cieľom je analyzovať vplyv zmien krajiny pokrývky na biodiverzitu na takmer 100 experimentálnych plochách v rôznych častiach Európy. Informácie o zmenách krajiny pokrývky sú aj v rámci tohto projektu generované z leteckých čiernobielych snímok (z 50. rokov) a databázy CLC90.

V rámci International Geosphere – Biosphere Programme a International Human Dimension Programme sa rieši projekt *Land use and land cover changes*, ktorého cieľom je študovať, kvantifikovať a modelovať zmeny využitia krajiny a krajiny pokrývky (Lambin 2002).

Pozornosť si zaslúži aj program jednej z komisií Medzinárodnej geografickej únie *International Geographical Union Commission on Land Use/Cover Change*, koordinovaný Y. Himiyamom, orientovaný na výskum zmien využitia krajiny (land use – LU) a krajiny pokrývky (land cover – LC) v rôznych regiónoch sveta a prezentovanie získaných výsledkov prostredníctvom monotematicky orientovaných atlasov (Himiyama, ed. 2001 a 2002).

Cieľom štúdie je dokumentovať základné prístupy spojené s identifikáciou, analýzou a hodnotením zmien krajinnej pokrývky a krajiny, ktoré sa aplikujú v súčasnosti na Geografickom ústave SAV v Bratislave.

HARMONIZÁCIA TERMINOLÓGIE

K objektivizácii vnímania krajiny, ale aj výskumných postupov a v konečnom dôsledku aj k harmonizácii základnej terminológie o krajine prispel práve DPZ. Možnosti využitia leteckých snímok pri analýze krajiny dali podnet na jej opätovné komplexné integrované poznávanie (Troll 1939).

Záznam objektov zemského povrchu v optimálnom čase a mierke (časovopriestorovej dimenzii) dáva predpoklad komplexnejšie vnímať ich reálny stav. Letecké a satelitné snímky predstavujú vhodný nástroj na analýzu reálnej štruktúry krajiny. Sprostredkovaný ortogonálny pohľad a rozlišovacia schopnosť snímok umožňujú identifikovať tak presnú priestorovú diferenciáciu, ako aj priestorovú koherenciu objektov krajiny (Feranec a Oľahel' 2001).

Jasné definície termínov, ktoré charakterizujú mapovanie súčasnej krajiny, krajinnej pokrývky a ich zmien, sú podstatnou požiadavkou, spojenou s riešením rôznych environmentálnych projektov. V kontexte uvedených prác, uskutočnených na Geografickom ústave SAV, používame nasledujúcu terminológiu:

Súčasná krajina (contemporary landscape) – je súčasť zemského povrchu s jej objektmi, ktorá je vnímaná človekom (Hartshorne 1939). Táto definícia implikuje jednak materiálnu podstatu *land* a zároveň jej vonkajší vzťah *scape*. Vhodnou integráciou oboch charakteristík krajiny je poznanie jej fyzických objektov, ktoré vystihuje práve krajinná pokrývka, identifikovateľná na leteckých aj satelitných snímkach.

Krajinná pokrývka (land cover) predstavuje biofyzikálny stav reálnej krajiny (Feranec a Oľahel' 2001). Biofyzikálna podstata krajiny (LC) znamená, že jej súčasťou sú objekty prírodnej, ale aj modifikovanej (kultivovanej) a umelej povahy.

Využitie krajiny (land use) je charakteristika účelu – funkcie, pre ktorú je krajina využívaná človekom. Pochopenie využitia krajiny vystihuje formula $Land\ use = land\ cover + land\ utilization$ (Burley 1961). Podľa nej využitie krajiny vyplýva z poznania krajinnej pokrývky a jej funkcie. Z charakteru a vonkajšieho prejavu materiálnej podstaty (LC) je často zreteľný aj záujem človeka o krajinu, resp. jej využívanie; napr. urbanizované objekty (umelé povrchy) alebo intenzívne využívané poľnohospodárske objekty (orná pôda, trvalé kultúry a pod.) indikujú aj využitie krajiny, ich spoločenskú funkciu. Na druhej strane charakter a vzťah prírodných alebo poloprirodných objektov LC neznamená, že nie sú využívané, že nemajú funkciu. Materiálna podstata krajiny (LC) má na zemskom povrchu človekom určenú (presne vymedzenú) alebo tolerovanú jednu, prípadne viac funkcií (spôsob využívania). Napr. ihličnatý les môže byť využívaný na rekreáciu, vojenské účely a pod. Tieto funkcie však nemusia byť a často sa ani nedajú, najmä nie zo snímok, identifikovať prostredníctvom vizuálnej či digitálnej interpretácie. Poznanie funkcie krajiny vyžaduje použiť ďalšie doplňujúce dáta.

Prírodná krajina je v našich podmienkach hypotetická krajina, ktorá by existovala (fungovala) bez spoločenských vplyvov a regulácií (O’ahel’ et al. 2000). V krajinnej syntéze (Drdoš et al. 1980, O’ahel’ a Poláčik 1987) je prírodná krajina formulovaná ako rekonštrukcia krajiny pred zásadným vstupom človeka prostredníctvom jeho aktivít do pôvodnej krajiny.

Korektné chápanie a používanie uvedených termínov považujeme za veľmi dôležité v procese geoinformatizácie výskumov krajiny. Musíme však poznamenať, že v skutočnosti sú rozdiely medzi charakterizovanými termínmi ignorované príliš často, čo vedie k rôznym zámienam, zmätkom a nejednoznačnosti mnohých klasifikácií LC/LU a tým k ich vzájomnej neporovnateľnosti (McConnell a Moran 2001).

CHÁPANIE ZMENY

Pod zmenou krajinnej pokrývky rozumieme kategorickú zmenu – *konverziu*, alebo postupný prechod – *modifikáciu* jednej triedy krajinnej pokrývky, prípadne jej časti na inú triedu (Coppin et al. 2003).

Príklad *konverzie* možno dokumentovať napr. zmenou areálu lúky na areál povrchovej vody a *modifikáciu* postupnou zmenou – prirodzeným zarastaním areálu lúky lesnými drevinami za sledované obdobie.

Základným predpokladom identifikácie zmien objektov krajiny aplikáciou údajov DPŽ je existencia zmeny v spektrálnej odozve objektov, ktorú môže snímacie zariadenie zaznamenať. Tieto zmeny sa prejavujú na snímkach zmenami charakteristík interpretačných znakov.

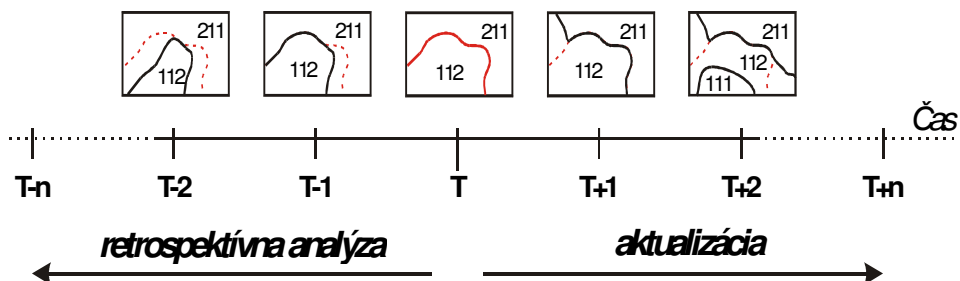
METÓDY NA IDENTIFIKÁCIU ZMIEN KRAJINNEJ POKRÝVKY APLIKÁCIU ÚDAJOV DPŽ

Z metodického hľadiska sa na identifikáciu zmien krajinnej pokrývky, ale aj ďalších charakteristík krajiny používajú snímky z dvoch alebo viacerých časových horizontov (časové rady snímok). Existujú dva základné súbory metód, pomocou ktorých možno získať informácie o zmenách krajiny priamo zo snímok:

- *vizuálna a počítačom podporovaná vizuálna interpretácia* (najmä retrospektívna analýza a metóda aktualizácie),
- *digitálne metódy interpretácie* (napr. obrazová diferenciácia, analýza vektora spektrálnej zmeny a ďalšie) (Jensen 1986).

V kontexte projektu *Phare Topic Link on Land Cover*, ktorý bol riešený na Geografickom ústave SAV s cieľom identifikovať zmeny krajinnej pokrývky (konverzie) v Česku, Maďarsku, Rumunsku a na Slovensku za obdobie 70. až 90. rokov, sa použila *retrospektívna analýza (backdating)* (Feranec et al. 2000), využívajúca databázu CLC90 a satelitné snímky Landsat MSS (multispectral scanner) z druhej polovice 70. rokov (Feranec et al. 2000). Na identifikáciu zmien krajinnej pokrývky Európy za roky 1990-2000 sa v rámci projektu CLC2000 aplikuje metóda *aktualizácie (updating)*, ktorá využíva tiež databázu CLC90 a satelitné snímky Landsat TM z roku 2000 (+/- jeden rok). Referenčná databáza CLC90, reprezentujúca aktuálny stav krajinnej pokrývky na Slovensku, ale aj v ostatných európskych krajinách začiatkom 90. rokov, bola vytvore-

ná metódou vizuálnej interpretácie satelitných snímok Landsat TM (thematic mapper) a následnou vektorizáciou interpretačných schém. Základný princíp oboch metód, využívajúcich referenčnú databázu CLC90, dokumentuje obr. 1.



Obr. 1. Základný princíp retrospektívnej analýzy (backdating) a aktualizácie (updating)

Tvorbu databáz zmien krajiny pokrývky aplikáciou uvedených metód možno zhrnúť do nasledujúcich krokov (Feranec et al. 1999, 2000 a 2002):

- príprava a segmentácia satelitných snímok Landsat TM a Landsat MSS na identifikáciu krajiny pokrývky reprezentujúcej obdobie 70. rokov a rok 2000 (+/- jeden rok),
- príprava podkladov na identifikáciu krajiny pokrývky reprezentujúcu 70. roky (z databázy CLC90 agregáciou tried tretej úrovne do tried druhej hierarchickej úrovne CLC, tab. 1) a rok 2000 (z nemodifikovanej databázy CLC90) a segmentáciou takto pripravených vektorových údajov CLC90 podľa kladu topografických máp v mierke 1:100 000,
- identifikácia tried CLC70 a CLC90 modifikáciou podkladov vytvorených z CLC90 pomocou satelitných snímok Landsat MSS a Landsat TM,
- mozaikovanie jednotlivých segmentov databáz CLC70 a CLC2000; kontrola ich fyzickej a logickej integrity,
- identifikácia zmien krajiny pokrývky za 70. a 90. roky (CLC70/90) a 90. roky a rok 2000 (CLC90/2000) naložením súborov CLC70 – CLC90 a CLC90 – CLC2000,
- aplikácia kontrolných procedúr a testov.

Poznamenávame, že obe metódy využívajú kópiu databázy CLC90, ktorá je iniciálnou pre databázy CLC70 a CLC2000. Všetky potrebné modifikácie reprezentujúce zmeny sa uskutočňujú na iniciálnej databáze (obr. 2). Všetky nezmenené polygóny sú zachované bez akejkoľvek modifikácie.

Jednotlivé kroky charakterizovaných metód sa uskutočňujú pomocou GIS softvérov Easi/Pace (príprava satelitných snímok na interpretáciu), ArcView GIS (počítačom podporovaná vizuálna interpretácia a spracovanie jednotlivých dátových vrstiev), nami vytvorenými nástrojmi v rámci ArcView GIS (kontrola a úprava fyzickej a logickej integrity dát) a Data Automation Kit (záverečná kontrola a spracovanie vektorových vrstiev) (Feranec et al. 2002).

Tab. 1. Legenda CORINE land cover (Heymann et al. 1994)

1 URBANIZOVANÉ A TECHNIZOVANÉ AREÁLY	3 LESNÉ A POLOPRÍRODNÉ AREÁLY
11 Urbanizovaná (sídlná) zástavba	31 Lesy
111 Súvislá sídlná zástavba	311 Listnaté lesy
112 Nesúvislá sídlná zástavba	312 Ihličnaté lesy
12 Priemyselné, obchodné a dopravné areály	313 Zmiešané lesy
121 Priemyselné a obchodné areály	32 Kroviny alebo trávne areály
122 Cestná a železničná sieť a príľahlé areály	321 Prírodné lúky
123 Areály prístavov	322 Vresoviská, slatina a koso-drevina
124 Areály letísk	323 Tvrdolistá vegetácia
13 Areály ťažby, skládok a výstavby	324 Prechodné leso-kroviny
131 Areály ťažby nerastných surovín	33 Holiny s riedkou vegetáciou alebo bez vegetácie
132 Areály skládok (smetiská)	331 Pláže, duny, piesky
133 Areály výstavby	332 Skaly
14 Areály sídelnej (nepoľnohospodárskej) vegetácie	333 Areály s riedkou vegetáciou
141 Areály sídelnej vegetácie	334 Spáleniská
142 Areály športu a zariadení voľného času	335 Ľadovce a večný (trvalý) sneh
2 POĽNOHOSPODÁRSKE AREÁLY	4 ZAMOKRENÉ AREÁLY
21 Orná pôda	41 Vnútrozemské mokrade
211 Nezavlažovaná orná pôda	411 Močiare
212 Permanentne zavlažovaná orná pôda	412 Rašeliniská
213 Ryžové polia	42 Prímorské mokrade
22 Trvalé kultúry	421 Slané močiare
221 Vinice	422 Saliny
222 Ovocné stromy a plantáže ovocnín	423 Prílivové územia
223 Olivové sady	5 VODY
23 Areály tráv	51 Vnútrozemské vody
231 Trávne porasty (lúky a pasienky)	511 Vodné toky
24 Heterogénne poľnohospodárske areály	512 Vodné plochy
241 Jednoročné plodiny s trvalými kultúrami	52 Morské vody
242 Mozaika polí, lúk a trvalých kultúr	521 Pobrežné lagúny
243 Prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie	522 Ústia riek
244 Poľnohospodársko-lesné areály	523 Moria a oceány

IDENTIFIKÁCIA A ANALÝZA ZMIEN KRAJINY

Táto časť charakterizovanej metodiky má tri kroky (Feranec et al. 1999):

- reklasifikáciu identifikovaných zmien krajinnej pokrývky CLC70/90 a CLC90/2000 na základe definovaných typov zmien krajiny,
- vypočítanie rozlohy zmien na základe analýzy tried CLC70 a CLC90 alebo CLC90 a CLC2000,
- mapové vyjadrenie priestorovej intenzity jednotlivých typov zmien krajiny v prehľadnej mierke.

Porovnaním identifikovaných zmien krajinnej pokrývky CLC70/90 sa definuje sedem typov zmien krajiny: intenzifikácia poľnohospodárstva, extenzifikácia poľnohospodárstva, urbanizácia (industrializácia), zväčšovanie povrchovej ťažby nerastných surovín, zalesnenie, odlesnenie a iné zmeny, ktoré sú súčasťou konverzných tabuliek (tab. 2) (Feranec et al. 2000 a 2002).

Tab. 2. Konverzná tabuľka (Feranec et al. 2000)

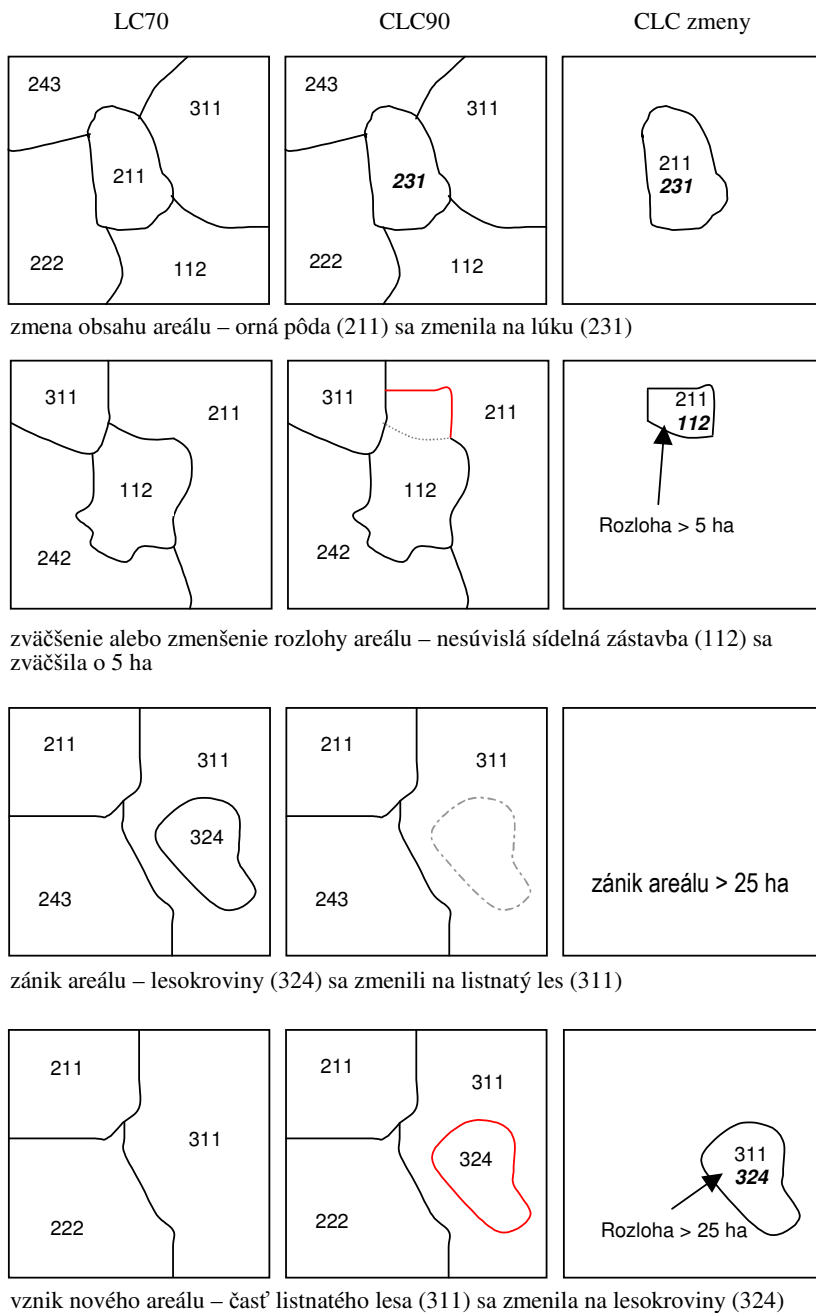
	CLC90															
	11	12	13**	131	14	21	22	23	24	31	32	33	41	42	54	52
11	0	7	7	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
12	7	0	7	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
13	7	7	0	0	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
14	7	7	7	4	0	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
21	3	3	3	4	3	0	1	2	2	5	5	7	7	7	7	7
22	3	3	3	4	3	2	0	2	7	5	5	7	7	7	7	7
23	3	3	3	4	3	1	1	0	1	5	5	7	7	7	7	7
24	3	3	3	4	3	1	1	2	0	5	5	7	7	7	7	7
31	3	3	3	4	3	6	6	6	6	0	6	6	6	7	7	7
32	3	3	3	4	3	1	1	1	1	5	0	6	7	7	7	7
33	3	3	3	4	3	1	1	1	1	5	5	0	7	7	7	7
41	3	3	3	4	3	1	7	1	7	5	5	7	0	7	7	7
42	3	3	3	4	3	1	7	1	7	5	5	7	7	0	7	7
51	3	3	3	4	3	7	7	7	7	5	5	7	7	7	0	7
52	3	3	3	4	3	7	7	7	7	5	5	7	7	7	7	0

Typ zmeny: 0 – bez zmeny, 1 – intenzifikácia poľnohospodárstva, 2 – extenzifikácia poľnohospodárstva, 3 – urbanizácia (industrializácia), 4 – zväčšovanie povrchovej ťažby nerastných surovín, 5 – zalesnenie, 6 – odlesnenie, 7 – iné zmeny (rekultivácia, skládky odpadov a pod.)

** triedy CLC 132+133

Tab. 3. Štruktúra zmien krajinej pokrývky Rumunská, Slovenska, Českej republiky a Maďarska identifikovaná v databázach CLC70 a CLC90 (v ha) (Feranec et al. 1999)

Typ zmeny	Rumunsko				Slovensko				Česká republika				Maďarsko			
	Rozloha (ha)	% z celkovej rozlohy	% z rozlohy zmeny		Rozloha (ha)	% z celkovej rozlohy	% z rozlohy zmeny		Rozloha (ha)	% z celkovej rozlohy	% z rozlohy zmeny		Rozloha (ha)	% z celkovej rozlohy	% z rozlohy zmeny	
0	22 925 674,2	94,2	-		4 589 514,3	93,6	-		7 625 827,0	96,6	-		9 119 841,6	98,1	-	
1	302 448,4	1,2	21,6		108 153,2	2,2	34,3		21 358,8	0,3	7,9		20 315,0	0,2	11,2	
2	366 817,3	1,5	26,2		74 330,6	1,5	23,5		17 090,1	0,2	6,3		21 528,8	0,2	11,9	
3	29 006,7	0,1	2,1		14 989,6	0,3	4,7		11 262,3	0,1	4,2		5 788,4	0,1	3,2	
4	6 268,0	0,0	0,4		1 048,3	0,0	0,3		7 916,6	0,1	2,9		3 513,7	0,0	1,9	
5	278 118,8	1,1	19,9		13 106,7	0,3	4,2		26 338,9	0,3	9,8		48 171,4	0,5	26,6	
6	285 887,3	1,2	20,4		94 934,6	1,9	30,1		167 702,0	2,1	62,3		66 621,8	0,7	36,7	
7	131 709,5	0,5	9,4		9 097,0	0,2	2,9		17 688,3	0,2	6,6		15 414,8	0,2	8,5	
Total	24 325 930,2	100,0	100,0		4 905 174,3	100,0	100,0		7 895 184,0	100,0	100,0		9 301 195,5	100,0	100,0	



Obr. 2. Znáznornenie možných zmien, ktoré sú obsiahnuté v databáze CLC2000

Minimálna rozloha identifikovanej zmeny je 5 ha, čo je v mierke 1:100 000 štvorec 2,24×2,24 mm; minimálna identifikovaná šírka zmeny je 100 m, čo je v mierke 1:100 000 jeden mm; rozloha novoidentifikovaného areálu musí byť minimálne 25 ha.

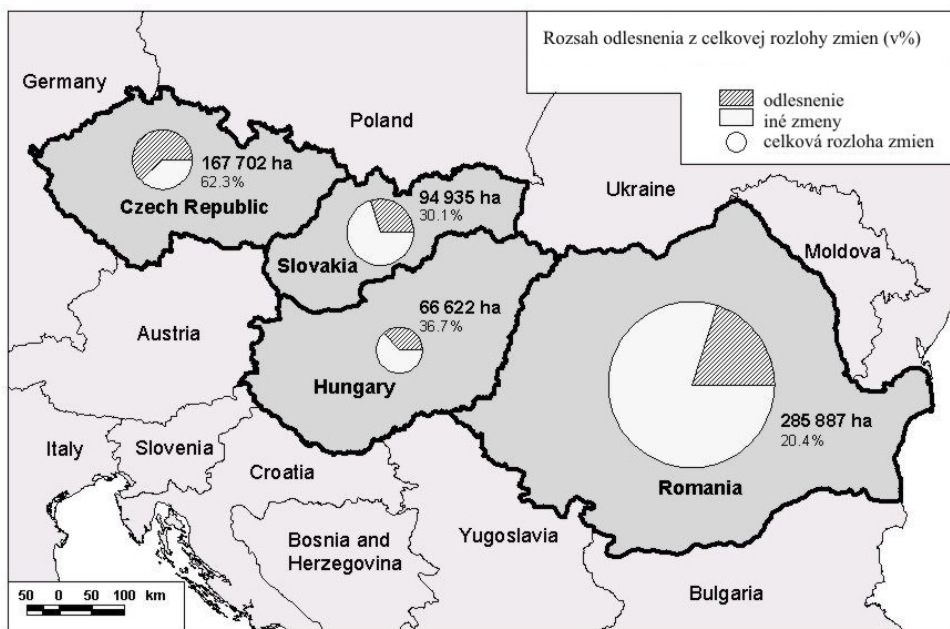
Zmeny rozlohy tried možno vyjadriť prostredníctvom kontingenčných tabuliek (tab. 3), ktoré zároveň dokumentujú tematickú redistribúciu tried krajinyj pokrývky v hodnotenom období.

Pre potreby prehľadného kartografického vyjadrenia priestorovej intenzity uvedených typov zmien krajiny, identifikovaných v Česku, Maďarsku, Rumunsku a na Slovensku, bol navrhnutý spôsob transformácie rozlohy identifikovaných zmien krajiny z mierky 1:100 000 do prehľadnej mierky 1:3 000 000. Vektorové databázy zmien štyroch krajín sa transformovali do rastrového dátového formátu prepočítaním rozlohy zmien na jednotkovú plochu – raster s rozlíšením bunky 1,5×1,5 km. Podľa plošného zastúpenia areálov zmien v jednotkovej ploche boli navrhnuté štyri intervaly intenzity zmien krajiny (Feranec et al. 2000):

76-100 %	zmenenej plochy štvorca	– úplná zmena krajiny
25-75 %	„	– podstatná zmena krajiny
1-24 %	„	– malá zmena
0 %	„	– bez zmeny

Voľba veľkosti bunky rastra je determinovaná najmä mierkou výslednej mapy. Na detailnejšie vyjadrenie priestorových aspektov zmien krajiny je vhodnejšie zvoliť raster s väčším rozlíšením.

Porovnanie rozsahu odlesnenia v Českej republike, Maďarsku, Rumunsku a na Slovensku v období 70.-90. rokov je dokumentované na obr. 3.



Obr. 3. Priestorový rozsah odlesnenia v Českej republike, Maďarsku, Rumunsku a na Slovensku za roky 1970-1990 (Feranec et al. 2001)

UKÁŽKA ZÍSKANÝCH VÝSLEDKOV

Identifikované boli štyri dominantné typy zmien krajiny (obr. 4): *intenzifikácia* a *extenzifikácia* poľnohospodárstva (prejav vplyvov privatizácie a rôznych zmien v agrárnej politike), *odlesnenie* a *zalesnenie* (privatizácia – ťažba dreva, negatívny vplyv znečistenia ovzdušia).

Zmeny krajiny boli identifikované uvedenou metodikou na základe rôznych stavov krajinnej pokrývky, zaznamenaných na satelitných snímkach. Retrospektívna analýza uvádza ako referenčnú údajovú vrstvu stav krajinnej pokrývky v roku 1990 a porovnávaciu vrstvu stav v roku 1976. Pre explanáciu zmien je však potrebné uvedomiť si vývoj a dynamiku krajiny, určujúce stimuly a ich odozvy v logickej postupnosti časového rozpätia asi 15 rokov. Mnohé zmeny krajiny sa uskutočnili priebežne v 70. a 80. rokoch, iné vznikli najmä v roku 1990. Súviseli s rozhodujúcimi ekonomickými podmienkami v skúmaných štátoch, ale nakoniec aj s politickými a vlastníckymi zmenami v rokoch 1989 a 1990.

Podľa prezentovaných výsledkov je zrejmé, že intenzifikácia poľnohospodárstva mala najvyšší podiel zmenenej plochy na Slovensku (34,3 %). Táto zmena súvisela najmä s agrárnou politikou socialistickej veľkovýroby v 70. a na začiatku 80. rokov, kedy sa uskutočnili rozsiahle meliorácie poľnohospodárskej pôdy v poriečnych rovinách Východoslovenskej nížiny a Juhoslovenských kotlín.

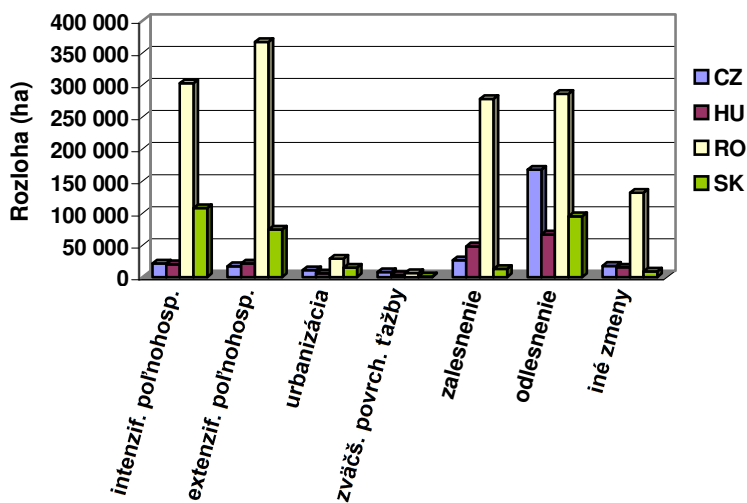
Extenzifikácia poľnohospodárstva mala najvyšší podiel (26,2 %) v Rumunsku. Známy trend ekonomickej depresie v tejto krajine postihol aj štátne dotácie, od ktorých je závislá intenzívna poľnohospodárska produkcia na ornej pôde. Relatívne vysoký podiel intenzifikácie poľnohospodárstva v rámci zmenených plôch v Rumunsku súvisel s politickými a vlastníckymi zmenami v posledných rokoch (1989-1990) a nárastom malých parciel ornej pôdy najmä v blízkosti sídiel. Najvyšší podiel zmenenej plochy v Čechách malo odlesňovanie (62,3 %). Priebežné zmeny v odlesňovaní a zalesňovaní mali v krajinách s tradične dobrým manažmentom lesného hospodárstva (Čechy, Slovensko, Maďarsko) relatívne vyrovnanú bilanciu. Najmä politické a vlastnícke zmeny mali odraz aj vo zvýšenej exploatacii drevnej hmoty práve v spomenutých krajinách. Relatívne vyrovnanú bilanciu odlesňovania a zalesňovania má Rumunsko, na území ktorého sa exploatačný trend v lesoch pravdepodobne v roku 1990 ešte neprejavil.

ZÁVER

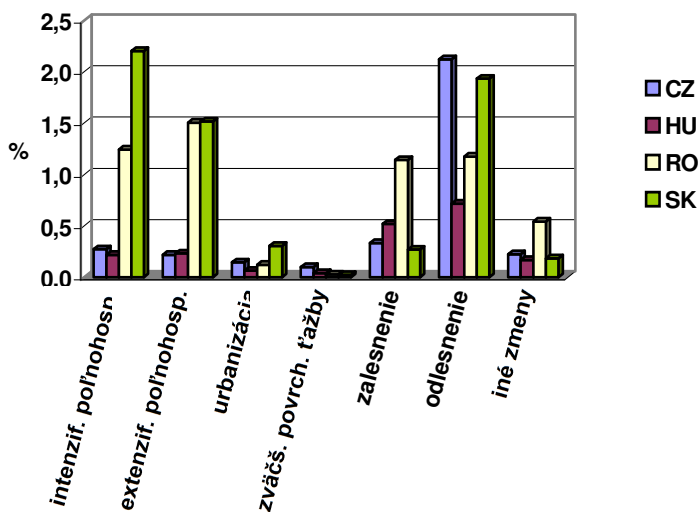
Výsledky dosiahnuté aplikáciou retrospektívnej analýzy na Geografickom ústave SAV dovoľujú poukázať na jej niekoľko predností:

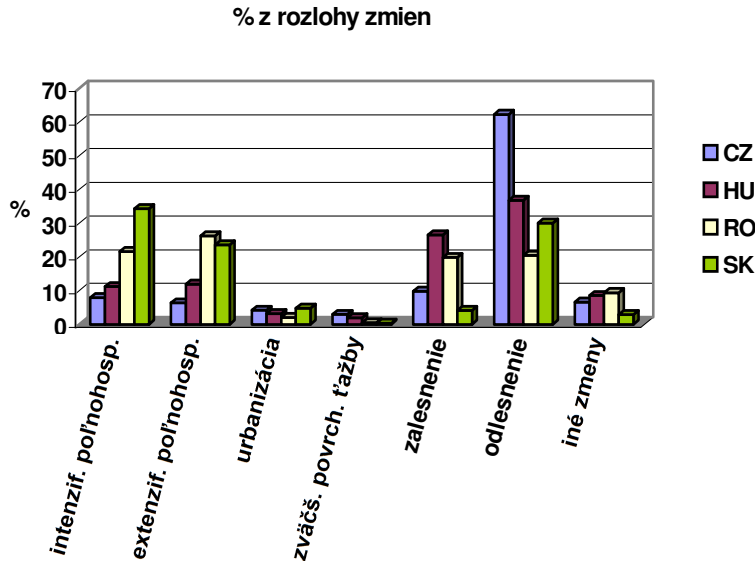
- možnosť poskytovať priestorové informácie o zmenách krajiny, prtezož metodami diaľkového prieskumu Zeme je snímaný v pravidelných intervaloch celý zemský povrch,
- získavanie informácií o zmenách krajiny z periodicky aktualizovanej databázy CLC umožní vytvoriť perspektívne komplementárnu časť národnej štatistiky, ktorá poskytne najmä priestorový obraz o dynamike krajiny,
- navrhnutú a použitú reklasifikačnú tabuľku, ktorá dovoľuje odvodiť zo zmien krajinnej pokrývky zmeny krajiny, možno flexibilne meniť a tým zvýrazniť niektorý typ zmeny krajiny; táto tabuľka je originálnym prínosom použitej metodiky.

Rozloha zmien



% z celkovej rozlohy





Obr. 4. Porovnanie rozsahu jednotlivých typov zmien krajiny v Českej republike, Maďarsku, Rumunsku a na Slovensku za obdobie 70.-90. rokov (Feranec et al. 1999)

Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešením vedeckých projektov EEA Phare Topic Link on Land Cover (podporeného programom Phare) a „Identifikácia a hodnotenie zmien krajiny aplikáciou údajov diaľkového prieskumu Zeme, databáz CORINE land cover a geografických informačných systémov“ č. 2/4189/24 na Geografickom ústave SAV v roku 2004 za podpory grantovej agentúry VEGA.

LITERATÚRA

- BURLEY, T. M. (1961). Land use or land utilisation? *Professional Geographer*, 13, 18-20.
- COPPIN, P., LAMBIN, E., JONCKHEERE, J., MUYS, B. (2003). Digital change detection methods in natural ecosystem monitoring: a review. *World Scientific* (in print).
- DRDOŠ, J., MAZÚR, E., URBÁNEK, J. (1980). Landscape syntheses and their role in solving the problems of environment. *Geografický časopis*, 32, 119-129.
- FERANEC, J., ŠŮRI, M., OŤAHEL, J., PRAVDA, J., CEBECAUER, T., ZDEŇKOVÁ, D., SOUKUP, T., PASKEVICIUS, V., KAULAKYS, R., VAJDEA, V. (1999). *Inventory and analysis of major landscape changes in Central and East European countries (Czech republic, Hungary, Lithuania, Romania and Slovak Republic) in the past 20 years*. Topic Report, Institute of Geography, Slovak Academy of Sciences, Bratislava.
- FERANEC, J., ŠŮRI, M., OŤAHEL, J., CEBECAUER, T., KOLÁŘ, J., SOUKUP, T., ZDEŇKOVÁ, D., WASZMUTH, J., VAJDEA, V., VIJDEA, A., NITICA, C. (2000). Inventory of major landscape changes in the Czech Republic, Hungary, Romania and Slovak Republic. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2, 129-139.

- FERANEC, J., OĎAHEL, J. (2001). *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava (Veda).
- FERANEC, J., ŠŮRI, M., CEBECAUER, T., OĎAHEL, J. (2002). Methodological aspects of landscape changes detection and analysis in Slovakia applying the CORINE land cover databases. *Geografický časopis*, 54, 271-288.
- HARTSHORNE, R. (1939). *The nature of geography*. Lancaster (Association of American Geographers).
- HEYMANN, Y., STEENMANS, C., CROISILLE, G., BOSSARD, M. (1994). *CORINE land cover. Technical Guide*. Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities).
- HIMIYAMA, Y., MATHER, A., BIČÍK, J., MILANOVA, V. E. (2001). *Land use/cover changes in selected regions in the world, I*. Asahikava (International Geographical Union, Institute of Geography, Hokkaido University of Education).
- HIMIYAMA, Y., MATHER, A., BIČÍK, J., MILANOVA, V. E. (2002). *Land use/cover changes in selected regions in the world, II*. Asahikava (International Geographical Union, Institute of Geography, Hokkaido University of Education).
- JENSEN, R. J. (1986). *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. Englewood Cliffs (Prentice-Hall).
- LAMBIN, E. (2002). New global-scale datasets on land use/cover change. *LUCC Newsletter*, 8, 1.
- McCONNELL, J. W., MORAN, F. E., eds. (2001). Meeting in the middle: challenge of meso-level integration. *LUCC Report Series*, 5. Louvain-la-Neuve (LUCC International Project Office).
- OĎAHEL, J., POLÁČIK, Š. (1987). *Krajinná syntéza Liptovskej kotliny*. Bratislava (Veda).
- OĎAHEL, J., FERANEC, J., PRAVDA, J., HUSÁR, K., CEBECAUER, T., ŠŮRI, M. (2000). *Prírodná (rekonštruovaná) a súčasná krajinná štruktúra Slovenska hodnotená využitím bázy údajov CORINE land cover*. Geographia Slovaca, 16. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- PERDIGAO, V., CHRISTENSEN, S. (2000). *The LACOST atlas: land cover changes in European coastal zones*. Milan (Joint Research Centre).
- PHILIPSON, R. W. (1997). *Manual of photographic interpretation*. Bethesda (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing).
- TROLL, C. (1939). Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erkunde zu Berlin*, 7/8, 241-298.

Ján Feranec, Ján OĎahel, Tomáš Cebecauer

LAND COVER CHANGES – INFORMATION SOURCE ABOUT LANDSCAPE DYNAMICS

Landscape is subject to different intensive changes at the local to global, world-wide levels. In the majority of cases these changes are perceivable through land cover changes. This is the reason why cognition of the present state of the landscape and forecasting of its development require acquisition of ever more precise and topical information on its changes.

There were two crucial milestones in the development of land cover change cognition:

– the first is the application of aerial photographs in the process of gathering information on changes in the landscape (assets: possibilities of observing territories of different size in almost the same time or repeatedly in selected terms and by means of one physical quantity, furthermore setting of location, time of occurrence, quality and quantity of the observed landscape objects),

– the second crucial milestone was the launching of the Landsat 1 satellite in 1972, which meant the beginning of synoptic regularly rendered images.

The question of identification of land cover changes by application of remote sensing data was and still is worked on by different international projects, such as: *LA-COAST* (Land cover changes in COASTal zones), *Phare Topic Link on Land Cover*, Pan-European *BIOPRESS*, *Land Use and Land Cover Changes Project* as part of the International Geosphere-Biosphere Programme, the International Human Dimension Programme and the programme of the one of the commissions belonging to the International Geographical Union Commission on *Land Use/Land Cover Change*.

Land cover change means a categorical change, conversion or progressive transition – modification of one land cover class or its part into another class.

From the point of view of methodology, identification of land cover changes by application of the remote sensing data is carried out by means of:

- visual and computer aided visual interpretation (above all backdating analysis and the method of updating),
- digital methods of interpretation (for instance image differentiation, analysis of spectral change vector).

In the context of the Phare Topic Link on Land Cover the computer aided visual interpretation was applied. The method of backdating makes use of the CORINE Land Cover database (CLC90) and the Landsat MSS satellite images from the later half of the 1970s.

The method of updating is based on the use of the CLC90 database and the Landsat TM satellite images from 2000 (+/- one year) is applied in identification of land cover changes in Europe for the years 1990-2000 under the CLC2000 Project.

Comparison of the identified CLC70/92 land cover changes rendered seven types of landscape changes: intensification of agriculture, extensification of agriculture, urbanization (industrialization), enlargement (exhaustion) of surface mineral mining, afforestation, deforestation and other changes included in the conversion table.

For the purpose of synoptic cartographic expression of spatial intensity of the above-mentioned landscape changes types identified in the Czech Republic, Hungary, Romania, and the Slovak Republic, the way of transformation of the areas of the identified landscape changes from 1:100 000 to 1:3 000 000 scale was proposed. Pursuing the area representation of change, in the cell units of raster (1.5x1.5 km), four landscape changes rate intervals were proposed:

- | | |
|---|----------------------|
| 76-100 % of the square area was changed | – full change |
| 25-75 % | – substantial change |
| 1-24 % | – minor change |
| 0 % | – no change |

Comparison of the scope of the individual landscape changes in the Czech Republic, Hungary, Romania and the Slovak Republic for the 1970s to 1990s (dominant types of landscape changes: intensification and extensification of agriculture – manifestation of privatization impact and varied changes in agricultural policy; deforestation and afforestation, impact of privatization – extraction of timber, negative impact of air pollution) is included in the results.

Translated by H. Contrerasová