

KRAJINNÁ POKRÝVKA SLOVENSKA A JEJ ZMENY ZA OBDOBIE 1990 – 2000 (IDENTIFIKOVANÉ APLIKÁCIOU DATABÁZ CORINE LAND COVER)

Ján Feranec, Ján Oťaheľ, Tomáš Cebecauer

Geografický ústav Slovenskej akadémie vied, Bratislava

Abstract: The aim of the paper is to demonstrate land cover changes of Slovakia for the period 1990 – 2000 by application of the CORINE land cover (CLC) databases 1990 and 2000. The updating method leaning on the CLC90 database and Landsat ETM satellite images from 2000 (+/- one year) were used for identification of land cover changes. The most distinct changes were identified in the framework of the forest landscape (the enlargement of the transitional woodland/shrubs by 766,3 km², including 580,3 km² of clear cuts). The area of forests totally diminished by 26,9 km². In the agricultural landscape, the area of complex cultivation patterns increased by 165,5 km² at the cost of arable land by 132,1 km². Settlements, industrial and recreational areas and transport units increased by 44,6 km².

Keywords: land cover changes, CORINE land cover databases 1990, 2000, satellite images

1. ÚVOD

Konzistentné, relevantné dáta o krajinej pokrývke (land cover – LC) na národnej úrovni poskytujú cenné informácie pre rôzne geografické analýzy a aplikácie. Vďaka participácii Geografického ústavu SAV a Slovenskej agentúry životného prostredia na celoeurópskom projekte CORINE land cover 90 (CLC90) a CORINE land cover 2000 (CLC2000) boli vytvorené dátové vrstvy CLC90 a CLC2000, ktoré charakterizujú stav krajinej pokrývky Slovenska v 90. rokoch a v roku 2000 (+/- jeden rok). Vytvorenie dátovej vrstvy CLC2000 Slovenska bolo dokončené v máji 2004.

Existencia dátových vrstiev CLC90 a CLC2000 dovoľuje identifikovať, analyzovať a hodnotiť zmeny krajinej pokrývky Slovenska za obdobie desaťročného vývoja. Možno spomenúť, že identifikácia zmien LC aplikáciou dát CLC sa uskutočnila napr. v rámci pobrežnej zóny Európy za obdobie 1975 – 1990 (projekt *LACOST*, Perdigao a Christensen 2001), ďalej v Českej republike, Maďarsku, Rumunsku a na Slovensku za obdobie 1970 – 1990 v rámci projektu *Phare Topic Link* (Feranec et al. 2000, Feranec a Oťaheľ 2001). Dátová vrstva CLC90 bola aplikovaná aj v procese riešenia projektu

BIOPRESS, cieľom ktorého je hodnotiť vplyv zmien LC na zmeny biodiverzity na vybraných územiach Európy. Z ďalších významných medzinárodných projektov orientovaných na štúdium zmien LC a využitia krajiny spomenieme projekt *Land use and land cover changes*, ktorý je súčasťou International Geosphere – Biosphere Programme a International Human Dimension Programme (Lambin 2002).

Cieľom referátu je dokumentovať zmeny krajinej pokrývky Slovenska za obdobie 1990 – 2000 aplikáciou dátových vrstiev CLC90 a CLC2000.

Pod zmenou krajinej pokrývky rozumieme kategorickú zmenu – konverziu alebo postupný prechod – modifikáciu jednej triedy krajinej pokrývky, prípadne jej časti na inú triedu (Feranec et al. 1997; Coppin et al. 2004).

2. DÁTA A POUŽITÝ POSTUP SPRACOVANIA

Aplikovaný postup spracovania, využívajúci dátovú vrstvu CLC90 a satelitné snímky Landsat ETM z roku 2000, pozostával z nasledujúcich krokov (Feranec et al. 2004):

- ♦ segmentácia satelitných snímok Landsat ETM z roku 2000 (+/- jeden rok),
- ♦ príprava podkladov na identifikáciu krajinej pokrývky reprezentujúcu rok 2000 (z modifikovanej databázy CLC90) a segmentácia takto pripravených vektorových dát CLC90 podľa kladu listov topografických máp v mierke 1:100 000,
- ♦ identifikácia tried CLC2000 modifikáciou podkladov vytvorených z CLC90 pomocou satelitných snímok Landsat ETM z roku 2000 (+/- jeden rok),
- ♦ mozaikovanie jednotlivých segmentov dátovej vrstvy CLC2000, kontrola jej fyzickej a logickej integrity,
- ♦ identifikácia zmien krajinej pokrývky Slovenska za obdobie 1990 – 2000 pomocou GIS analýz súborov CLC90 a CLC2000.

3. CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

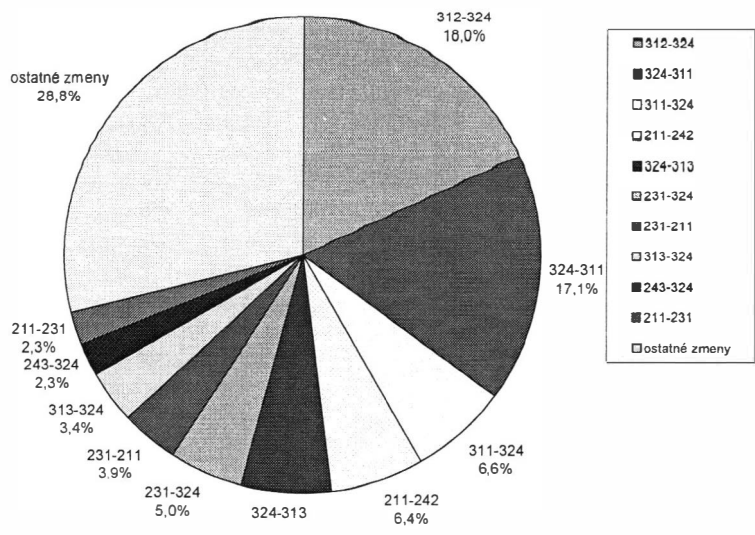
Aplikáciou dátových vrstiev CLC90 a CLC2000 bolo na Slovensku identifikovaných 2 070 km² zmien LC za obdobie 1990 – 2000. Z tab. 1 a obr. 1 vyplývajú tieto najvýraznejšie zmeny:

- ♦ **312 → 324:** Zmena ihličnatých lesov (312) na prechodné lesokroviny (324) je z hľadiska rozlohy najväčšia za analyzované obdobie (372,5 km², pozri tab. 1). Ukážka tejto zmeny je z oblasti južne od Podbrezovej (obr. 2). Úbytky ihličnatých lesov v prospech prechodných lesokrovín reprezentujú jednak areály výrubov, často aj po poškodení lesov najmä vplyvom kalamít (polomy).
- ♦ **324 → 311:** Zmena prechodných lesokrovín (324) na listnaté lesy (311) je rozsahom (354,3 km², pozri tab. 1) blízka predchádzajúcej zmene. Ukážka tejto zmeny je z oblasti juhovýchodne od Lozorna (obr. 3). Jej súčasťou sú areály bývalých prechodných lesokrovín, ktoré sa prirodzeným vývojom za hodnotené desaťročné obdobie zmenili na formáciu lesa.

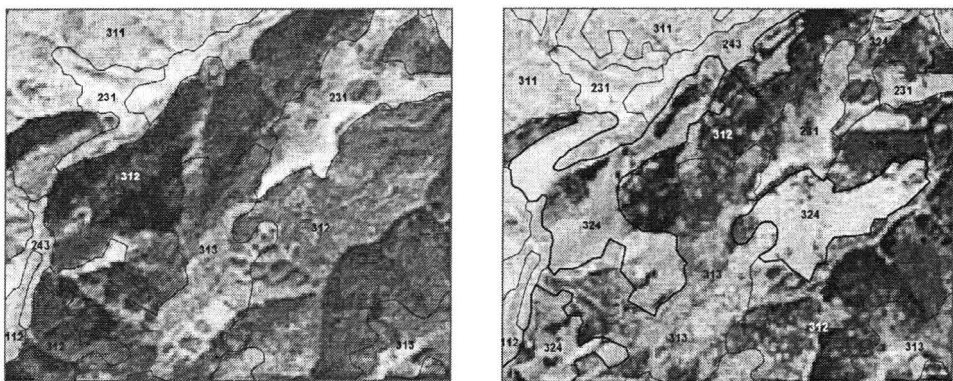
Tabuľka 1 Zmeny krajinej pokrývky (tried CLC) Slovenska v km² za obdobie 1990 – 2000

		CLC2000																				Celkový súčet			
		112	121	122	131	132	133	142	211	221	222	231	242	243	311	312	313	321	324	331	333	411	511	512	
112						0,25							0,16											0,28	0,69
131		0,06							0,06							0,10			0,65					0,93	1,8
132										0,70									2,44						3,13
133		2,21	2,14	0,63					0,34				0,12	0,26					15,24			15,63	23,65		60,21
141		0,07	0,23																				0,34		0,3
142																									0,34
211		18,57	5,44	0,99	0,68	0,56	3,56	0,07		8,82	2,54	46,23	133,1	14,61	0,23	0,10	0,25		2,01					1,34	239,08
221		0,81	0,11						28,63			1,23	0,10	2,45											33,33
222		0,58							24,12	0,44			1,32	2,08											28,55
231		0,74	0,28		0,19	0,47	1,59	0,49	80,51				37,66	66,56	4,58	1,36	1,89		102,76					2,29	301,36
242		0,14	0,07			0,51			2,64			1,60		3,14											8,1
243		7,38	1,01		0,34		1,75	0,81	44,13		0,40	47,2	2,82	18,4	1,80	6,84		48,6						3,92	185,4
311		0,27	0,05		0,68	0,28	0,16	0,53	0,06			0,14	2,07	2,07	0,61	20,53		136,85				0,06	0,2		162,49
312					0,86	0,73	0,26	0,39	0,14			0,64		0,14	0,62	5,22		372,37						0,72	382,09
313		0,22	0,46		0,26	0,36	0,69	0,41			0,16		0,18	11,63	6,93			70,94							92,23
321															0,22			13,45							13,67
324		0,22			0,06		0,05	0,40	0,34		1,46		1,41	354,28	47,19	128,68			0,35		1,21		0,06	0,92	535,08
331																		4,82				1,02			2,58
333										0,61								0,3							5,42
334																									0,3
411													1,19						0,25						15,94
511			0,11																	0,26	0,06				3,51
512		0,07																				1,12			1,19
Celkový súčet	31,28	9,97	1,62	3,07	2,41	8,83	3,1	180,96	9,26	2,93	99,96	175,12	94,23	389,96	58,09	163,4	5,11	765,91	0,26	1,27	1,12	16,77	52,15		2 076,78

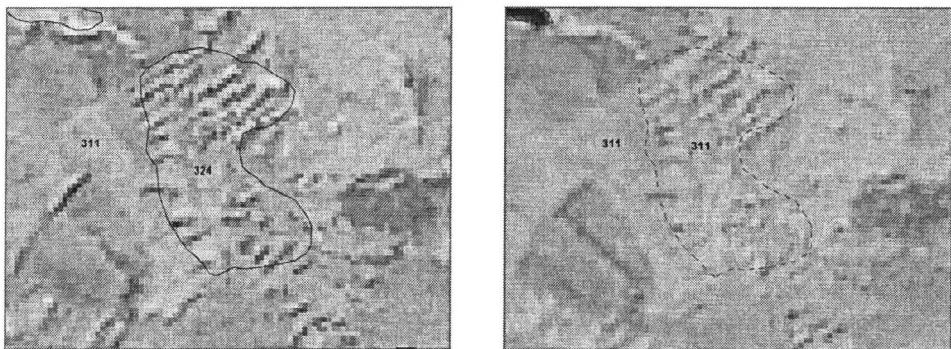
Zdroj: Feranec et al. (2004)



Obrázok 1 Podiely desiatich najvýraznejších typov zmien z celovej rozlohy zmien LC Slovenska v % za obdobie 1990 – 2000

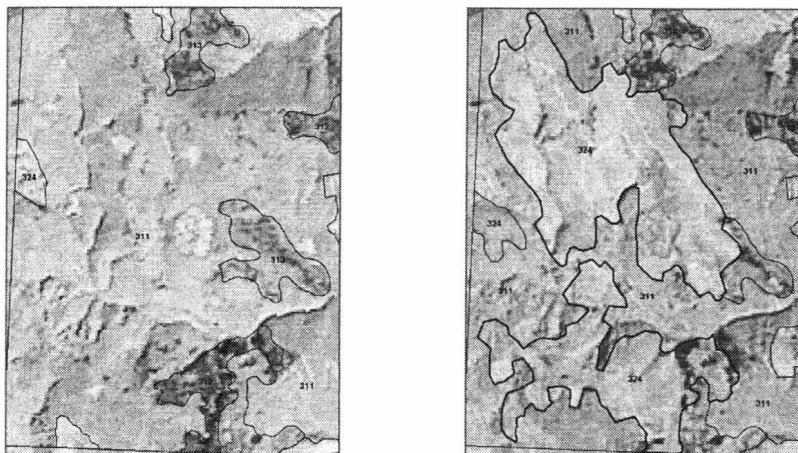


Obrázok 2 Ukážka zmeny 312 → 324



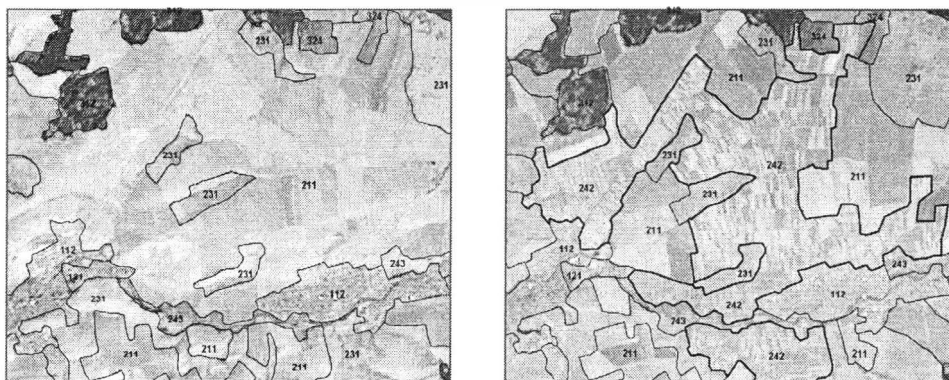
Obrázok 3 Ukážka zmeny 324 → 311

- ♦ **311 → 324:** Zmena listnatých lesov (311) na prechodné lesokroviny (324) zaberá rozlohu 136,9 km² (pozri tab. 1). Ukážku tejto zmeny z Považského Inovca (západne až severozápadne od Duchonky) dokumentuje obr. 4. Úbytky listnatých lesov v prospech prechodných lesokrovín reprezentujú, podobne ako pri prvej zmene, areály výrubov, často aj poškodených lesov.



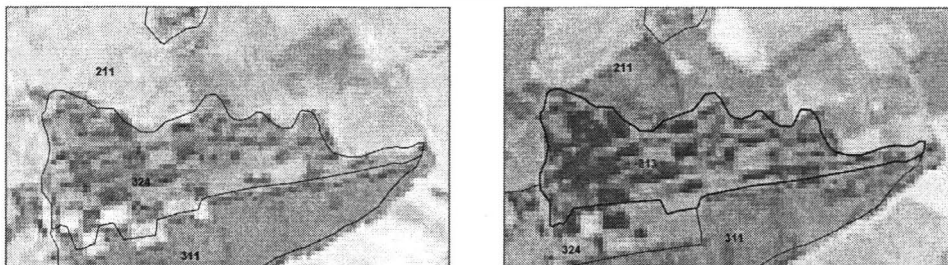
Obrázok 4 Ukážka zmeny 311 → 324

- ♦ **211 → 242:** Identifikovaná zmena ornej pôdy (211) na mozaiku poľí, lúk a trvalých kultúr (242) má rozlohu 131,1 km² (pozri tab. 1). Ukážku tejto zmeny z okolia Lieseka na Orave dokumentuje obr. 5. Zväčšenie rozlohy triedy 242 na úkor ornej pôdy je dôsledok najmä zmeny jej vlastníckych pomerov. Po privatizácii pôdy najmä v podhorských oblastiach sa táto mení z veľkých parciel, na ktorých dominovalo pestovanie jednoročných plodín, na mozaiku malých parciel, v rámci ktorých sa striedajú jednoročné plodiny s porastami tráv.



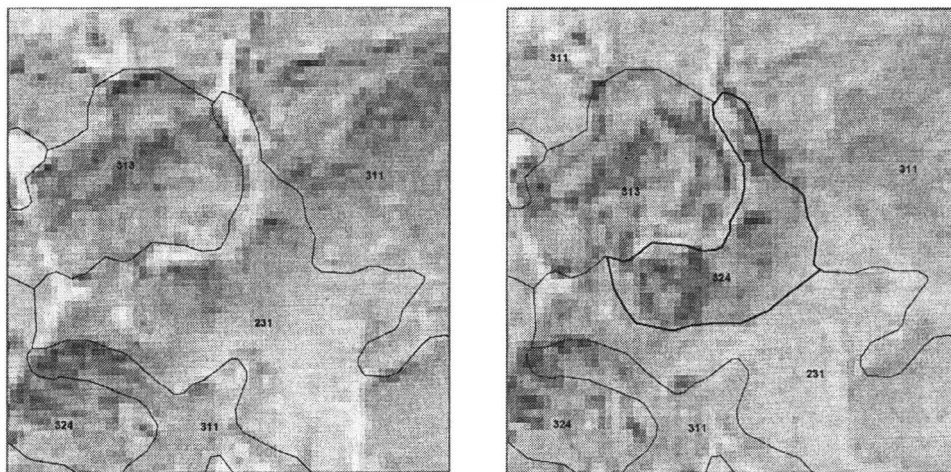
Obrázok 5 Ukážka zmeny 211 → 242

- ♦ **324 → 313:** Zmena prechodných lesokrovín (324) na zmiešané lesy má rozlohu 128,3 km² (pozri tab. 1). Príklad tejto zmeny je z oblasti južne od Gbelov (obr. 6). Súčasťou charakterizovanej zmeny sú areály bývalých prechodných lesokrovín, ktoré dosiahli prirodzeným vývojom za hodnotené desaťročné obdobie formáciu zmiešaného lesa.



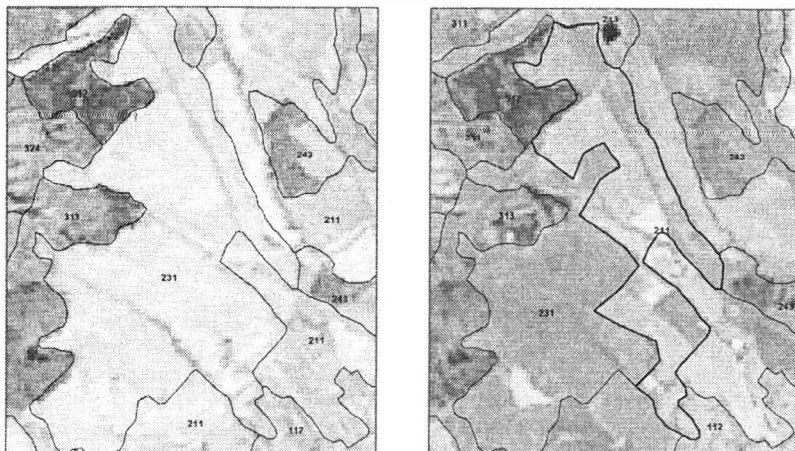
Obrázok 6 Ukážka zmeny 324 → 313

- ♦ **231 → 324:** Zmena trávnych porastov – lúk a pasienkov (231) na prechodné lesokroviny (324), má rozlohu 102,7 km² (pozri tab. 1). Názorná ukážka uvedenej zmeny je z oblasti južne od Jelšavy (obr. 7). V tejto zmene sú obsiahnuté areály opustených lúk a pasienkov, na ktorých sa výrazne prejavilo prirodzené zarastanie najmä rôznymi krovitými formáciami.



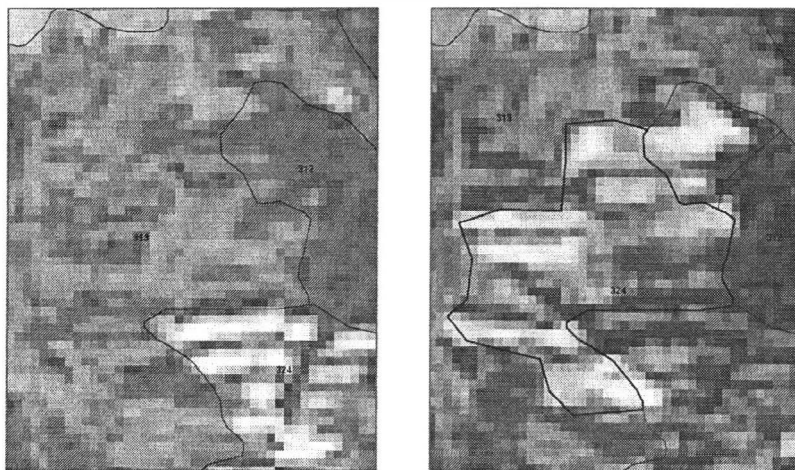
Obrázok 7 Ukážka zmeny 231 → 324

- ♦ **231 → 211:** Zmena trávnych porastov (231) na ornú pôdu dosiahla rozlohu 80,5 km² (pozri tab. 1). Ukážku tejto zmeny sme vybrali z oblasti severozápadne od Žiaru nad Hronom (obr. 8). Jej podstatou je zmena v spôsobe využívania, prejavujúca sa aj na satelitných snímkach prostredníctvom fyziognomických znakov (najmä farby a textúry).



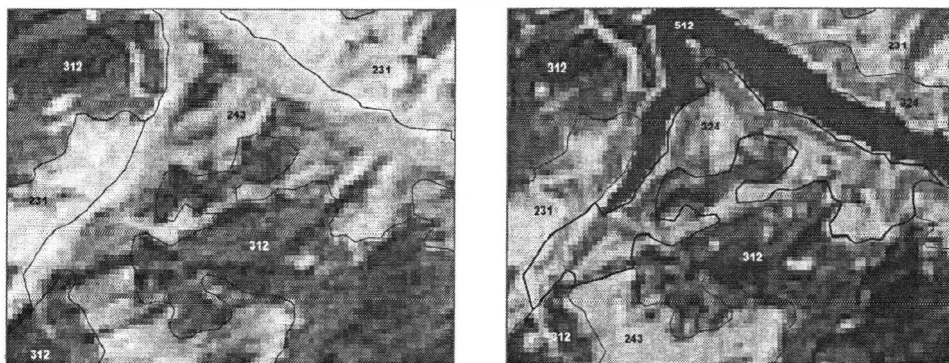
Obrázok 8 Ukážka zmeny 231 → 211

- ♦ **313 → 324:** Zmena zmiešaných lesov (313) na prechodné lesokroviny (324) má rozlohu 70,9 km² (tab. 1). Dokumentovaná ukážka zmeny lesnej krajiny je z oblasti západne od Gbelov (obr. 9). Úbytky zmiešaných lesov v prospech prechodných lesokrovín reprezentujú areály výrubov, často aj poškodených lesov, najmä vplyvom kalamít (polomov).



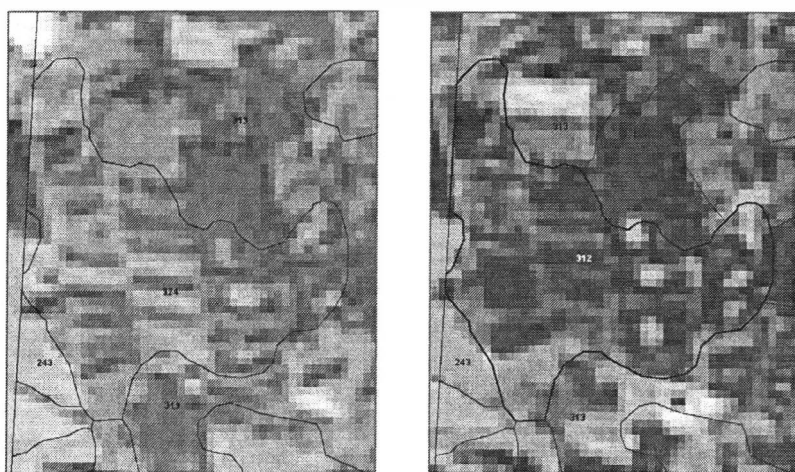
Obrázok 9 Ukážka zmeny 313 → 324

- ♦ **243 → 324:** Zmena heterogénnych poľnohospodárskych areálov (243) na prechodné lesokroviny (324) má rozlohu 46,8 km² (pozri tab. 1). Ukážka uvedenej zmeny je z oblasti Novej Bystrice (obr. 10). Súčasťou tejto zmeny sú najmä opustené – poľnohospodársky nevyužívané malé areály ornej pôdy, lúk a pasienkov, zarastajúce krovitými formáciami.



Obrázok 10 Ukážka zmeny 243 → 312

- ♦ **324 → 312:** Zmena prechodných lesokrovín (324) na ihličnaté lesy (312) má rozlohu 47,2 km² (pozri tab. 1). Ukážka tejto zmeny je z oblasti južne od Malaciek (obr. 11). Súčasťou charakterizovanej zmeny sú areály bývalých prechodných lesokrovín, ktoré dosiahli prirodzeným vývojom za hodnotené desaťročné obdobie formáciu ihličnatého lesa.



Obrázok 11 Ukážka zmeny 324 → 312

4. ZÁVER

Najvýraznejšie zmeny krajinej pokrývky Slovenska boli identifikované za obdobie 1990 – 2000 v lesnej krajine. Z porastov lesov sa zmenilo až 580,3 km² na prechodné lesokroviny, reprezentujúce výruby lesov, často aj po ich poškodení (kalamitách). Celkove však pribudlo až 766,3 km² nových prechodných lesokrovín, ktoré reprezentujú okrem

areálov po výruboch lesov aj areály opustených, krovitými formáciami zarastajúcich lúk a heterogénnych poľnohospodárskych areálov. Najviac sa zmenili na lesokroviny ihličnaté lesy (372,5 km²), menej listnaté lesy (136,9 km²) a zmiešané lesy (70,9 km²). Z prechodných lesokrovín dorástlo prirodzeným vývojom 529,7 km² lesov, z toho 354,3 km² listnatých, 128,3 km² ihličnatých a 47,2 km² zmiešaných lesov. Celkove sa rozloha lesov znížila o 26,9 km².

V poľnohospodárskej krajine bola najväčšia zmena identifikovaná vo zväčšení rozlohy mozaiky polí, lúk a trvalých kultúr o 165,5 km², najviac na úkor ornej pôdy o 132,1 km². Výrazný úbytok lúk o 201,5 km² súvisel najmä so znížením ich kultivácie a následným zarastaním krovitými formáciami (s rozlohou 102,7 km²). Výraznú zmenu v poľnohospodárskej krajine predstavuje aj zmenšenie rozlohy heterogénnych poľnohospodárskych areálov o 89,7 km², najmä v prospech lesokrovín (48,6 km²). Úbytok ornej pôdy o 56,9 km² súvisel s extenzifikáciou poľnohospodárskej výroby a najviac jej premenou na lúky a pasienky (46,2 km²).

Sídelné, priemyselné a rekreačné areály spolu s komunikáciami sa celkove zväčšili o 44,6 km² a vodné plochy s prívodnými kanálmi o 64,2 km².

Poznámka

Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešením vedeckých projektov EEA „I&CLC2000“ na Slovensku a „Identifikácia a hodnotenie zmien krajiny aplikáciou údajov diaľkového prieskumu Zeme, databáz CORINE land cover a geografických informačných systémov“, č. 2/4189/25 na Geografickom ústave SAV v roku 2005 za podpory grantovej agentúry VEGA.

Literatúra

- COPIIN, P., JONCKHEERE, J., NACKAERTS, K., MUYS, B., LAMBIN, E. 2004. Digital change detection methods in natural ecosystem monitoring: a review. In: *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 25, No. 9, 1565-1596.
- FERANEC, J., CEBECAUEROVÁ, M., CEBECAUER, T., HUSÁR, K., OŤAHEĽ, J., PRAVDA, J., ŠŮRI, M. 1997. Analýza zmien krajiny aplikáciou údajov diaľkového prieskumu Zeme. In: *Geographia Slovaca*, 13. Bratislava: Geografický ústav SAV.
- FERANEC, J., ŠŮRI, M., OŤAHEĽ, 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 1970s-1990s. In: *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 2, 129-139.
- FERANEC, J., OŤAHEĽ, J. 2001. *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava: Veda.
- FERANEC, J., OŤAHEĽ, J., CEBECAUER, T., MACHKOVÁ, N., NOVÁČEK, J., SITKO, R. 2004. Krajinná pokrývka Slovenska CLC2000. In: *Feranec, J., Pravda, J. (Eds.). Aktivita v kartografii 2004*. Bratislava: Kartografická spoločnosť SR a Geografický ústav SAV, 36-43.
- LAMBIN, E. 2002. *New global-scale datasets on land use/cover change*. LUCC Newsletter, 8, 1.
- OŤAHEĽ, J., FERANEC, J., CEBECAUER, T. 2004. Zmeny krajinej pokrývky identifikované aplikáciou databázy CORINE land cover (dynamika krajiny Slovenska na vybraných príkladoch). In: *Feranec, J., Pravda, J. (Eds.). Aktivita v kartografii 2004*. Bratislava: Kartografická spoločnosť SR a Geografický ústav SAV, 125-131.
- PERDIGAO, V., CHRISTENSEN, S. (Eds.). 2000. *The LACOST Atlas: Land cover changes in European coastal zones*. Ispra (JRC).

Land cover of Slovakia and its changes for the period 1990 – 2000 (identified by the CORINE land cover database)

Summary

In the consequence of different socio-economic and climatic processes, landscape is subject to varied intensive changes at the local and global levels. In most cases, these changes become perceivable above all through land cover changes. Knowledge of the present state of the landscape and prognosis require of ever more precise and topical information on its changes.

The aim of the paper is to demonstrate land cover changes of Slovakia for the period 1990 – 2000 by application of the CORINE land cover (CLC) databases 1990 and 2000.

The updating method leaning on the CLC90 database and Landsat ETM satellite images from 2000 (+/- one year) were used for identification of land cover changes. The CLC90 reference database was originally generated through visual interpretation of Landsat (TM) satellite images followed by vectorisation of interpretation schemes. New thematic layers CLC1990 and CLC2000 are visually interpreted in the PC ArcView.

The applied method consists of the following steps:

- ♦ corrections of the CLC90 database,
- ♦ segmentation of vector data of CLC90 according to the sequence of topographic map sheets at scale 1:100 000,
- ♦ preparation of the initial CLC2000 database for land cover identification which represents the year 2000 (from the CLC90 corrected database),
- ♦ georeferencing, preparation of false colour composites (452-RGB) and segmentation of the Landsat ETM satellite images from 2000(+/- one year),
- ♦ identification of the CLC2000 classes by modification of the initial CLC2000 database by means of Landsat ETM satellite images from 2000 (+/- one year),
- ♦ mosaicking of the individual segments of the CLC 2000 database, physical and logical integrity checking, building of polygon topology in the Unix ArcInfo,
- ♦ identification of land cover changes for the years 1990-2000 (CLC90/2000) by means of the GIS analyses of the CLC90 – CLC2000 datasets,

CLC90/2000 land cover changes of Slovakia are represented by statistical (overall area of changes, areas of changes of the individual CLC classes, percentage of changes from total area of changes, percentage of the individual changes from the total area of Slovakia), and graphic characteristics and commentaries.