

Ján FERANEC, Karol HUSÁR, Ján PRAVDA, Juraj BETÁK

MAPOVÉ VYJADRENIE ZMIEN KRAJINNEJ POKRÝVKY SLOVENSKA NA ÚROVNI VYBRANÝCH OKRESOV

Feranec, J., Husár, K., Pravda, J., Beták, J.: **Map representation of land cover changes in Slovakia at the level of selected districts.** Kartografické listy 2006, 14, 5 figs., 3 tabs., 6 refs.

Abstract: Corine land cover data layers from 1990 and from 2000 (CLC90 and CLC2000) and the change layer for the 1990 – 2000 decade can be, apart from the European and national levels, also applied at the regional level. The paper demonstrates several possibilities of land cover map representation at the level of district Trnava and two districts of region Bratislava in Slovakia.

Keywords: map, land cover change, CORINE land cover

Úvod

V rámci projektu *Obraz a CORINE krajinná pokrývka 2000 (Image and CORINE Land Cover 2000 – I&CLC2000)* boli metódou počítačom podporovanej vizuálnej interpretácie satelitných snímok identifikované zmeny krajinnej pokrývky Slovenska v mierke 1:100 000, v súčasnosti dostupné na <http://atlas.sazp.sk>. Získané informácie, na rozdiel napr. od oficiálnych štatistických dát, poskytujú obraz o rozsahu zmien, ako aj o ich priestorovom rozmiestnení (rozšírení), čo je veľmi dôležité najmä pre rôzne analýzy a hodnotenia krajiny. Možnosti mapového vyjadrenia zmien krajinnej pokrývky na úrovni Slovenska sú publikované v práci Feranec et al. (2005).

Priestorové aspekty identifikovaných zmien krajinnej pokrývky dovoľuje najlepšie sprostredkovať mapa. Preto cieľom príspevku je dokumentovať možnosti mapového vyjadrenia (zobrazenia) zmien krajinnej pokrývky Slovenska na úrovni okresov.

Charakteristika dát o zmenách krajinnej pokrývky Slovenska

Projekt I&CLC2000 (Büttner et al. 2004, Feranec et al. 2006 – in print) prispel k poznaniu vývoja krajinnej pokrývky nielen v Európe, ale aj na Slovensku v 90. rokoch až roku 2000 (+/- jeden rok) na báze interpretácie satelitných snímok. Na identifikáciu zmien krajinnej pokrývky Slovenska v rokoch 1990-2000 sa využila dátová vrstva CLC90 a satelitné snímky Landsat 7 ETM z roku 2000 (+/- jeden rok). Legenda CLC (tab. 1) obsahuje 44 tried (Heymann et al. 1994, Bossard et al. 2000). Referenčná dátová vrstva CLC90, reprezentujúca aktuálny stav krajinnej pokrývky Slovenska zo začiatku 90. rokov, bola vytvorená metódou vizuálnej interpretácie satelitných snímok Landsat 4 TM a následnou vektorizáciou interpretačných schém. Dátová vrstva CLC2000 je produktom počítačom podporovanej vizuálnej interpretácie satelitných snímok Landsat 7 ETM z roku 2000 (Büttner et al. 2004, Nunes de Lima 2005, Feranec et al. 2006 – in print).

Odvodenie dátovej vrstvy zmien krajinnej pokrývky z územia v okolí Trnavy za obdobie 1990 – 2000 je výsledok operácie prekrytia (aplikáciou ArcView GIS) dátových vrstiev CLC90 a CLC 2000 a následného generovania nových areálov zmien, v ktorých charakter krajinnej pokrývky za tieto dva časové horizonty nie je kvalitatívne totožný. Minimálna rozloha identifikovanej zmeny v takto generovanej vrstve je 5 ha, jej minimálna šírka je 100 m a minimálna rozloha novo vzniknutého areálu je 25 ha (tab. 2, tab. 3).

Tab. 1 Legenda CORINE land cover (Heymann et al. 1994, Bossard et al. 2000)

1 URBANIZOVANÉ A TECHNIZOVANÉ AREÁLY

- 11 Urbanizovaná (sídelná) zástavba
 - 111 Súvislá sídelná zástavba
 - 112 Nesúvislá sídelná zástavba
- 12 Priemyselné, obchodné a dopravné areály
 - 121 Priemyselné a obchodné areály
 - 122 Cestná a železničná sieť a prifaľé areály
 - 123 Areály prístavov
 - 124 Areály letísk
- 13 Areály ťažby, skládok a výstavby
 - 131 Areály ťažby nerastných surovín
 - 132 Areály skládok (smetiská)
 - 133 Areály výstavby
- 14 Areály sídelnej (nepoľnohospodárskej) vegetácie
 - 141 Areály sídelnej vegetácie
 - 142 Areály športu a zariadení voľného času

2 POĽNOHOSPODÁRSKE AREÁLY

- 21 Orná pôda
 - 211 Nezavlažovaná orná pôda
 - 212 Permanentne zavlažovaná orná pôda
 - 213 Ryžové polia
- 22 Trvalé kultúry
 - 221 Vinice
 - 222 Ovocné stromy a plantáže ovocia
 - 223 Olivové sady
- 23 Areály tráv
 - 231 Trávne porasty (lúky a pasienky)
- 24 Heterogénne poľnohospodárske areály
 - 241 Jednoročné plodiny s trvalými kultúrami
 - 242 Mozaika polí, lúk a trvalých kultúr
 - 243 Prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie
 - 244 Poľnohospodársko-lesné areály

3 LESNÉ A POLOPRIRODNÉ AREÁLY

- 31 Lesy
 - 311 Listnaté lesy
 - 312 Ihličnaté lesy
 - 313 Zmiešané lesy
- 32 Kroviny alebo trávne areály
 - 321 Prirodzené lúky
 - 322 Vresoviská, slatiny a kosodrevina
 - 323 Tvrdolistá vegetácia
 - 324 Prechodné lesokroviny
- 33 Holiny s riedkou vegetáciou alebo bez vegetácie
 - 331 Pláže, duny, piesky
 - 332 Skaly
 - 333 Areály s riedkou vegetáciou
 - 334 Spáleniská
 - 335 Ľadovce a večný (trvalý) sneh

4 ZAMOKRENÉ AREÁLY

- 41 Vnútrozemské mokrade
 - 411 Močiare
 - 412 Rašeliniská
- 42 Prímorské mokrade
 - 421 Slané močiare
 - 422 Saliny
 - 423 Prílivové územia

5 VODY

- 51 Vnútrozemské vody
 - 511 Vodné toky
 - 512 Vodné plochy
- 52 Morské vody
 - 521 Pobrežné lagúny
 - 522 Ústia riek
 - 523 Moria a oceány

Tab. 2 Zmeny tried krajinej pokrývky v rokoch 1990 – 2000 vyjadrené počtom zmenených areálov

2000→

1990↓	112	121	122	131	142	211	221	222	231	242	243	311	312	313	324	331	511	512	spolu
131	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	5
132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
133	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	1	8
211	58	14	1	-	-	-	8	3	1	19	13	2	-	1	2	-	-	2	124
221	5	1	-	-	-	38	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	45
222	3	-	-	-	-	17	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	22
231	-	-	-	-	-	5	-	-	-	1	-	-	1	-	4	-	-	-	11
242	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3
243	5	-	-	-	1	53	-	-	2	3	-	17	-	3	6	-	-	6	96
311	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	3	30	-	1	-	38
312	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	31	-	-	-	38
313	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	5	4	-	21	-	-	-	33
321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3
324	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	72	17	22	-	-	-	-	114
334	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
411	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3	5
511	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	6
spolu	73	21	1	4	1	120	8	3	3	24	19	96	22	34	104	1	2	18	554

Tab. 3 Zmeny tried krajinej pokrývky v rokoch 1990 – 2000 vyjadrené ich rozlohou (v ha)

2000→

1990↓	112	121	122	131	142	211	221	222	231	242	243	311	312	313	324	331	511	512	spolu
131	-	6,2	-	-	-	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	36,9	-	-	63,7	112,5
132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148,5	-	-	-	148,5
133	-	159,9	-	-	-	33,6	-	-	-	-	-	-	-	-	358,0	-	1563,1	1835,6	3950,2
211	648,5	220,5	31,5	-	-	-	140,5	60,9	20,5	949,5	323,9	15,7	-	5,0	37,4	-	-	32,5	2486,4
221	72,7	11,0	-	-	-	1516,6	-	-	-	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1605,8
222	57,8	-	-	-	-	645,8	-	-	-	56,1	25,7	-	-	-	-	-	-	-	785,3
231	-	-	-	-	-	117,4	-	-	-	22,0	-	-	-	61,2	-	150,8	-	-	351,4
242	-	-	-	-	-	35,7	-	-	-	-	59,6	-	-	-	-	-	-	-	95,3
243	45,8	-	-	-	66,7	914,1	-	-	84,2	62,0	-	461,5	-	65,3	260,3	-	-	145,6	2105,4
311	20,5	5,3	-	-	6,1	-	-	-	-	-	101,2	-	-	225,0	779,4	-	5,9	-	1143,5
312	-	-	-	17,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,9	629,2	-	-	-	714,7
313	-	6,0	-	16,0	-	-	-	-	-	-	-	97,0	174,3	-	601,7	-	-	-	895,1
321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119,0	-	-	-	119,0
324	7,7	-	-	-	-	20,5	-	-	-	-	-	4286,2	750,1	898,3	-	-	-	-	5962,8
334	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,9	-	-	-	29,9
411	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118,7	-	-	-	-	-	-	-	95,1
511	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,6	-	45,8
spolu	853,0	409,1	31,5	33,5	66,7	3295,7	140,5	60,9	104,7	1090	634,5	4860,3	985,6	1261,6	3151,1	25,6	1569,0	2218,3	20791,2

Možnosti mapového vyjadrenia zmien krajiny pokrývky

Navrhujeme dve relevantné metódy mapového vyjadrenia zmien krajiny pokrývky:

- areálové (kvalitatívno- kvantitatívne),
- diagramové, resp. kartodiagramové (len kvantitatívne).

Areálové mapové vyjadrenie zmien krajiny pokrývky je v porovnaní s kartodiagramovým komplexnejšie, a preto náročnejšie. Na to, aby sa mohlo považovať za korektné, je potrebné splniť niekoľko podmienok. Sú to najmä:

1. Podmienka mierky: Na zreteľne vizuálne vnímateľné mapové vyjadrenie sa vyžaduje dostatočne veľká mierka. V našom prípade by to mala byť mierka rádovo 1:100 000, t. j. napr. mierka 1:150 000, možno aj 1:200 000, no nie mierka 1:1 mil. Rozhodujúcim kritériom je veľkosť najmenších zmien.
2. Podmienka úrovne rozlíšenia: Vyžaduje sa dostatočne vysoká úroveň rozlíšenia, ktorú možno limitovať aj umelo kritériom veľkosti najmenšieho uvažovaného areálu. V našom prípade s rozlíšením zmien tretej úrovne legendy CLC (pozri tab. 1). V prípade zmien prvej úrovne tried CLC je ich vyjadrenie jednoduchšie (nakolko 1. úroveň obsahuje len 5 tried), ale v prípade tretej úrovne (Slovensko má viac ako 30 tried) rozsah zmien sa zväčšuje v dôsledku vzájomnej kombinovateľnosti tried. V prípade zmien v triedach štvrtej úrovne by bol počet kombinácií taký veľký, že by nebol kartograficky zvládnuteľný ani v rozsahu najmenšieho okresu SR.

3. Podmienka farebnosti mapového vyjadrenia: Do úvahy prichádzajú spravidla dva druhy vyjadrení: farebné a čierno-biele (*greyscale*).

Farebné vyjadrenie sa používa na CD alebo DVD nosičoch, pri prezentácii pomocou data-projektora alebo pri farebnej (v súčasnosti spravidla ofsetovej) tlači máp alebo iných kartografických diel. V prípade zmien na tretej úrovni legendy CLC je kartografické vyjadrenie ešte zvládnuteľné, hoci požiadavka na množstvo farebných odtieňov je veľmi vysoká, pričom je známe, že vnímanie a rozlišovanie zmien v jednotlivých triedach krajiny pokrývky je nepriamo úmerné množstvu použitých farebných tónov a ich odtieňov v mape.

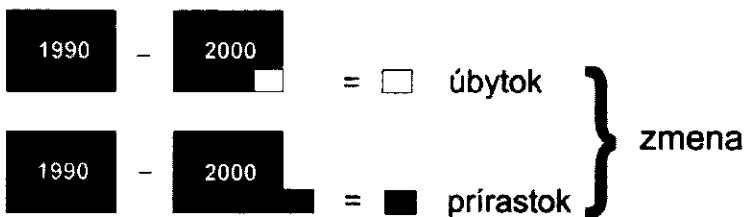
V prípade jednofarebného mapového vyjadrenia pomocou grafických vzoriek s rôznou textúrou (vrátane sivej stupnice odtieňov medzi čiernou a bielou), je mapové vyjadrenie zmien v rámci tretej úrovne tried krajiny pokrývky CLC v rozsahu okresu síce teoreticky možné, ale prakticky nedostatočne (až zle) rozlíšiteľné.

Kartodiagramové vyjadrenie znamená, že v mape sa použije vhodný diagramový znak (napr. kruh, elipsa, štvorec, obdĺžnik-stĺpik ap.), ktorý pre danú oblasť (napr. okres) vyjadri kvantitatívne charakteristiky jednotlivých tried krajiny pokrývky. Podľa toho o aké charakteristiky ide, prichádzajú do úvahy prevažne kartodiagramy sumárne (súčtové) alebo štruktúrne. Tento spôsob mapového vyjadrenia však kladie dôraz len na kvantitatívnu stránku zmeny krajiny pokrývky a podobne ako tabuľka, nevyjadruje priestorovú lokalizáciu zmeny.

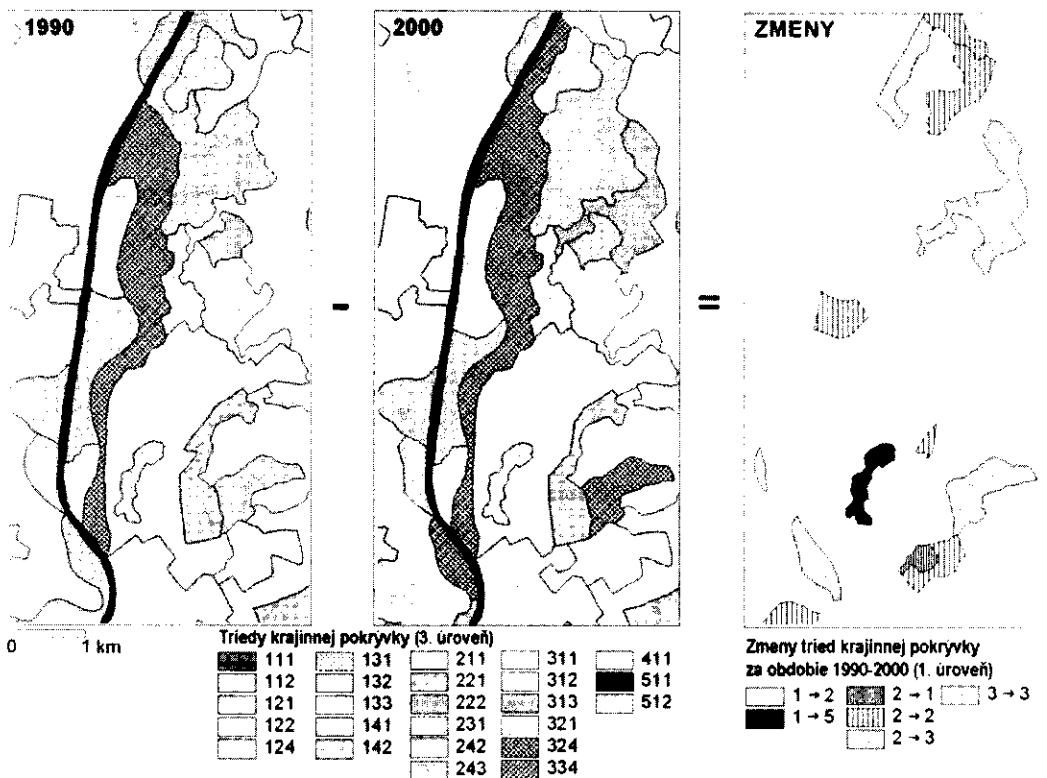
Problémy mapového (priestorového) vyjadrenia zmien tried krajiny pokrývky ilustrujeme na príkladoch.

Obr. 1 upozorňuje na fakt, že za zmenu určitej triedy krajiny pokrývky treba považovať tak jej úbytok, ako aj jej prírastok.

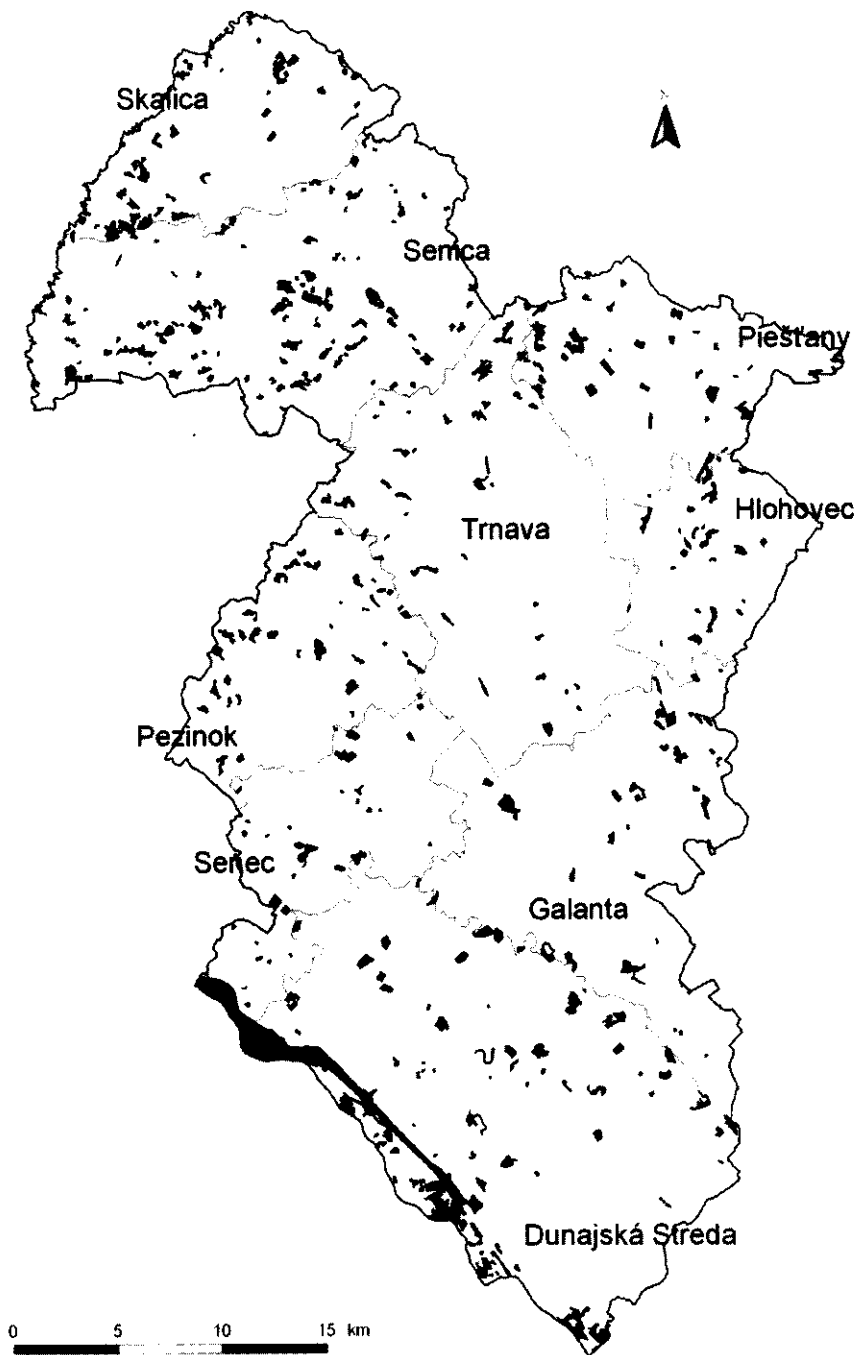
Obr. 2 je príklad konkrétnej zmeny v rámci územia okresu Hlohovec v mierke asi 1:80 000. Keďže triedy krajiny pokrývky sú spojitý (vyplňajú celé pole mapy alebo určitej územnej jednotky, napr. okresu), v ich zmenách sú obsiahnuté úbytky aj prírastky – ak v jednej triede ide o úbytok, v inej triede to znamená prírastok. Mapové vyjadrenie týchto zmien do tretej úrovne legendy CLC technikami čierno-bielej grafiky (v porovnaní s farebnou grafikou) si ale vyžaduje značný sortiment grafických prostriedkov, preto sme sa obmedzili len na zmeny prvej úrovne legendy CLC (obr. 3 až obr. 5).



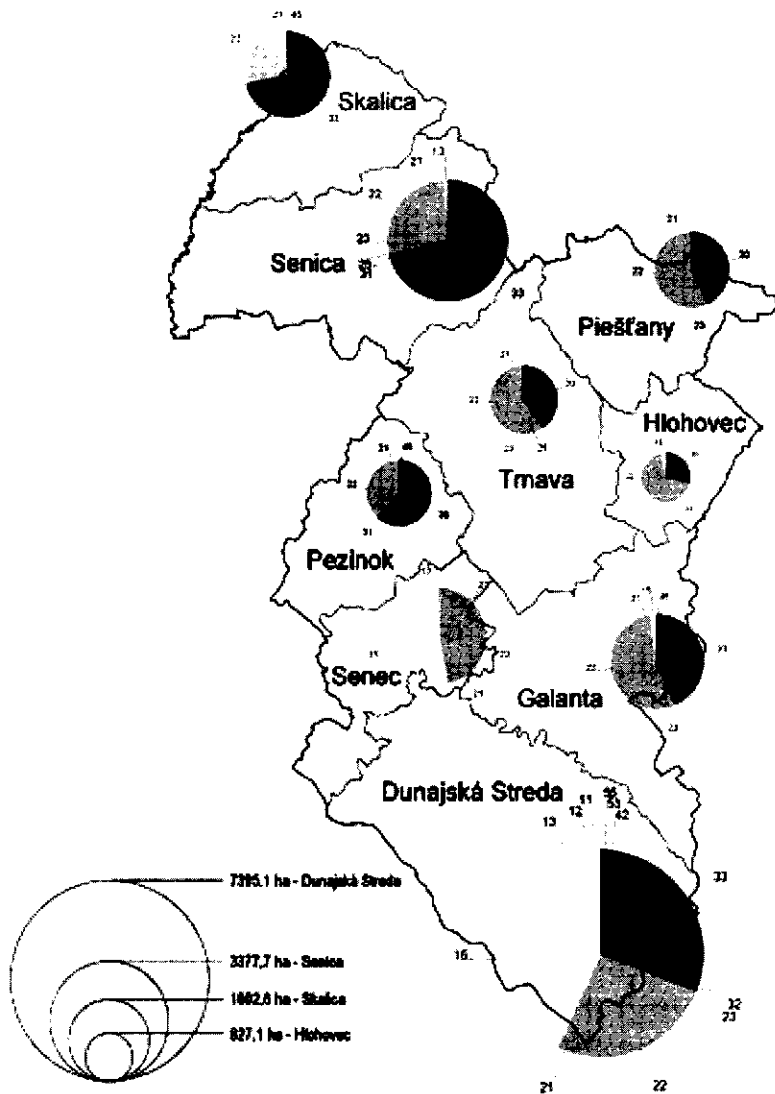
Obr. 1 Schematické vyjadrenie zmeny (úbytok a/alebo prírastok) plochy areálu



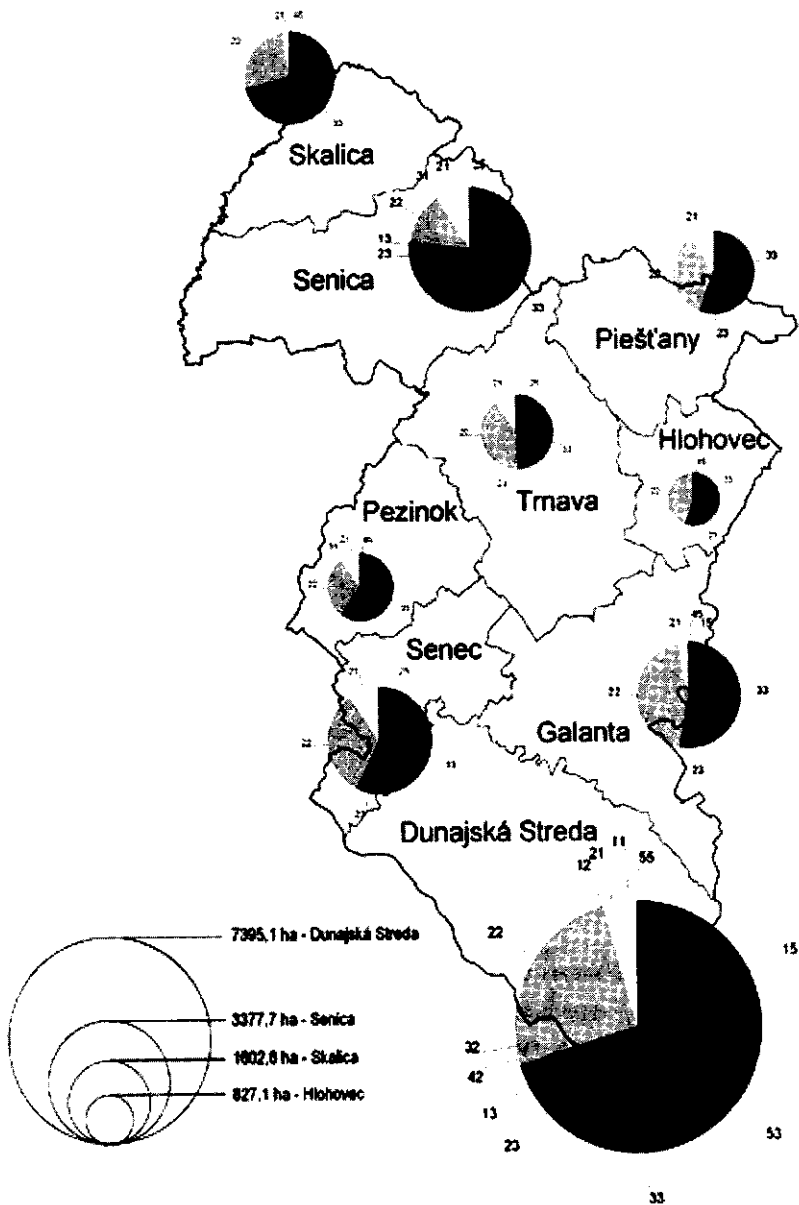
Obr. 2 Zmeny krajinej pokrývky v severnej časti okresu Hlohovec



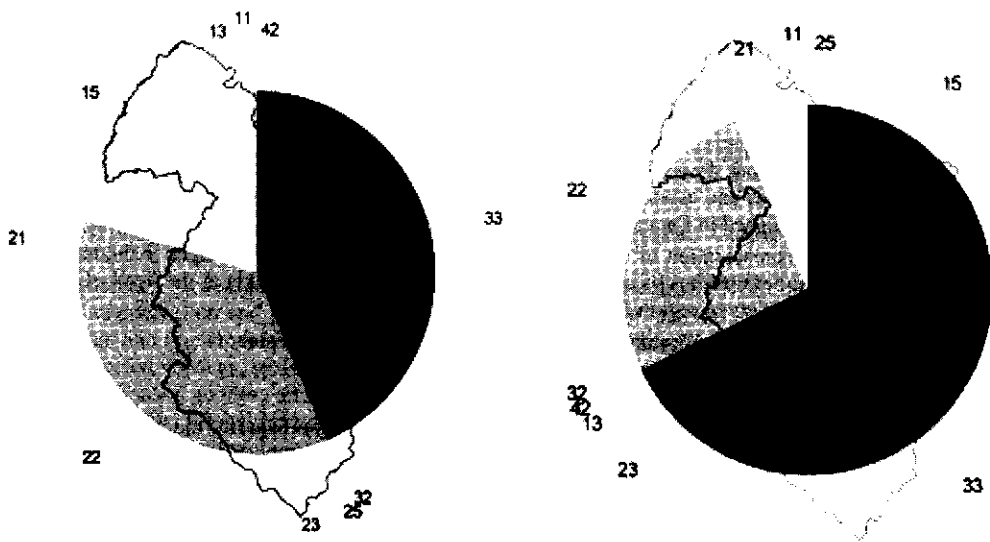
Obr. 3 Identifikované zmeny krajinej pokrývky v okresoch Trnavského kraja a v dvoch okresoch Bratislavského kraja



Obr. 4a Podiel rozlohy zmien jednotlivých tried CLC 1. úrovne z celkovej rozlohy zmien v okresoch Trnavského kraja a dvoch okresoch Bratislavského kraja v období 1990 – 2000. Kartodiagram vyjadruje rozlohu zmenených areálov v dátovej vrstve CLC90. Prvá číslica dvojmiestneho kódu vyjadruje „z ktorej triedy“ v 90. rokoch a druhá číslica „v prospech ktorej triedy“ v roky 2000 zmena nastala (napr. „21“ znamená, že poľno-hospodárska krajina sa zmenila na urbanizovanú krajinu).



Obr. 4b Podiel rozlohy zmien jednotlivých tried CLC 1. úrovne z celkovej rozlohy zmien v okresoch Trnavského kraja a dvoch okresoch Bratislavského kraja v období 1990 – 2000. Kartodiagram vyjadruje podiel rozlohy novovzniknutých areálov danej triedy v roku 2000 z celkovej rozlohy zmien v príslušnom okrese. Význam dvojmiestneho číselného kódu je rovnaký ako v prípade obr. 4a.



Obr. 5 Podiel rozlohy zmien jednotlivých tried CLC 1. úrovne z celkovej rozlohy zmien celého študovaného územia v období 1990 – 2000. Vľavo – zmeny ako na obr. 4a, vpravo – zmeny ako na obr. 4b.

Záver

Existencia dátovej vrstvy o zmenách krajinej pokrývky Slovenska za desaťročie 1990 – 2000 (CLC90/CLC2000), ktorá je využiteľná aj na regionálnej úrovni (na úrovni okresov), predstavuje nové možnosti ich mapového vyjadrenia, pre ktoré sú vhodné dve metódy: areálová a diagramová.

Areálová metóda je v porovnaní s diagramovou komplexnejšia, lebo okrem veľkosti zmien umožňuje vyjadriť aj priestorovú lokalizáciu zmien. Vyžaduje splnenie aspoň týchto podmienok: dostatočne veľkú mierku úrovne rozlíšenia a farebnosti (v prípade čierno-bieleho vyjadrenia zvyšujú sa nároky na sortiment vzoriek a ich textúr).

Diagramová metóda kladie dôraz len na kvantitatívnu stránku zmeny krajinej pokrývky, a podobne ako tabuľka, nevyjadruje priestorovú lokalizáciu zmien.

Prispevok je jedným z výstupov riešenia projektu č. 2/4189/26 v Geografickom ústave Slovenskej akadémie vied v roku 2006, podporeného grantovou agentúrou VEGA.

Literatúra

- BOSSARD, M., FERANEC, J., OŤAHEL, J. (2000). *CORINE land cover guide – Addendum 2000*, Technical report, 40. Copenhagen (European Environment Agency).
- BÜTTNER, G., FERANEC, J., JAFFRAIN, G., MARI, L., MAUCHA, G., SOUKUP, T. (2004). The CORINE land cover 2000 project. In Reuter, R., ed. *EARSeL eProceedings*, 3 (3), Paris (EARSeL), 331-346.
- FERANEC, J., PRAVDA, J., CEBECAUER, T., OŤAHEL, J., HUSÁR, K., MACHKOVÁ, N. (2005). Mapové vyjadrenie zmien krajinej pokrývky Slovenska za roky 1990 až 2000. *Geodetický a kartografický obzor*, 51/93, 157-164.
- FERANEC, J., HAZEU, G., CHRISTENSEN, S., JAFFRAIN, G. (2006). CORINE land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia). *Land Use Policy* (in print).
- HEYMANN, Y., STEENMANS, Ch., CROISILLE, G., BOSSARD, M. (1994). *CORINE land cover. Technical guide*. Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities).
- NUNES De LIMA, M. V. ed. (2005). *Image2000 and CLC2000*. Ispra (EC, JRC and EEA).

S u m m a r y

Map representation of land cover changes in Slovakia on selected districts level

Land cover changes in Slovakia were identified by the method of computer aided visual interpretation of satellite images at scale 1:100 000 as part of the Image and Corine Land Cover 2000 I&CLC2000. The images are now accessible at <http://atlas.sazp.sk>. Obtained information, in contrast to, for instance official statistics, provide certain picture about the extent of changes and their spatial distribution, what is very important for different landscape analyses and assessment. Possibilities of map representation of land cover changes at the level of Slovakia are published in Feranec et al. (2005).

The best medium for representation of spatial aspects of identified land cover changes is the map. This paper demonstrates several possibilities of map representation of land cover Slovakia at the level of districts in region Trnava and two districts in region Bratislava.

Two relevant methods of map representation of land cover changes are proposed:

- area (quantitative and qualitative) methods
- diagram or cartodiagram (only quantitative) methods.

Area map representation of land cover changes is, compared to the cartodiagram, more comprehensive and therefore more demanding. To be correct, several conditions must be observed. They are: the scale, level of resolution and colours of the map representation.

Diagram or cartodiagram representation means that an adequate diagram sign (for instance circle, square etc.) will be used. That sign will represent quantitative characteristics of individual land cover classes for a given area (district). According to the treated characteristics, prevaingly summarizing or structural cartodiagrams can be used. This way of map representation though, emphasizes only the qualitative trait of land cover changes and it does not indicate their spatial location. Problems of map (spatial) representation of land cover changes are demonstrated on examples (Figs. 1 to Figs. 5).

Fig. 1 Scheme of changes (decrease and/or increase) of area

Fig. 2 Land cover changes in the northern part of district Hlohovec

Fig. 3 Identified land cover changes in district of region Trnava and in two districts of region Bratislava

Fig. 4a Share of the area of individual CLC classes of the first level in total area change area in district of region Trnava and in two districts of region Bratislava in 1990 – 2000, Cartodiagram presents the area of changed polygon in the CLC90 data layer. The first digit of the two-digit code denotes from which class the change proceeded in the 1990s and the second reveal in favour of which class the change appeared in 2000 (for instance 21 means that agricultural land changed into urban fabric).

Fig. 4b The share of changed area of individual CLC classes at the 1st level in total changed area in districts of region Trnava and two districts in region Bratislava in 1990 – 2000. Cartodiagram represents the share of area of the newly formed polygons of the given class in 2000 in total changed area in the given districts. The meaning of the two-digit code is the same as in Fig. 4a.

Fig. 5 Share of change area of individual CLC classes at the 1st level in total area changes of the whole study territory in 1990 – 2000. Left – changes like in Fig. 4a, right – changes like in Fig. 4b

Tab. 1 Nomenclature of CORINE land cover

Tab. 2 Changes of land cover in 1990 – 2000 represented by a number of changed polygons

Tab. 3 Change of land cover classes in 1990 – 2000 represented by their area (in ha)

Lektoroval:

Doc. Ing. Jozef ČIŽMÁR, PhD.,

Slovenská technická univerzita, Bratislava