

Identifikácia zmien krajinej pokrývky vysokohorskej krajiny na základe ortofotomáp

Hana STANKOVÁ

Abstract: In mountainous areas with strong impact of tourism is necessary to monitor the changes of land cover and landscape. Land cover mapping is mostly realized by visual interpretation of aerial or satellite images. Archive aerial images of Chopok-Jasná from year 1986 and year 1998 were processed in digital photogrammetry system ImageStation. Resulted digital orthophotomaps were used for the creation of land cover databases (LC 86 and LC 98) according to special legend created for land cover mapping in high-mountain areas. By overlay of LC 86 and LC 98 we identified land cover changes, which were reclassified to 6 types and evaluated regard to their influence on soil-destructive processes.

Key words: high-mountain landscape, land cover changes, visual interpretation

Úvod

Krajina vysokých pohorí, menej presne označovaná aj ako vysokohorská krajina, je špecifickým krajinným fenoménom Západných Karpát. Podľa definície Lukniša a Plesníka medzi vysoké pohoria patria všetky pohoria, ktoré svojimi vrcholmi zreteľne vyčnievajú nad hornú hranicu lesa a presahujú absolútnu výšku 1500 m.n.m. Na území Slovenska sú to Tatry, Nízke Tatry, Veľká Fatra, Malá Fatra, skupina Babej hory a Pilska a skupina Veľkého Choča [8]. Vysoké pohoria sú oblasti s charakteristickým súborom geologických, geomorfologických, klimatických, pedologických, botanických, antropických a iných znakov, medzi ktoré patrí aj charakteristická krajinná pokrývka.

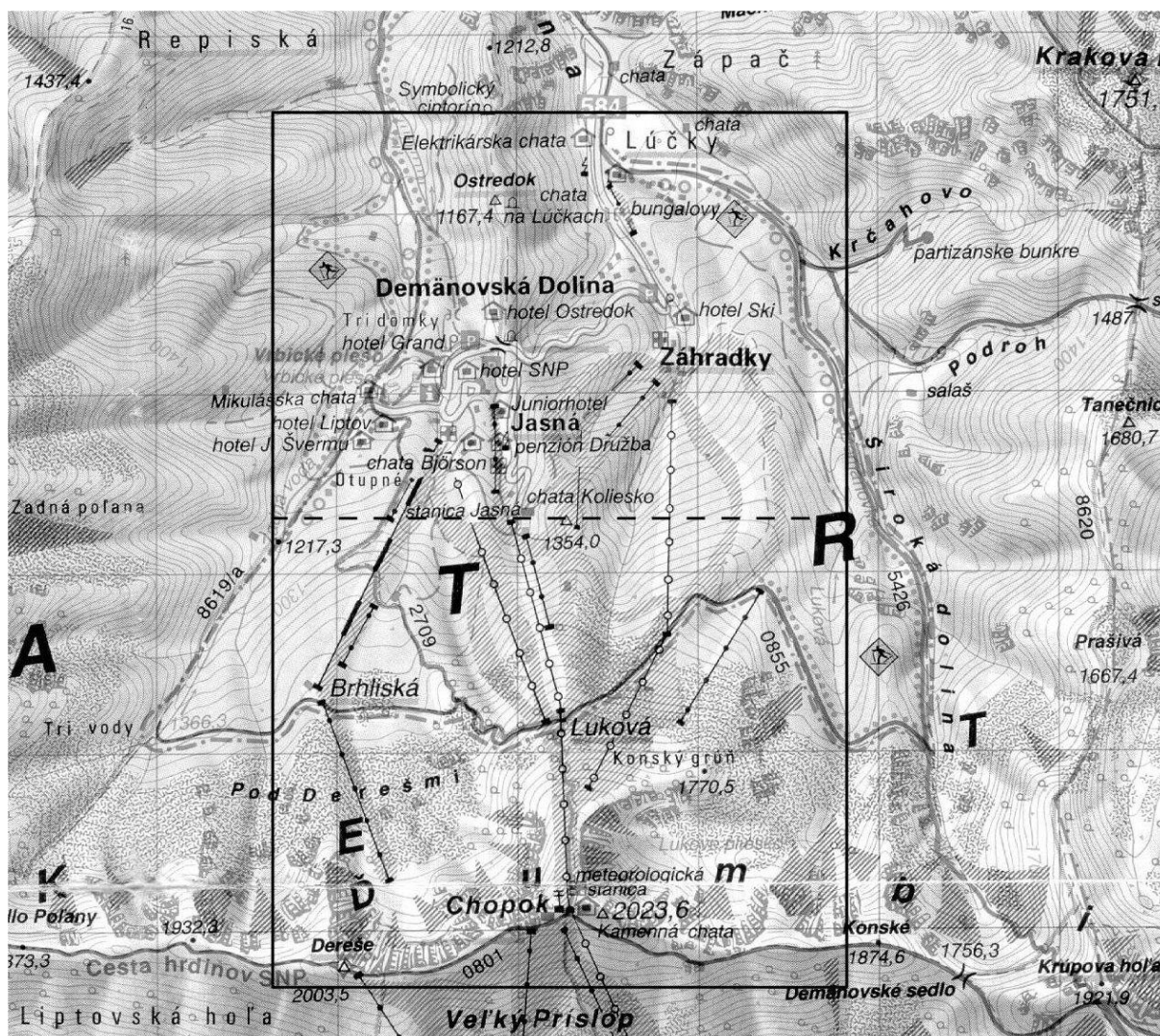
Vysokohorská krajina je typom fosilnej krajinej štruktúry, preto je veľmi citlivá a zraniteľná. Všetky procesy, ktoré v nej v súčasnosti prebiehajú, ju intenzívne menia. K najničivejším prírodným procesom patrí vodná erózia pôdy a snehové lavíny, ktoré zapríčiňujú deštrukciu povrchu [9]. Ich účinok sa ešte znásobuje pôsobením antropogénnych vplyvov, najmä odstraňovaním vegetácie (výrub lesa na zjazdovkách, zašlapávanie vegetačného krytu na turistických chodníkoch a v okolí zariadení cestovného ruchu atď.).

Monitorovanie zmien krajiny patrí k základným úlohám menežmentu chránených území v oblastiach vysokých pohorí [6]. Vhodným zdrojom údajov o krajine v rôznych časových horizontoch nevyhnutných pre monitorovanie sú archívne letecké meračské snímky (LMS), ktoré zachytávajú stav najvrchnejšej vrstvy krajiny (krajinej pokrývky) v danom časovom okamihu. Fotogramrickým spracovaním LMS získavame digitálne ortofotomapy, ktoré sú podkladom pre tvorbu databáz krajinej pokrývky a jej zmien v prostredí geografických informačných systémov (GIS).

Cieľom príspevku je prezentovať možnosti využitia digitálnych ortofotomáp na monitorovanie zmien vysokohorskej krajiny na príklade záujmového územia Chopok-Jasná. Oblasť Chopok-Jasná je jedným z najvýznamnejších centier cestovného ruchu na Slovensku, kde je už prírodné prostredie značne poškodené antropogénnymi aktivitami.

Metodika

Ako vstupné údaje boli použité čiernobiele LMS z r.1986 v približnej mierke 1 : 25 000 a farebné LMS z r.1998 v približnej mierke 1 : 27 000, ktoré poskytol Úrad geodézie, kartografie a katastra. Snímky boli spracované v digitálnom fotogrametrickom systéme ImageStation v rámci diplomových prác [10] a [11]. Stredná kvadratická chyba vytvoreného stereomodelu dosiahla hodnotu $m_{xy} = 0,6$ m pri ČB snímkach a $m_{xy} = 0,5$ m pri farebných snímkach. Výsledkom fotogrametrického spracovania boli digitálne ortofotomapy z r.1986 a 1998 s priestorovým rozlíšením 1 m, zachytávajúce záujmové územie o rozmeroch 3 x 4,3 km (obr.1). Metodika fotogrametrického spracovania LMS v systéme ImageStation je podrobne spracovaná v práci [1].



Obr. 1 Lokalizácia záujmového územia (plná čiara – hranica záujmového územia, čiarkovaná čiara – hranica územia, na ktorom boli hodnotené zmeny krajiny pokrývky)

Vizuálnou interpretáciou ortofotomapy z r.1998 bola vytvorená mapa krajinej pokrývky oblasti Chopok-Jasná v mierke 1 : 10 000. Vizuálna interpretácia je najjednoduchšou a v súčasnosti ešte stále najrozšírenejšou metódou získavania údajov z obrazových záznamov DPZ. Je založená na ľudskej schopnosti priestorového hodnotenia objektov a ich vzájomných vzťahov. Túto schopnosť sa zatiaľ nepodarilo plne nahradiť žiadnymi počítačovými metódami klasifikácie obrazu. Najmä v prípade leteckých snímok a družicových snímok s vysokým rozlíšením automatické klasifikačné metódy v praxi často zlyhávajú v dôsledku veľkej heterogenity tried krajinej pokrývky.

Pred samotným procesom fotointerpretácie je potrebné definovať minimálnu mapovaciu jednotku (MMU) a zvoliť klasifikačný systém [3]. Plošná MMU bola zvolená 50 m² pre človekom vytvorené objekty a 250 m² pre ostatné triedy krajinej pokrývky, minimálna šírka novovytvorených areálov bola 10 m.

Klasifikačný systém bol osobitne navrhnutý pre účely mapovania a hodnotenia zmien krajinej pokrývky v danej oblasti, s možnosťou rozšírenia na celú oblasť vysokých pohorí Slovenska (pozri tabuľku v prílohe 1). Vychádza z legendy CORINE Land Cover (CLC) pre mierku 1 : 50 000, ktorú navrhli Feranec a Ořahel [2]. Táto legenda predstavuje určitý štandard pre mapovanie krajinej pokrývky z družicových snímok v Európe. Pre účely mapovania z leteckých snímok v mierke 1 : 10 000 sú však niektoré kategórie definované príliš všeobecne, preto bolo potrebné ich detailnejšie rozčleniť.

Kategória urbanizované a technizované areály bola rozčlenená podľa katalógu objektov Základnej bázy údajov GIS (KO ZB GIS, verzia 10/2004 [5]), ktorý je štandardizovaný podľa medzinárodnej normy DIGEST. KO ZB GIS je určený pre napĺňanie ZB GIS pomocou digitálnej fotogrametrie s presnosťou zodpovedajúcou výslednej mierke 1 : 10 000.

Kategória lesných a poloprírodných areálov bola doplnená o niektoré ďalšie objekty predstavujúce prechodné typy krajinej pokrývky. Hranice medzi jednotlivými ekosystémami vo vysokohorskej krajine sú totiž len zriedka ostré, obyčajne ich tvoria pozvoľné prechody (napr. postupný prechod lesa do kosodreviny v oblasti hornej hranice lesa, postupný prechod kosodreviny do trávnych porastov alebo sutinového pokryvu v oblasti hornej hranice kosodreviny atď.).

V subkategórii CLC Areály s riedkou vegetáciou bola doplnená subkategória Areály bez vegetácie, ktorú tvoria objekty Obnažaná pôda a Obnažená pôda s trávnyimi porastami. Táto subkategória bola vytvorená za účelom mapovania deštruovaných plôch rôzneho pôvodu a rôzneho stupňa deštrukcie (úplne deštruovaná plocha, čiastočne deštruovaná plocha). Jedná sa najmä o plochy postihnuté vodnou a antropogénnou eróziou na zjazdových tratiach, na turistických chodníkoch a v okolí zariadení cestovného ruchu.

Vytvorený katalóg objektov nie je definitívny, v rámci ďalšieho spracovania môže byť doplnený o nové objekty podľa potreby. Zámerom je tiež jeho čiastočná harmonizácia s KO ZB GIS, aby bolo možné prebrať do databázy už existujúce objekty ZB GIS. Keďže katalóg objektov vychádza z legendy CLC, vytvorenú databázu bude možné porovnávať s databázou CLC z rôznych období až po 3. hierarchickú úroveň (problémom je však rozdiel v mierkach spracovania).

Vizuálna interpretácia bola realizovaná v prostredí ArcView GIS. Výsledkom bola databáza krajinej pokrývky oblasti Chopok-Jasná z r.1998 (KP 1998). Zo záujmového územia bol vybraný výrez s rozmermi 1,9 x 3,2 km zachytávajúci oblasť pod hornou hranicou lesa so zjazdovkami a zariadeniami cestovného ruchu (obr.1). V tejto časti územia boli vyhodnotené zmeny krajinej pokrývky. Databáza KP 1986 bola vytvorená metódou retrospektívnej analýzy (backdating) na základe databázy KP 1998 a ortofotomapy z r.1986. Zmena areálov KP 1998 bola akceptovaná len v prípade, že plocha zmeneného areálu bola väčšia než 100 m². Plocha a šírka novovytvorených areálov zároveň nesmela prekročiť zvolené MMU.

Správnosť vizuálnej interpretácie by bolo potrebné overiť terénnym prieskumom na kontrolných plochách. Tento krok nebolo možné realizovať z dôvodu nedostatočnej technickej vybavenosti (prístroj GPS), a tiež z dôvodu zmien, ktoré mohli od r.1998, resp.1986 v danej oblasti nastať, takže skutočný stav krajinej pokrývky už nie je možné v súčasnosti overiť.

Tab.1: Tabuľka typov zmien (vysvetlivky k triedam pozri v legende v Prílohe 1)

		Triedy 1998									
		112	122	133	141	142	312	321	324	333	512
Triedy 1986	112	0	6	6	6	6	3	4	6	6	6
	122	6	0	6	6	6	3	4	6	6	6
	133	6	6	0	6	6	3	4	6	6	6
	141	6	6	6	0	6	3	4	6	6	6
	142	6	6	6	6	0	3	4	6	6	6
	312	1	1	1	1	1	0	2	2	2	2
	321	1	1	1	1	1	3	0	6	5	6
	324	1	1	1	1	1	3	4	0	5	6
	333	1	1	1	1	1	3	4	6	0	6
	512	1	1	1	1	1	3	4	6	5	0

0	bez zmeny
1	urbanizácia
2	odlesnenie
3	zalesnenie
4	zatrávnenie
5	deštrukcia
6	iné zmeny

	negatívne zmeny
	pozitívne zmeny
	neutrálne al.žiadne zmeny

Zmeny krajinej pokrývky v časovom období 1986 až 1998 boli identifikované pomocou operácie prekrytu (overlay) dvoch vektorových vrstiev. Výsledkom bolo 45 realizovaných typov zmien (z 90 možných) na 3. hierarchickej úrovni. Zmeny boli rozdelené do 6 kategórií, ktoré boli zhodnotené z hľadiska vplyvu na pôdnodeštrukčné procesy (pozri tab.1). Medzi negatívne zmeny, ktoré vyvolávajú alebo urýchľujú pôdnodeštrukčné procesy, bola zaradená urbanizácia, odlesnenie a deštrukcia vegetačnej pokrývky. Medzi pozitívne zmeny, ktoré pôdnodeštrukčným procesom zabraňujú alebo ich spomaľujú, bolo zaradené zalesnenie a zatrávnenie.

Výsledky

Výsledky hodnotenia zmien ukazujú tabuľky 2 a 3 a tabuľka v prílohe 2. V r.1986 až 1998 sa zmenil typ krajinej pokrývky na 10 % z celkových 608 ha záujmového územia. Plošne najvýraznejšou zmenou bolo odlesnenie (62 % zo zmenenej plochy), vďaka ktorému klesla rozloha lesa z 512 ha v r.1986 na 476 ha v r.1998 a podiel lesa na celkovej ploche sa tým znížil z 84 % na 78 %. Rozloha lesa sa zmenšila najmä na úkor trávnych a krovinatých porastov (vrátane rúbanísk a mladiny), ktorých rozloha vzrástla o takmer 30 ha. Rozsiahly výrub lesa bol zaznamenaný predovšetkým v lokalitách Vyšné Šulkovo a v okolí zjazdovky na Jeleňom grúni (čiastočne nahradený novým porastom).

Tab.2: Krajinná pokrývka v r.1986 a 1998

Typ KP	Plocha (v ha)			Podiel z celkovej plochy (v %)		
	1986	1998	Rozdiel	1986	1998	Rozdiel
Zastavaná plocha	21.0	22.4	1.5	3.4	3.7	0.2
Les	511.6	476.3	-35.3	84.1	78.3	-5.8
Trávne porasty a kroviny	63.2	91.0	27.8	10.4	15.0	4.6
Deštruované plochy	10.1	16.0	5.9	1.7	2.6	1.0
Vodné plochy	2.2	2.2	0.0	0.4	0.4	0.0
Spolu	608	608	0	100	100	0

Druhou najvýznamnejšou zmenou bola deštrukcia vegetačnej pokrývky (16 %). Kým v r.1986 zaberali plochy postihnuté viditeľnými formami deštrukcie rôzneho stupňa 10 ha, v r.1998 to už bolo 16 ha. Jedná sa najmä o deštrukciu vegetačnej pokrývky na zjazdových tratiach, kde dochádza k jej zašlapávaniu turistami a následnej vodnej erózii a rozširovaniu obnažených plôch. Medzi zjazdovky najviac postihnuté deštrukciou patria zjazdovky FIS a Turistická a zjazdovka na Jeleňom grúni. Naopak na zjazdovke Vrbická bolo zaznamenané zlepšenie stavu.

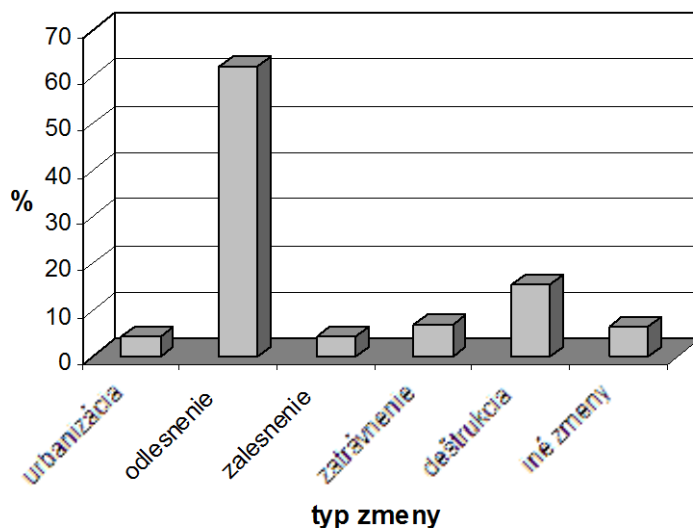
Ostatné zmeny neboli plošne rozsiahle. Mierne sa zvýšil podiel zastavanej plochy, čo súvisí najmä s výstavbou hotela Grand v bývalom areáli Tri domky. Celkovo teda dominujú zmeny, ktoré negatívne vplyvajú na rozvoj pôdnodeštrukčných procesov rôzneho druhu, či už sa jedná o zvýšenú antropogénnu eróziu v okolí novovybudovaných zariadení cestovného ruchu, alebo o nárast intezity vodnej erózie na odlesnených plochách.

Záver

Ochrana vysokohorskej krajiny pred devastáciou je veľmi dôležitá, pretože následkom veľkej reliéfovej energie tu dominuje vysoká intezita a dynamika reliéfových procesov a krajinný ekosystém je celkovo veľmi krehký [4]. Jednou zo základných úloh pri ochrane vysokohorskej krajiny je monitorovanie stavu krajinej pokrývky, ktorý je v okamihu snímokovania zachytený na leteckých meračských snímkach.

Tab.3: Zmeny krajinej pokrývky v r.1986 až 1998

Typ zmeny		Plocha	Podiel z celkovej	Podiel zo zmenenej
Kód	Názov	(v m ²)	plochy (v %)	plochy (v %)
0	bez zmeny	5494827	90.4	-
1	urbanizácia	24479	0.4	4.2
2	odlesnenie	362878	6.0	62.0
3	zalesnenie	25252	0.4	4.3
4	zatrávnenie	41585	0.7	7.1
5	deštrukcia	91917	1.5	15.7
6	iné zmeny	39061	0.6	6.7
Spolu		6080000	100	100



V príspevku je prezentovaný návrh katalógu objektov pre mapovanie krajinej pokrývky vysokých pohorí v mierke 1 : 10 000, ktorý vychádza z legendy CORINE Land Cover. Ďalšia harmonizácia katalógu objektov s legendou CLC a s KO ZB GIS umožní vzájomné prepojenie vytvorených databáz krajinej pokrývky s databázou CLC a prebratie už existujúcich objektov zo ZB GIS, takže ich nebude potrebné nanovo vytvárať [7]. Katalóg objektov je možné dopĺňať o nové objekty podľa potreby.

Vizuálna interpretácia digitálnych ortofotomáp podľa navrhnutého katalógu objektov sa ukázala ako vhodná na tvorbu databáz krajinej pokrývky. Na základe vytvorených databáz je možné napr. zistiť rozlohu plôch postihnutých viditeľnými formami deštrukcie rôzneho stupňa, a taktiež identifikovať a zhodnotiť zmeny krajinej pokrývky v príslušných časových obdobiach. V záujmovom území, ktorým bola oblasť Chopok-Jasná, bol napr. zistený nárast rozlohy deštruovaných plôch až o 6 ha a výrub 36 ha lesa.

Databázy krajinej pokrývky vytvorené na základe ortofotomáp predstavujú vhodný zdroj

aktuálnych a polohovo presných údajov o krajine, využiteľných pre potreby krajinného plánovania a správy chránených území.

Literatúra:

1. ČERŇANSKÝ, J. – KOŽUCH, M. (2001): Monitorovanie zmien národného parku Nízke Tatry metódami digitálnej fotogrametrie, *Geodetický a kartografický obzor*, č. 8 – 9, s. 242 – 249
2. FERANEC, J. – OŤAHEL, J. (1999): Mapovanie krajinej pokrývky metódou CORINE v mierke 1 : 50 000, návrh legendy pre krajiny programu PHARE, *Geografický časopis*, 51, č.1, s. 19 –36
3. FERANEC, J. et al. (2000): Inventory of major landscape changes in the Czech Republic, Hungary, Romania and Slovak Republic 1970s - 1990s, *JAG, Volume 2, Issue 2*, p. 129 – 139
4. HREŠKO, J. – BOLTÍŽIAR, M. – BUGÁR, G. (2003): Spatial structures of geomorphic processes in high-mountains landscape of the Belianske Tatry Mts., *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 22, Supplement 2/2003, p. 341 - 348
5. Katalóg objektov ZB GIS 10/2004 (<http://topu.army.sk/ine/katalog/ko04.pdf>)
6. KOREŇ, M.,st. – KOREŇ, M.,ml. (1995): Teoretické východiská a princípy projektu monitorovania prírodného prostredia TANAP, *Ochrana prírody*, roč.13, s.293 – 309
7. MIČIETOVÁ, E. – BOROŠ, R. (2004): Integrity and Interoperability of GIS Data Model for Water Protection According to Water Framework Directive, *Meteorologický časopis*, roč.7, č.1, s. 25 - 37
8. MIDRIAK, R. (1983): Morfogenéza vysokých pohorí, VEDA, Bratislava, 516 s.
9. MIDRIAK, R. (1996): Krajinnoeekologická únosnosť vysokohorských oblastí na báze hodnotenia dynamiky povrchových procesov, *Acta Facultatis Ecologiae*, Vol. III., Zvolen, s. 166 –173
10. MICHALKA, Juraj (2001): Monitorovanie zmien krajiny v oblasti NAPANT, lokalita Chopok - Jasná, Diplomová práca, Prif UK, Katedra kartografie, GIS a DPZ, Bratislava, 52 s.
11. STANKOVÁ, Hana (2002): Hodnotenie zmien krajinej pokrývky v oblasti Chopok - Jasná metódami digitálnej fotogrametrie, Diplomová práca, Prif UK, Katedra kartografie, GIS a DPZ, Bratislava, 105 s.

Adresa autora:

Mgr. Hana Stanková

Katedra kartografie, geoinformatiky a diaľkového prieskumu Zeme, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina 1, 842 15, Bratislava

email: stankova@fns.uniba.sk