
GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

59

2007

4

Vladimír Falt'an, Martin Saksa***

ZMENY KRAJINNEJ POKRÝVKY OKOLIA ŠTRBSKÉHO PLESA PO VETERNEJ KALAMITE V NOVEMBRI 2004

V. Falt'an, M. Saksa: Land cover changes in the environs of Štrbské pleso after the wind disaster of November 2004. *Geografický časopis*, 59, 2007, 4, 4 figs., 39 refs.

The whirlwind of 19 November 2004 changed the environment of the impacted area for a long time. It caused great damage mainly to the forest of the Tatras National Park and the surrounding communes. The aim of this paper is to assess the changes of land cover in the environs of the Štrbské pleso lake using the CORINE Land Cover method. The research is based on interpretation of the remote sensing data and field research. The Geographical Information Systems were used for compilation of maps and presentation of data. The obtained data will be used in the process of evaluating the changes of the landscape in the stricken area. The evaluation of land cover changes provides important information for integrated environmental impact assessment and territorial planning.

Key words: land cover changes, Štrbské pleso, the Tatras National Park, wind-blown forest, CORINE Land Cover

ÚVOD

Veterná smršť 19. novembra 2004 pozmenila životné prostredie zasiahnutých oblastí na dlhé časové obdobie. Zapríčinila škody najmä v lesoch Tatranského národného parku v okolí tatranských osád. Naša práca je súčasťou riešenia projektu kladúceho si za cieľ aplikáciou veľkomierkového geoekologického

* Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Katedra fyzickej geografie a geoekológie, Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava, faltan@fns.uniba.sk

** Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, saksa@vupu.sk

terénneho výskumu a použitia moderných štatistických metód zhodnotiť zmeny vybraných relevantných parametrov krajinného systému v zasiahnutom území. Výskum pomôže komplexne charakterizovať príčiny, následky a navrhnúť vybrané riešenia smerujúce k zlepšeniu ekologickej stability územia.

Príspevok si kladie za cieľ charakterizovať zmenu priestorovej štruktúry krajinej pokrývky v okolí Štrbského plesa následkom veternej kalamity a popísať jej aktuálny stav. Riešené územie reprezentuje oblasť smrekových lesov poškodenú úplne, čiastočne a takisto porasty bez narušenia. Tieto informácie budú využité pre následné hodnotenie zmien krajinného systému v území postihnutom kalamitou. V našej práci používame metodiku CORINE Land Cover (CLC) spojenú s interpretáciou dát získaných diaľkovým prieskumom Zeme a terénnym mapovaním. Problematike výskumu krajinej pokrývky v rámci projektu CORINE sa venovali nasledovné štúdie: Feranec a Oťahel' (1992, 1999 a 2001), Heymann et al. (1994), Büttner et al. (1998), Oťahel' et al. (2003), Feranec et al. (2004), Falt'an (2005) a práce ďalších autorov. Výskumu „vzoriek“ priestorovej štruktúry krajiny a ich hodnoteniu sa zo zahraničných autorov venovali napríklad Gardner a O'Neill (1991), Forman (1995) a Fjellstad et al. (2001). Oťahel' a Feranec (2006) prinášajú prehľad vývoja mapovania využitia krajiny v kontexte Slovenska. V súčasnej dobe sa problematike výskumu krajinej pokrývky a využitia zeme venujú tiež Petrovič (2004) a Kopecká (2005 a 2006). Zmenami krajinej pokrývky sa zaoberajú Oťahel' et al. (2004), Feranec et al. (2006 a 2007). Zo zahraničných autorov sa tematike hodnotenia zmien krajinej pokrývky venujú napr. Haines-Young a Weber (2006) a Kuemmerle et al. (2006).

Štúdiom zmien krajinej štruktúry a krajinej pokrývky vo vysokohorských častiach Slovenska, využitím údajov diaľkového prieskumu Zeme (DPZ) a geografických informačných systémov (GIS) sa zaoberal Boltižiar (2002 a 2004). Priestorovú štruktúru fluvialnej krajiny skúmali Grešková a Lehotský (2004). Charakteristiku zmien krajinej pokrývky oblasti Štrbské Pleso – Pastierske v rokoch 1950-2000 spracovali Halada a Bugár (2006). Aplikáciou ortofotomáp pre potreby sledovania a hodnotenia zmien vysokohorskej krajiny sa zaoberali Černanský et al. (2003), zmenami a mapovaním zmien priestorovej štruktúry vysokohorskej krajiny vo veľkej mierke v lokalitách Predných Medôdolv v Belianskych Tatrách a Spáleniska pod Slavkovským štítom vo Vysokých Tatrách sa zaoberal Boltižiar (2007).

METÓDY A POUŽITÉ ÚDAJE

Krajinná pokrývka (land cover) ako materiálny prejav prírodných a sociálno-ekonomických procesov a jej identifikácia je primárna a nevyhnutná podmienka pre analýzu využitia krajiny, príčin a konzekvencií využitia, hodnotenia vplyvu človeka na krajinu, ako aj riešenia problému ekologickej stability (Feranec a Oťahel' 1999).

Pre veľkomierkový výskum krajinej štruktúry je dôležité získať materiály diaľkového prieskumu Zeme v mierke relevantnej k používaným podkladovým mapám. Na prvotné identifikovanie tried krajinej pokrývky pred veternou kalamitou a ich hraníc pomocou vizuálnej (analogovej) interpretácie boli využité farebné letecké snímky s rozlíšením 0,5 m z roku 2003. Na ich základe sme určili jednotlivé vzorky (patterny) krajinej pokrývky s charakteristickou textúrou

podľa legendy. Zmeny priestorovej štruktúry krajiny po kalamite dokumentuje atlas aktuálnych farebných leteckých ortofotomáp (Vysoké Tatry – atlas ortofotomáp 1:15 000, 2006).

Prípravnú etapu zahŕňalo získanie a štúdium digitálnych farebných leteckých snímok. Tvorba jednotlivých máp krajinej štruktúry pred a po kalamite sa realizovala v počítačovom prostredí softwaru ArcView 3.3 od firmy ESRI[®] a spočívala v nasledujúcich krokoch:

1. identifikácia jednotlivých prvkov krajinej štruktúry pomocou analógovej (vizuálnej) interpretácie digitálnych farebných leteckých snímok pred a po kalamite,
2. digitalizácia priestorových údajov (jednotlivých prvkov krajinej štruktúry – KŠ) metódou „on screen“ na základe analógovej interpretácie ortofotomáp, ktorou vznikla vektorová vrstva jednotlivých areálov KŠ. Digitalizácia prebiehala v mierke 1:5 000 a výsledné mapy KŠ sú v mierke 1:25 000 bez akejkoľvek generalizácie,
3. mapa zmien krajinej štruktúry (obr. 4) bola vytvorená naložením (*overlay*) obidvoch vytvorených vrstiev KŠ pred a po kalamite,
4. plochy jednotlivých prvkov krajinej štruktúry a absolútne hodnoty zmien krajinej štruktúry boli vypočítavané prostredníctvom funkcie *Calculate*.

Postupom tvorby máp krajinej pokrývky v prostredí GIS s využitím produktov diaľkového prieskumu Zeme sa venoval vo svojej práci napr. Boltížiar (2003). Pre mapy CORINE Land Cover v mierke 1:50 000 sa udáva bežne veľkosť najmenšieho identifikovaného areálu 4 ha (Feranec a Oľahel' 1999), napr. štvorec na mape 4×4 mm. Textúrne charakteristiky, najmä tónová premenlivosť a priestorové rozloženie bodkových, pásových a škvrnitých zložiek textúry nám poslúžili na asociovanie príbuzných identifikovaných areálov do hierarchicky usporiadaných skupín.

Hranice jednotlivých areálov a ich zatriedenie boli aktualizované počas vlastného terénneho mapovania a prácou s mapami v mierke 1:25 000. Pre potreby nášho výskumu zmien krajinej pokrývky po veternej kalamite 19. 11. 2004 sme použili informácie charakterizujúce 3. úroveň krajinej pokrývky a pri relevantných aj vybrané charakteristiky tried 4. úrovne CLC. Pri identifikácii jednotlivých tried 3. úrovne krajinej pokrývky sme sa riadili podľa charakteristík morfoštruktúrnych a fyziognomických znakov (ktorými sa od seba jednotlivé areály odlišujú), diferencujúcich vnútornú heterogenitu tried 2. úrovne (Feranec a Oľahel' 1999). Toto členenie rešpektuje najmä morfoštruktúrne a fyziognomické znaky aj teritoriálne špecifiká a bude vhodným podkladom pre hodnotenie zmien krajinej pokrývky.

V kamerálnej časti pracovného postupu sme sa zamerali na konečné zatriedenie mapovaných areálov do hierarchickej štruktúry v rámci jednotlivých tried CLC pre strednú Európu. Spracovali sme charakteristiky typologických jednotiek krajinej pokrývky záujmového územia a ich priestorovú štruktúru zobrazili v prostredí GIS (s využitím programu ArcView GIS 3.3). Výsledné mapy tvoriace podklad pre ďalšie analýzy sme vytvorili v mierke 1:25 000. Absolútne a relatívne hodnoty zmien krajinej pokrývky uvádzame v tabuľke 1.

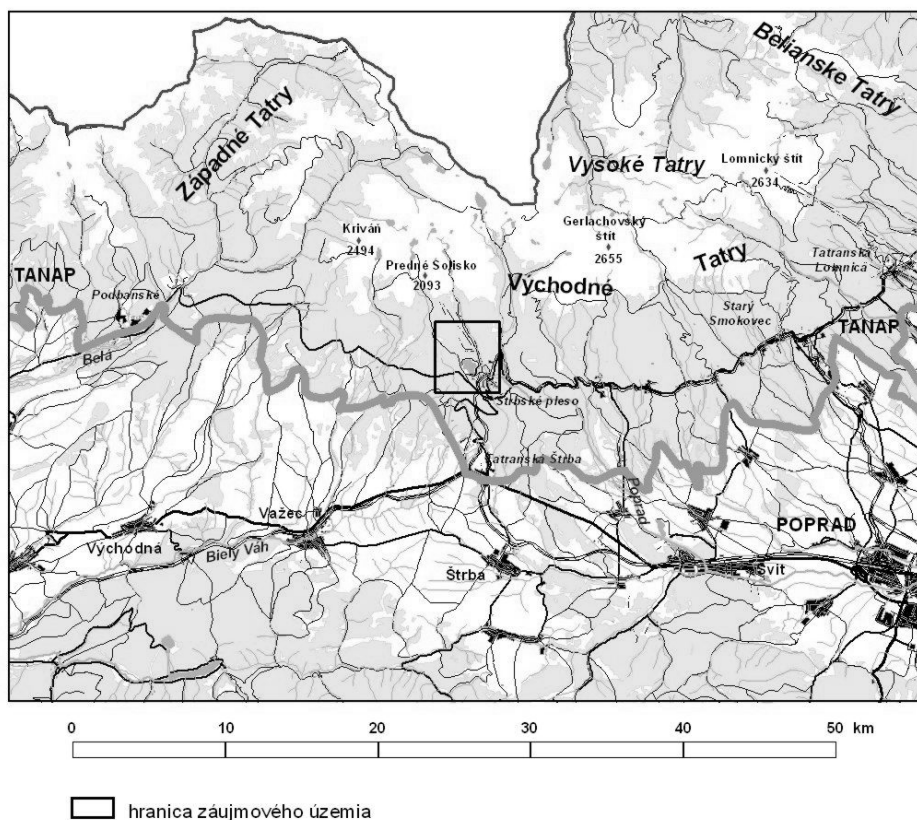
Tab. 1. Štatistické charakteristiky zmien krajinnej pokrývky (KP) okolia Štrbského plesa po veternej kalamite

Katégorie KP pred kalamitou	Rozloha pred kalamitou (m ²)	Počet areálov	Podiel z celkovej rozlohy v %	Katégorie KP po kalamite	Rozloha po kalamite (m ²)	Počet areálov	Podiel z celkovej rozlohy v %
nesúvislá sídelná zástavba	230 503	20	3,7	nesúvislá sídelná zástavba	217 200	20	3,7
cestná sieť a príľahlé areály	78 173	5	1,2	cestná sieť a príľahlé areály	78 173	5	1,2
železničná sieť a príľahlé areály	14 580	1	0,2	železničná sieť a príľahlé areály	14 580	1	0,2
areály športu a zariadení voľného času	178 511	4	2,8	areály športu a zariadení voľného času	178 511	4	2,8
lúky a pasienky	74 630	14	1,2	lúky a pasienky	74 630	14	1,2
ihličnaté lesy	4 892 654	17	76,1	ihličnaté lesy	2 263 130	25	35,9
				ihličnaté lesy s lokálnymi rúbaniskami	967 379	18	15,2
				rúbaniská úplné	1 207 413	10	19,1
				rúbaniská so stojacimi stromami	602 216	17	9,6
prechodné lesokroviny	353 432	13	7,2	prechodné lesokroviny	219 251	11	3,5
porasty kosodreviny	239 173	2	3,8	porasty kosodreviny	239 173	2	3,8
skaly	3 787	1	0,1	skaly	3 787	1	0,1
mokrade	16 921	3	0,3	mokrade	16 921	3	0,3
vodné plochy	217 200	3	3,4	vodné plochy	217 200	3	3,4
spolu	6 299 564	83	100,0	spolu	6 299 564	134	100,0

FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA

Zájmové územie sa rozprestiera v okolí Štrbského plesa na rozhraní Podtatranskej kotliny, podcelku Tatranské podhorie a pohoria Tatry, podcelku Východné Tatry a časti Vysoké Tatry (Mazúr a Lukniš 1980). Má štvorcový tvar – 2,5 km × 2,5 km (obr. 1). Bolo vybrané z hľadiska reprezentatívnosti areálov krajinnej pokrývky a jej zmeny po veternej kalamite. Rozkladá sa v nadmorskej výške od 1 140 do 1 640 m. Južnú časť územia tvorí podhorie v okolí Štrbského plesa a do severnej časti územia zasahujú ústia Furkotskej a Mlynickej doliny, výbežok rázsochy Soliska a rázsochy vrchu Trigan (1 481 m n. m.). Z hľadiska geologickej stavby severná časť územia zasahuje do kryštalinika tatrika, tvoreného v tejto časti biotickými granodioritmi a južná časť do paleogénnej vnútro-

karpatskej panvy – Podtatranskej kotliny, budovanej flyšom – pieskovce a vápnité ilovce. Kvartér reprezentujú predovšetkým glaciálne sedimenty úpätných morén, ďalej glacifluviálne a fluviálne sedimenty.



Obr. 1. Vymedzenie záujmového územia

Z hľadiska reliéfu ide o stredne členitú vrchovinu (Tremboš a Minár 2002). Prevažujú akumulčné formy reliéfu, predovšetkým formy ľadovcovej akumulácie – morény (tzv. štrbské morény) prevažne würmského veku, menej holocénné dolinové nivy, terasy a kužele (Lukniš 1968). Územie patrí do chladnej klimateckej oblasti (C, júl. priemer teploty vzduchu $<16^{\circ}\text{C}$) a chladného horského okrsku, veľmi vlhkého (C2, júl $\geq 10^{\circ}\text{C}$ až $<12^{\circ}\text{C}$) (Lapin et al. 2002). Z hľadiska typov režimu odtoku (Šimo a Zaťko 1980) leží územie na pomedzí vysokohorskej oblasti s prechodne snehovým typom režimu odtoku (akumulácia: X-III (IV), vysoká vodnosť: IV-VII (VIII), najvyššie Q_{ma} : V-VI (VII>IV), najnižšie Q_{ma} : I-II) a stredohorskej oblasti so snehovo dažďovým typom odtoku (akumulácia: X-III (IV), vysoká vodnosť: IV-VII (VIII), najvyššie Q_{ma} : V-VI

Q_{ma} – priemerný mesačný prietok v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

(VII>IV), najnižšie Q_{ma} : I-II). Záujmovým územím preteká vodný tok Mlynica, v širšom okolí preteká Furkotský potok a rieka Poprad. V tejto časti ide o horské bystriny s prechodne snehovým typom režimu odtoku. Nachádzajú sa tu vodné plochy – Štrbské pleso, Nové Štrbské pleso a Vyšné a Nižné Smrekovické pliesko. Štrbské pleso je najväčším tatranským morénovým plesom s panvou výtopiskového typu. Nové Štrbské pleso vzniklo na umelo reštaurovanej panve, ktorú sčasti vyplňalo rašelinisko (Lukniš 1973). Územie leží na rozhraní povodií riek Poprad a Váh. Mlynica a Štrbské pleso sú súčasťou povodia rieky Poprad. Z pôdných typov dominujú podzoly modálne a humusovo-železité, sprievodné podzoly organozemné, litozeme a rankre z ľahších zvetralín kyslých hornín. Z hľadiska pôdných druhov ide predovšetkým o hlinito-piesčité až piesčito-hlinité pôdy, prevažne silno kamenité (50-75 %). Potenciálnou prirodzenou vegetáciou (Michalko et al. 1986) sú smrekové lesy čučoriedkové (*Vaccinio-Piceion*), jedľové a jedľovo-smrekové lesy (*Abietion*, *Vaccinio-Abieterion*), najvyššie položené časti zasahujú do pásma kosodreviny. Reálnu vegetáciu v severnej a východnej časti územia tvoria najmä smrekové a jedľovo-smrekové lesy, lokálne s výskytom limby, ďalej sa tu nachádzajú porasty kosodreviny a bylinné spoločenstvá brehov vodných tokov. V intraviláne Štrbského Plesa sa vyskytuje vysadená sídelná aj ruderalná vegetácia, v zamokrených depresiách vegetácia mokradí. Vegetačná pokrývka je v súčasnosti najmä v juhozápadnej oblasti skúmaného územia pozmenená vplyvom veternej kalamity z 19. 11. 2004 a v spomínanej oblasti sa nachádzajú rúbaniská. V nadväznosti na vegetáciu tu dominujú živočíšne spoločenstvá biotopov ihličnatých lesov, vyskytujú sa napr. medveď hnedý, kamzik vrchovský, murárik červenokrídly, pôtik kapcavý, orešnica perlavá.

Z hľadiska ochrany prírody a krajiny sa celé záujmové územie nachádza v Tatranskom národnom parku (TANAP). Väčšina územia zároveň zasahuje do Národnej prírodnej rezervácie (NPR) Furkotská dolina, severovýchodná časť územia aj do NPR Mlynická dolina. Neďaleko Štrbského plesa sa nachádza Prírodná rezervácia (PR) Rašelinisko.

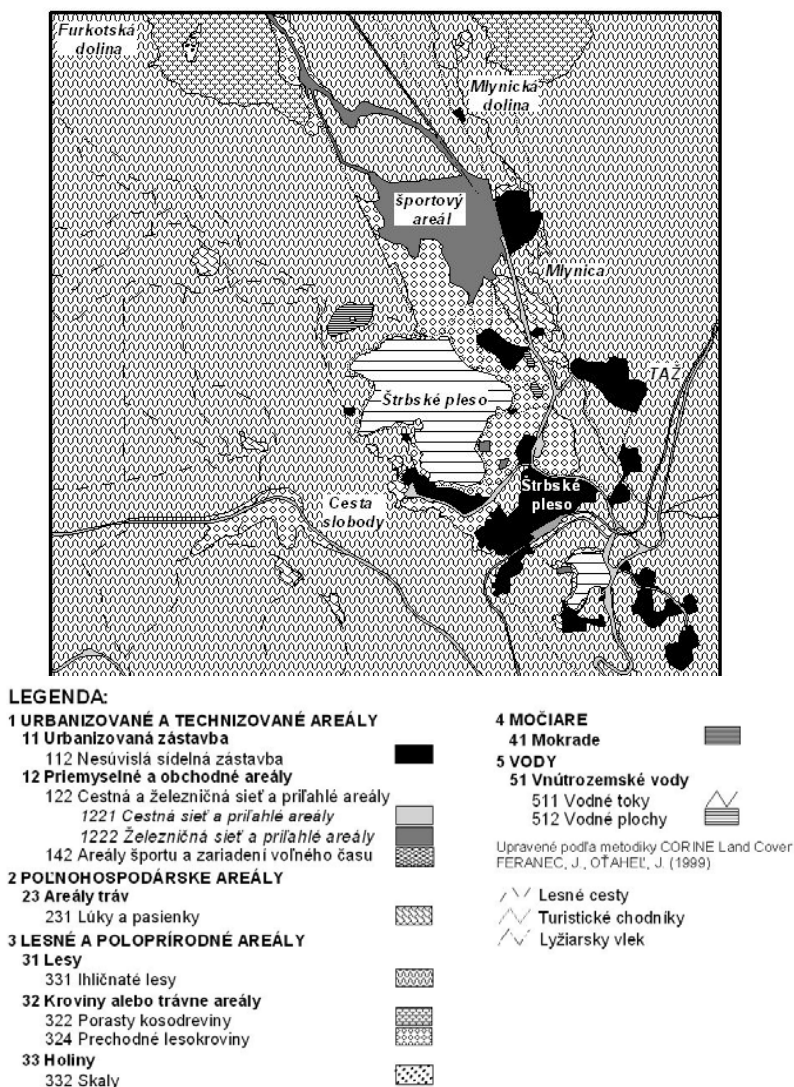
KRAJINNÁ POKRÝVKA ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA A JEJ ZMENY PO VETERNEJ KALAMITE

Pri charakteristike krajinej pokrývky okolia Štrbského plesa (záujmové územie) sme postupovali podľa metodiky CLC (Feranec et al. 1996, Feranec a Oľahel 1999), použitej tiež v prácach Faltána (2000 a 2003) a podľa účelového terénneho výskumu vykonaného v júni roku 2006 a v auguste roku 2007.

Výsledkom analýz priestorovej štruktúry krajinej pokrývky v roku 2003 je mapa krajinej pokrývky okolia Štrbského plesa pred veternou kalamitou (obr. 2), na ktorej je identifikovaných 83 areálov rozdelených do 11 typov areálov krajinej pokrývky v piatich hlavných skupinách: urbanizované a technizované areály, poľnohospodárske areály, lesné a poloprárodné areály, močiare a areály vôd. Kódy areálov v legende mapy sú uvedené v zmysle metodiky CLC z hľadiska ich ďalšieho praktického využitia.

Urbanizované a technizované areály reprezentujúce človekom najviac pretvorené časti skúmaného územia zastupujú typologické jednotky *nesúvislá sídelná zástavba* nachádzajúce sa v bližšom okolí Štrbského plesa (predovšetkým

turistické ubytovacie zariadenia a zariadenia služieb), *areály športu a zariadení voľného času*, ktoré predstavuje hlavne športový areál (skokanské mostíky, zjazdovky) severne od Štrbského plesa a nakoniec *cestná sieť a príslušné areály* (Cesta Slobody, miestne cestné komunikácie, parkoviská), *železničná sieť a príslušné areály* (Tatranská elektrická železnica, Ozubnicová železnica, železničná stanica Štrbské Pleso). Tieto areály zaberajú spolu takmer 8 % plochy záujmového územia.



Obr. 2. Krajinná pokrývka okolia Štrbského plesa pred veternou kalamitou

Pol'nohospodárske areály tvoriace časti územia využívané v procese poľnohospodárskej výroby zastupujú len trvalé trávne porasty (predovšetkým lúky), zaradené v mapovacej jednotke *lúky a pasienky*. Zaberajú len 1,2 % plochy územia.

Lesné a poloprirodné areály ako oblasti s najväčšou ekologickou stabilitou tvoriace tiež súčasť biocentier boli pred kalamitou reprezentované predovšetkým *ihličnatými lesmi* (najmä smrekovými lesmi čučoriedkovými v NPR Furkotská dolina a Mlynická dolina). Zaberali až 75 % celého územia. Ďalej to boli *prechodné lesokroviny* so 7,6 % z celkovej plochy, vyskytujúce sa prevažne v okolí sídelnej zástavby, športového areálu a v ústí Mlynickej doliny a nakoniec *porasty kosodreviny* vo vyššie položených častiach na severe záujmového územia s 3,8 %. Nepatrnú časť tvoria aj holiny – skaly.

Močiare, tvoriace významný prvok krajiny štruktúry, sú zastúpené iba dvoma areálmi mokradí (PR Rašelinisko) v blízkosti Štrbského plesa s nevýznamným plošným podielom (0,2 %).

Areály vôd, patriace k ekologicky stabilizujúcim prvkom krajiny a biokoridorom, reprezentuje líniový prvok vodný tok Mlynica, pretekajúci SV-JV smerom a predovšetkým *vodné plochy* Štrbské pleso a Nové Štrbské pleso. Spolu zaberajú 3,5 % z celkovej plochy záujmového územia.

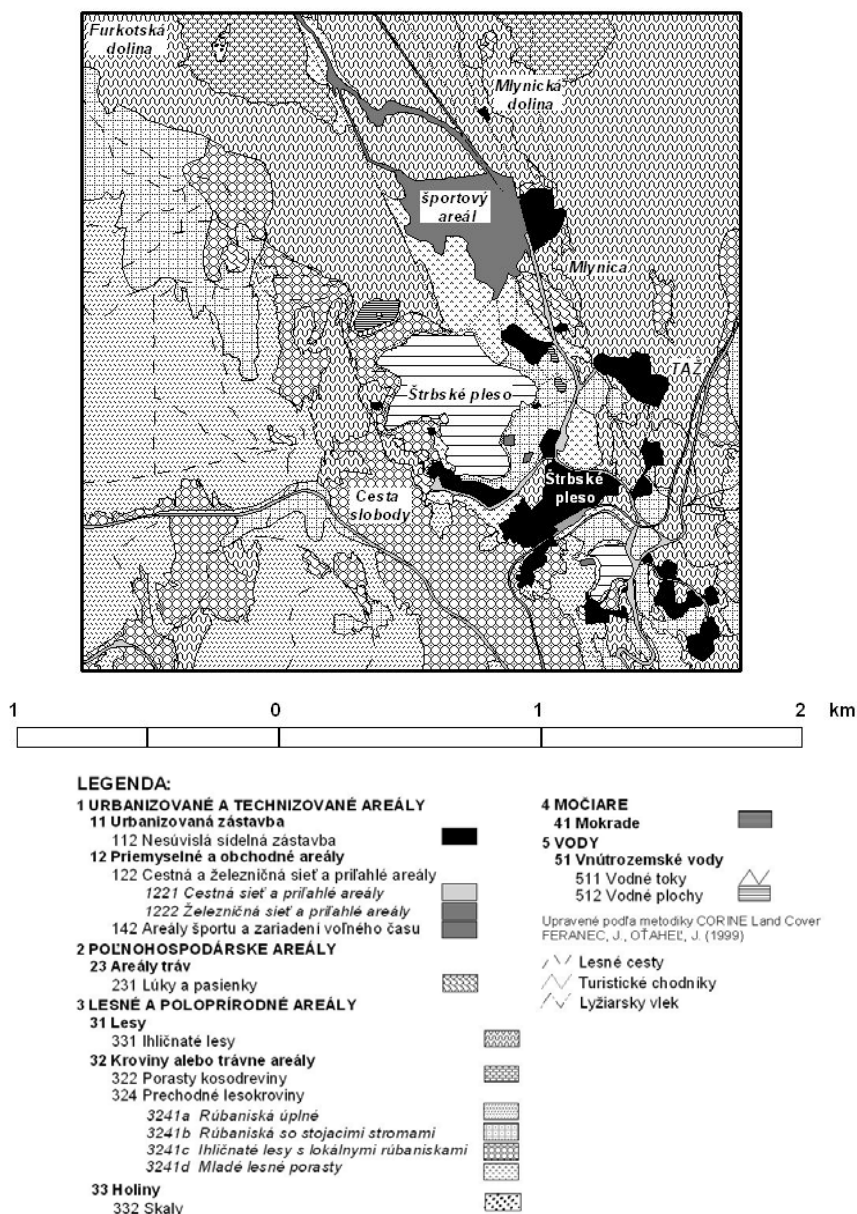
K týmto prvkom sme vzhľadom na špecifickosť záujmového územia v mape znázornili ešte tri typy lineárnych prvkov krajiny štruktúry, a to pomerne hustú sieť lesných ciest (najmä v severozápadnej časti územia), ďalej turistické chodníky (najmä v okolí Štrbského plesa) a lyžiarsky vlek na Solisko.

Priestorovú štruktúru krajiny pokrývky po kalamite znázorňuje mapa krajiny pokrývky okolia Štrbského plesa po veternej kalamite (obr. 3), jej plošné zmeny sú uvedené v tab. 1 a vyznačené na obr. 3. Bolo identifikovaných 134 areálov v 14 mapovacích jednotkách. Po veternej kalamite nastali najväčšie zmeny v rozlohe porastov *ihličnatých lesov*, ktorá sa zmenšila viac ako o polovicu (zo 76,1 % celého záujmového územia na 35,9 %).

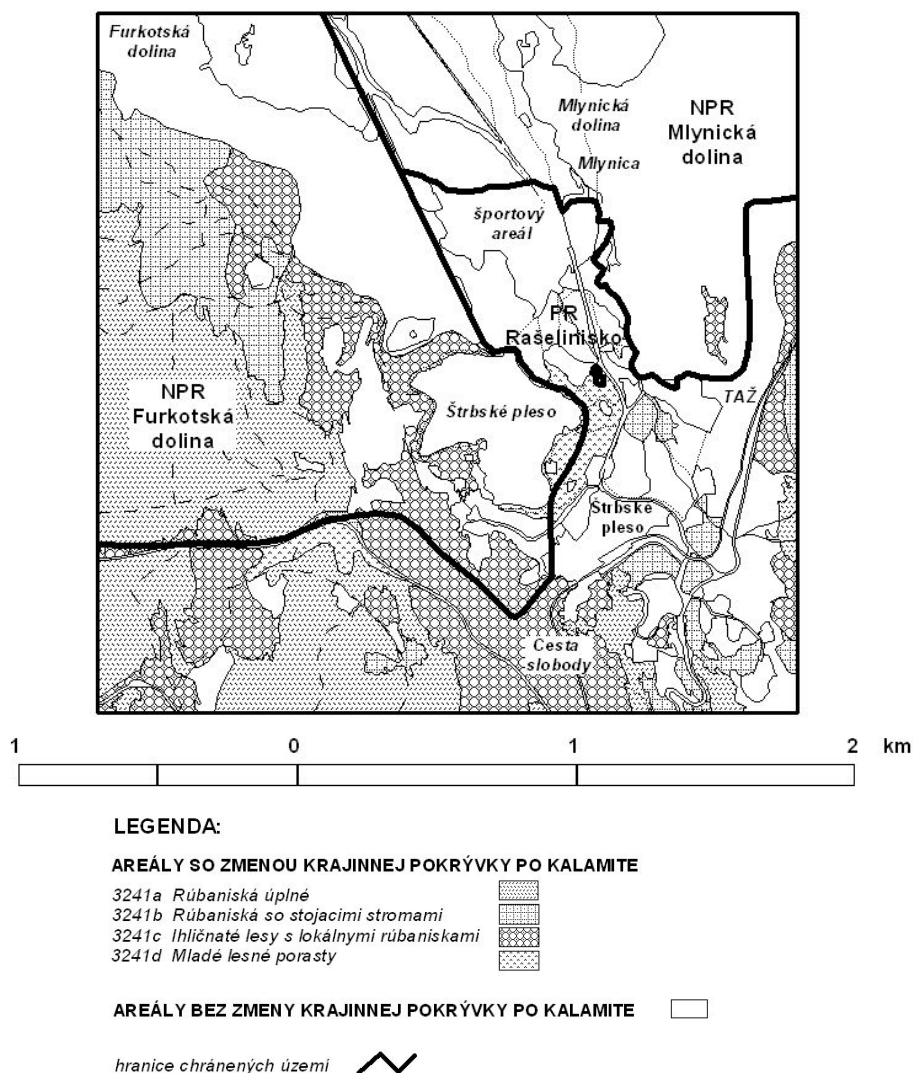
Po kalamite sa na území vyskytovali veľké plochy lesných celkov, ktoré spĺňali kritériá pre zaradenie do mapovacej jednotky CLC *poškodené lesy*, zahŕňajúcej areály lesov poškodených znečisteným ovzduším, biologickými škodcami alebo prírodnými katastrofami. Keďže naše charakteristiky zmien krajiny pokrývky územia vychádzajú z analýz ortofotomáp a terénneho výskumu z rokov 2006 a 2007 a zachytávajú súčasný stav po spracovaní prevažnej väčšiny kalamitného dreva (polomov aj vývratov), zaradili sme územie postihnutých lesných celkov k *prechodným lesokrovinám (vysadená mladina po výruboch alebo výruby, prirodzená mladina)* združujúcim podľa CLC areály prirodzenej regenerácie lesa a tiež mladiny vysadenej človekom po výruboch, požiaroch alebo prírodných katastrofách. Identifikovanú podtriedu nazývame *prirodzená a vysadená mladina po polomoch a výruboch* (3241). Prechodné lesokroviny s prevažnou bylín a tráv nazývame *rúbaniská* aj v kontexte s botanickou nomenklatúrou biotopov Slovenska (Stanová a Valachovič 2002).

Na záujmovom území sa v súčasnosti nachádzajú fragmenty aj väčšie plochy prirodzených horských smrekových lesov, najmä vo vyššie položenej severnej a východnej časti skúmaného územia v geomorfologickom celku Tatry, podcelku Východné Tatry, časti Vysoké Tatry. Ďalej sa tu vyskytujú *ihličnaté lesy*

s lokálnymi rúbaniskami (15,2 %), prevažne na kontakte medzi nepoškodenými lesmi a kalamitou poškodeným územím. Na juhovýchode územia, v oblasti zasahujúcej do Podtatranskej kotliny budovanej pieskvcami a ílovcami s výskytom sedimentov úpätných morén, fluvialných i glaci-fluvialných sedimentov sa nachádzajú rúbaniská úplné (19,1 %).



Obr. 3. Krajinná pokrývka okolia Štrbského plesa po veternej kalamite



Obr. 4. Zmena krajinej pokrývky okolia Štrbského plesa po veternej kalamite

Plocha areálov výskytu mladých lesných porastov (výsadby smrekových lesov alebo zmiešané pionierske porasty), zaradených podľa metodiky CLC k areálom *prechodných lesokrovín*, je v súčasnosti zaradená v novovytvorenej mapovacej jednotke *mladé lesné porasty* (3,5 %) a tiež jej časť postihnutá veternou kalamitou (3,7 %) je zatriedená v mapovacej jednotke *rúbaniská so stojacími stromami*. Hranice medzi mapovacími jednotkami *rúbaniská so stojacími stromami* a *ihličnaté lesy s lokálnymi rúbaniskami* boli na základe vizuálnej interpretácie stanovené podľa pokryvnosti stromovej etáže nad 50 %.

Z uvedeného vyplýva, že porasty mladých smrečín a pionierske porasty s výskytom jedincov drevín *Larix decidua*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *Populus tremula* a tiež prirodzené smrekové lesy čučoriedkové boli poškodené v menšej miere ako rovnoveké smrekové porasty. K možným dôvodom patria menšia výška jedincov stromov, ich ohybnejšie kmene a taktiež oproti smrekom rastúcim v hustom zápoji nižšie položené ťažisko. Podrobnejšie analýzy prekračujú rozsah nášho príspevku a budú súčasťou nasledujúcich etáp riešenia vedeckého projektu *Analýza zmien vybraných parametrov krajinného systému na území TANAP-u postihnutom veternou kalamitou*. Z mapy zmien krajiny pokrývky po veternej kalamite (obr. 4) je zrejmé, že porasty prirodzených smrekových lesov na svahoch s väčším sklonom v NPR Mlynická dolina, ako aj na morénových sedimentoch v okolí Štrbského plesa zasahujúce do NPR Furkotská dolina boli postihnuté menej výrazne ako smrekové kultúry v južnej časti záujmového územia.

ZÁVER

Krajinná pokrývka predstavuje materiálny prejav prírodných a sociálnoekonomických procesov prebiehajúcich v krajine. Jej identifikácia poskytuje informačnú databázu pre následné analýzy využitia krajiny i tvorbu návrhov na zlepšenie ekologickej stability. V našom príspevku charakterizujeme priestorovú štruktúru krajiny pokrývky v okolí Štrbského plesa a jej zmenu následkom veternej kalamity v novembri 2004. Riešené územie reprezentuje oblasť smrekových lesov poškodenú úplne, čiastočne aj lesné porasty bez narušenia. Pri realizácii výskumu sme použili metodiku CORINE Land Cover spojenú s interpretáciou dát získaných diaľkovým prieskumom Zeme a terénnym mapovaním.

Krajinnú pokrývku skúmaného územia pred kalamitou tvorilo 11 typov areálov zaradených do 5 hlavných kategórií: 1. urbanizované a technizované areály, 2. poľnohospodárske areály, 3. lesné a poloprárodné areály, 4. močiare, 5. vody. Po veternej kalamite nastali najväčšie zmeny v rozlohe porastov ihličnatých lesov, ktorá sa zmenšila viac ako o polovicu, z 4 892 654 m² (76,1 % celého záujmového územia) na 2 263 130 (35,9 %). Na ich mieste sa v súčasnosti nachádzajú fragmenty i väčšie plochy prirodzených horských smrekových lesov, najmä vo vyššie položenej severnej a východnej časti skúmaného územia. Ďalej sa vyskytujú ihličnaté lesy s lokálnymi rúbaniskami prevažne na kontakte medzi nepoškodenými lesmi a kalamitou poškodeným územím, kde sa nachádzajú rúbaniská úplne na juhovýchode územia, v oblasti zasahujúcej do Podtatranskej kotliny s výskytom sedimentov úpätných morén, fluviálnych i glacifluviálnych sedimentov. Celkovo sme identifikovali 134 areálov krajiny pokrývky po kalamite zaradených v 14 typoch, spolu na rozlohe 6 299 564 m².

Porasty mladých smrečín a zmiešané pionierske porasty spolu s prirodzenými smrekovými lesmi čučoriedkovými a jedľovo-smrekovými lesmi boli poškodené menej ako vysadené rovnoveké smrekové porasty vyskytujúce sa na stanovištiach s obdobnými vlastnosťami abiotického prostredia. K možným dôvodom patria menšia výška jedincov stromov, ich ohybnejšie kmene a taktiež oproti smrekom rastúcim v hustom zápoji nižšie položené ťažisko. Podrobnejšie analýzy prekračujúce rozsah príspevku budú súčasťou ďalšieho riešenia nášho vedeckého projektu.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia projektu VEGA 1/3052/06 Analýza zmien vybraných parametrov krajinného systému na území TANAP-u postihnutom veternou kalamitou.

LITERATÚRA

- BOLTIŽIAR, M. (2002). Analýza krajinej štruktúry vysokohorskej krajiny Tatier vo veľkých mierkach v prostredí GIS. *Geografické informácie*, 7, II. diel, Nitra (Katedra geografie Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa), 288-297.
- BOLTIŽIAR, M. (2003). Mapovanie a analýza vzťahu krajinej štruktúry a reliéfu vysokohorskej krajiny Tatier s využitím údajov DPZ a GIS. *Kartografické listy*, 11, 5-15.
- BOLTIŽIAR, M. (2004). Analýza zmien krajinej štruktúry Belianskych Tatier v rokoch 1949-1998 aplikáciou výsledkov DPZ a GIS. *Štúdie o Tatranskom národnom parku*, 40, 5-21.
- BOLTIŽIAR, M. (2007). *Štruktúra vysokohorskej krajiny Tatier (veľkomierkové mapovanie, analýza a hodnotenie zmien aplikáciou údajov diaľkového prieskumu Zeme)*. Nitra (Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa, Ústav krajinej ekológie SAV Bratislava, pobočka Nitra, Slovenský národný komitét pre program UNESCO Človek a biosféra).
- BÜTTNER, G., STEENMANS, CH., BOSSARD, M., FERANEC, J., KOLÁŘ, J. (1998). The European CORINE land cover database. In Büttner, G., ed. *ISPRS Commission VII on Resource and Environmental Monitoring 1996-2000*. Budapest (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing), pp. 633-638.
- ČERNÁNSKÝ, J., KOZUCH, M., STANKOVÁ, H. (2003). Sledovanie a hodnotenie zmien vysokohorskej krajiny s využitím ortofotomáp. In *Zborník z 15. kartografickej konferencie „Geoinformatizácia kartografie“*. Zvolen, 4.-5.9.2003. Zvolen (KS SR a ČR, LF TU), pp. 93-101.
- FALŤAN, V. (2000). Krajinná pokrývka okolia Borinky identifikovaná metódou Corine. *Geografické spektrum*, 2002/2, 101-106.
- FALŤAN, V. (2003). Príspevok k navrhovanej vegetácii povodia Stupavského potoka. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 42, 153-165.
- FALŤAN, V. (2005). *Veľkomierkové mapovanie vegetácie a krajinej pokrývky*. Bratislava (Univerzita Komenského).
- FERANEC, J., HAZEU, G., CHRISTENSEN, S., JAFFRAIN, G. (2007). CORINE land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia). In *Land Use Policy*, 24, 1, 234-247.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (1992). Land cover forms in Slovakia identified by application of colour infrared space photographs at scale 1:500 000. *Geografický časopis*, 44, 120-126.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (1999). Mapovanie krajinej pokrývky metódou CORINE v mierke 1:50 000: návrh legendy pre krajiny programu Phare. *Geografický časopis*, 51, 19-44.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (2001). *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava (Veda).
- FERANEC, J., OŤAHEL, J., CEBECAUER, T. (2004). Zmeny krajinej pokrývky – zdroj informácií o dynamike krajiny. *Geografický časopis*, 56, 33-47.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J., PRAVDA, J. (1996). *Krajinná pokrývka Slovenska identifikovaná metódou CORINE Land Cover*. Geographia Slovaca, 11. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- FERANEC, J., STOIMENOV, A., OŤAHEL, J., VATSEVA, R., KOPECKÁ, M., BETÁK, J., HUSÁR, K. (2006). *Changes of the rural landscape in Slovakia and*

- Bulgaria in 1990-2000 identified by application of the CORINE land cover data (case studies – Trnava and Plovdiv regions)*. In Second Workshop of the EARSeL Special Interest Group on Land Use and Land Cover: proceedings. Bonn (EARSeL), 441-454. Dostupné na: http://www.zfl.uni-bonn.de/earsel/papers/all_papers.pdf (cit: 2007-09-24).
- FJELLSTAD, W. J. et al. (2001). Heterogeneity as a measure of spatial pattern for monitoring agricultural landscapes. *Journal of Geography*, 55, 71-76.
- FORMAN, R. T. T. (1995). *Land mosaic: the ecology of landscape and regions*. New York (Cambridge University Press).
- GARDNER R. H., O'NEILL, R. V. (1991). Pattern, process and predictability: the use of neutral models for landscape analysis. In Turner, M. G., Gardner R. H., eds. *Quantitative methods in landscape ecology*. New York (Springer Verlag), pp. 289-307.
- GREŠKOVÁ A., LEHOTSKÝ M. (2004). Priestorové štruktúry riečnej krajiny. In Měkotová J., Štěrba, O., *Řiční krajina*. Olomouc (Palackého univerzita), pp. 44-51.
- HAINES-YOUNG, R., WEBER, J. L. (2006). *Land Account for Europe 1990-2000. Towards integrated land and ecosystem accounting*. EEA Report, 11. Copenhagen (EEA).
- HALADA, L., BUGÁR, G. (2006). Slovakia In Olschofsky, K., Köhler, R., Gerard, F., eds. *Land cover change in Europe from the 1950ies to 2000*. Hamburg (University of Hamburg), pp. 210-25.
- HEYMANN, Y., STEENMANS, CH., CROSSILLE, G., BOSSARD, M. (1994). *CORINE Land Cover: technical guide*. Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities).
- KOPECKÁ, M. (2005). Hodnotenie krajinej pokrývky v procese implementácie agroenvironmentálnych programov. *Geografický časopis*, 57, 163-182.
- KOPECKÁ, M. (2006). Identifikácia a hodnotenie zmien krajiny vo veľkej mierke (na príklade okolia Trnavy). *Geografický časopis*, 58, 125-148.
- KUEMMERLE, T., RADELOFF, V., C., PERZANOWSKI, K., HOSTERT, P. (2006). Cross-border comparison of land cover and landscape pattern in Eastern Europe using a hybrid classification technique. *Remote Sensing of Environment*, 103, 449-464.
- LAPIN, M., FAŠKO, P., MELO, M., ŠTASTNÝ, P., TOMLAIN, T. (2002). Klimatické oblasti. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava (Ministerstvo životného prostredia SR), Banská Bystrica (Slovenská agentúra životného prostredia), p. 95.
- LUKNIŠ, M. (1968). *Geomorfologická mapa Vysokých Tatier a ich predpolia, mierka 1:50 000*. Bratislava (Geologický ústav Dionýza Štúra, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského – Katedra fyzickej geografie).
- LUKNIŠ, M. (1973). *Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia*. Bratislava (Veda).
- MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. (1980). Geomorfologické jednotky. In Mazúr, E. et al., eds. *Atlas SSR*. Bratislava (SAV, SÚGaK), pp. 54-55.
- MICHALKO, J., BERTA, J., MAGIC, D. (1986). *Geobotanická mapa ČSSR: SSR*. Bratislava (Veda).
- OŤAHEL, J., FERANEC, J., CEBECAUER, T., HUSÁR, K. (2003). Mapovanie zmien krajinej pokrývky aplikáciou databázy CORINE Land Cover (na príklade okresu Skalica). *Kartografické listy*, 11, 61-73.
- OŤAHEL, J., FERANEC, J., CEBECAUER, T., PRAVDA, J., HUSÁR, K. (2004). *Krajinná štruktúra okresu Skalica: hodnotenie zmien, diverzity a stability*. Geographia Slovaca, 19. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- OŤAHEL, J., FERANEC, J. (2006). Výskum a mapovanie využitia krajiny: minulosť a súčasnosť v kontexte Slovenska. *Geografický časopis*, 58, 105-126.
- PETROVIČ, F. (2004). Zmeny využitia krajiny s rozptýleným osídlením. *Životné prostredie*, 38, 103-106.
- STANOVÁ, V., VALACHOVIČ, M., eds. (2002). *Katalóg Biotopov Slovenska*. Bratislava (Daphne – Inštitút aplikovanej ekológie).

- ŠIMO, E., ZAŤKO, M. (1980). Typy režimu odtoku. In Mazúr, E. et al. *Atlas SSR*. Bratislava (SAV, SUGaK), p. 65.
- TREMBOŠ, P., MINÁR, J. (2002). Morfologicko-morfometrické typy reliéfu. In *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava (Ministerstvo životného prostredia SR), Banská Bystrica (Slovenská agentúra životného prostredia), pp. 90-91.
- Vysoké Tatry – atlas ortofotomáp 1:15 000. (2006). Brno (Geodis).

Vladimír Falťan, Martin Saks a

LAND COVER CHANGES IN THE ENVIRONS OF ŠTRBSKÉ PLESO AFTER THE WIND DISASTER OF NOVEMBER 2004

On 19 November 2004, the whirlwind changed the environment of the stricken area for an indefinitely long time. Above all, it caused damage to the forest of the Tatra National Park. This contribution is part of the project involved with application of large-scale geocological field research and use of modern statistical methods for assessment of changes in selected relevant parameters of the landscape system in the windblown area. The research will make it possible to characterize causes and consequences of the calamity and to propose solutions that will improve the ecological stability of the concerned area.

This paper characterizes the spatial structure of land cover in the environs of the Štrbské pleso lake in 2003 and its change as a result of the whirlwind of November 2004. The territory in question is coated with spruce forest, which has been totally or partially damaged with some spared growths. The CORINE Land Cover methodology along with interpretation of data obtained by the remote sensing and field surveying were the methods applied.

Before the event, land cover of the study area consisted of 11 types of areas classified into five principal categories: 1. urbanized and technicized areas, 2. agricultural areas, 3. forest and semi-natural areas, 4. wetland, and 5. waters. The calamity caused the greatest changes in the area of coniferous forest, which diminished by more than a half (from 76.1 % of the total study area to 35.9 %). It was replaced by fragments or bigger areas of mountain spruce woods above all in elevated northern and eastern parts of the study area, coniferous woods with local clearings (15.2 %) prevailing on the contact between the undamaged forest and the windblown area where there are complete clearings (19.1 %) in the south-east of the territory in the area which protrudes into the Podtatranská kotlina basin with occurrence of foothill moraine sediments, fluvial and glacialfluvial sediments.

In total, 134 after-calamity land cover areas were identified, which were classified into 14 types on a total area of 6,299,564 m².

The research reveals that the young spruce woods and mixed pioneer growths with occurrence of individual specimens of *Latrix decidua*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, and natural blueberry spruce woods were less damaged than the spruce woods of the same age at sites with similar abiotic environmental properties. Possible reasons are the shorter height, more flexible trunks and lower situated centre of gravity of such specimens compared to spruce trees growing in a dense canopy. Detailed analyses exceeding the scope of this paper will be part of further project work.

Translated by H. Contrerasová