

HODNOTENIE POŠKODENIA VEGETÁCIE VETERNOU KALAMITOU NA RÔZNYCH TYPOCH GEOTOPOV V OKOLÍ DANIELOVHO DOMU (VYSOKÉ TATRY)

Vladimír Falčan, Zuzana Pazúrová*

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

Evaluation of damage caused to various types of geotopes in the surroundings of Daniel's House caused by the wind storm (High Tatras)

A strong windstorm caused great damage primarily to the forests of the Tatra National Park on 19th November 2004. It changed the environment of the affected areas for a long time. This paper presents a trial for studying the impact of the winds on real vegetation growing in various types of sites or geotopes on the basis of large-scaled geoecological, vegetation-geographical field research, remote sensing data and use of the geographical information systems. The case study was realized on a permanent research site with extracted fallen wood as a part of international ecological research on large-scale windthrow and its management. The biggest decrease of the woodland growths was observed in spruce bilberry forests on colluvial slopes.

Key words: geotopes, windthrow, vegetation change, High Tatra Mts., GIS

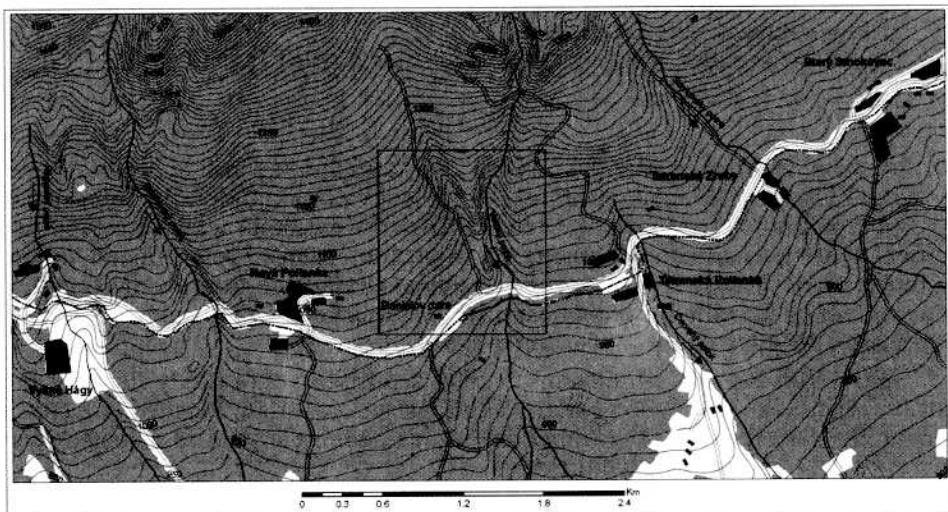
ÚVOD

Výskum vzťahov medzi prírodnými zložkami krajiny má aj v súčasnosti v geografickom výskume význam a jeho výsledky prinášajú dôležité informácie pre prax krajinného plánovania. Veterné kalamity zasahujú lesy v rôznych regiónoch Zeme, najmä v miernom až tropickom pásme. Analýza ich príčin a možných dôsledkov s využitím prostredia geografických informačných systémov (GIS) sú aktuálnymi problémami tiež v lesníckom a krajinnoekologickom výskume (Wright a Quine 1993, Wood 1995).

Silná veterná smršť 19. novembra 2004 spôsobila veľké škody najmä v lesoch Tatranského národného parku v okolí tatranských osád. Pozmenila životné prostredie zasiahaných oblastí na dlhé časové obdobie a stala sa námetom pre riešenie rôznych vedeckých projektov.

Vietor charakteru bôry vanúcej zo severo-západu cez hrebeň Tatier zasiahol najmä ich podhorie, kde boli zaznamenané aj najväčšie škody na lesoch (Balon a Maciejowsky 2005, Jankovič 2007). Aktuálne výsledky výskumu z kalamitnej oblasti boli už publikované (Fleischer a Matejka 2007, Majlingová a Ponce 2007), ale autori sa väčšinou zaoberejú len analytickým výskumom vybraných komponentov krajiny. Niektoré vedecké práce z iných regiónov (Kramer et al. 2001, Mikita et al. 2009) prinášajú do výskumov vzácnejší geosystémový prístup. Problematikou zmien vegetácie sa zaobral Senko et al. (2008). Pri skúmaní lokálnych odlišností v miere poškodenia lesov zasiahanej oblasti má nezastupiteľné miesto terénny výskum. Detailný geoekologický výskum zameraný na mieru poškodenia porastov v závislosti od stanovištných podmienok a druhového zloženia vegetácie má v tomto kontexte veľký význam. Riešenie tejto

problematiky v okolí trvalých výskumných plôch stanovených pracoviskami Štátnych lesov Tatranského národného parku Tatranská Lomnica – Jamy (plochy s nespracovaným kalamitným drevom), Danielov dom (so spracovaným kalamitným drevom), Tatranské Zruby (spracované kalamitné drevo, po požiare) a Vyšné Hágy (nepoškodený les) bolo súčasťou viacerých prác (Falfan et al. 2008, Minár et al. 2008, Minár et al. 2009). Väčšinou sa zaoberali klasifikáciou geotopov na území zasiahanutom veternov kalamitou a vzťahom ich jednotlivých komponentov k miere poškodenia lesných porastov. Najviac poškodenými typmi geotopov na celom území boli elevácie v morénach a koluválne svahy porastené smrekovými kultúrami. Najmenej boli poškodené zmiešané porasty eróznych svahov a depresií. Na základe štatistických analýz na poškodenie najviac vplýval sklon georeliéfu, jeho orientácia voči vetru a veľkosť skeletu. V ďalšom výskume sa zaoberáme podrobnejšie jednotlivými lokalitami na zasiahanutom území. Cieľom nášho príspevku je na základe mapovania a popisu typov geotopov a zmeny reálnej vegetácie po kalamite charakterizovať mieru vplyvu lokálnych stanovištných podmienok na poškodenie vegetačnej pokryvky kalamitou v oblasti Danielov dom na ploche približne 1,72 km² (obr. 1).



Obr. 1. Situačná mapa modelového územia v okolí Danielovho domu

METÓDY A POUŽITÉ ÚDAJE

Geoekologická informačná databáza bola napĺňaná v letnom období rokov 2007 a 2008 počas terénnego výskumu v okolí trvalej výskumnej plochy Danielov dom, reprezentujúcej územie Tatranského národného parku so spracovanými následkami veternej kalamity. Základnými areálmi výskumu v zmysle Minár et al. (2001) boli mapovacie jednotky krajinnej pokryvky územia uvedené v práci Falfan et al. (2008) a formy georeliéfu. V ich rámci sa nachádzali základné výskumné body, predstavujúce prostredníctvom popisu 35 tesser priestorovo najreprezentatívnejšiu charakteristiku stanovištných podmienok lokality.

Vzhľadom na finančné a personálne možnosti sa na výskumných bodoch sledovali vybrané abiotické stavové charakteristiky geosystémov, špeciálne elementárna forma, sklon a orientácia georeliéfu, nadmorská výška, pôdotvorný substrát, pôdný typ a subtyp na základe pôdnich horizontov (hrúbka, veľkosť a obsah skeletu, relatívna vlhkosť), pôdný druh, výška hladiny podzemnej vody (ak bola relevantná) a povrchová retencia. Hodnotenie zmien krajinnej pokrývky v zmysle metodiky CORINE Land Cover (Feranec a Otáhel' 1999) bolo v teréne spresnené a charakteristiky reálnej vegetačnej pokrývky boli spracované na základe metodológie mapovania biotopov (Ružičková et al. 1996, Stanová a Valachovič 2002).

Lesy Podtatranskej kotliny pod Cestou slobody zmapovali v mierke 1:10 000 Šomšák et al. (1993) a ich zatriedenie fytocenologických syntaxónov typických pre podhorie Tatier sa stalo východiskom pre našu prácu. Považujú sa za veľmi hodnotné z hľadiska analýz ich floristického zloženia a vegetačných pomerov aj napriek dávnejším lesohospodárskym zásahom do ich štruktúry. Kalamitná situácia bola reakciou lokálnych geosystémov topickej úrovne na mimoriadnu rýchlosť vetra, dosahujúcu miestami až 230 km.h^{-1} (Jankovič 2007), prejavenu vo forme polomov a vývratov. Vegetácia na rôznych typoch geotopov vďaka rozličným stanovištným podmienkam mohla na tento vplyv reagovať s odlišnou intenzitou poškodenia. Následným krokom výskumu bola klasifikácia tesser a konštrukcia mapy geotopov (elementárnych kvázi homogénnych komplexných fyzickogeografických mapovacích jednotiek, ktoré považujeme pre možný výskyt do 15 % cudzorodých geomerov a prechodných pásiakov za polymorfne), príčom ako vedúci faktor bol použitý georeliéf (Minár et al. 2001). Pôdne typy a subtypy boli zatriedované podľa Morfogenetického klasifikačného systému pôd Slovenska (Sobocká 2000).

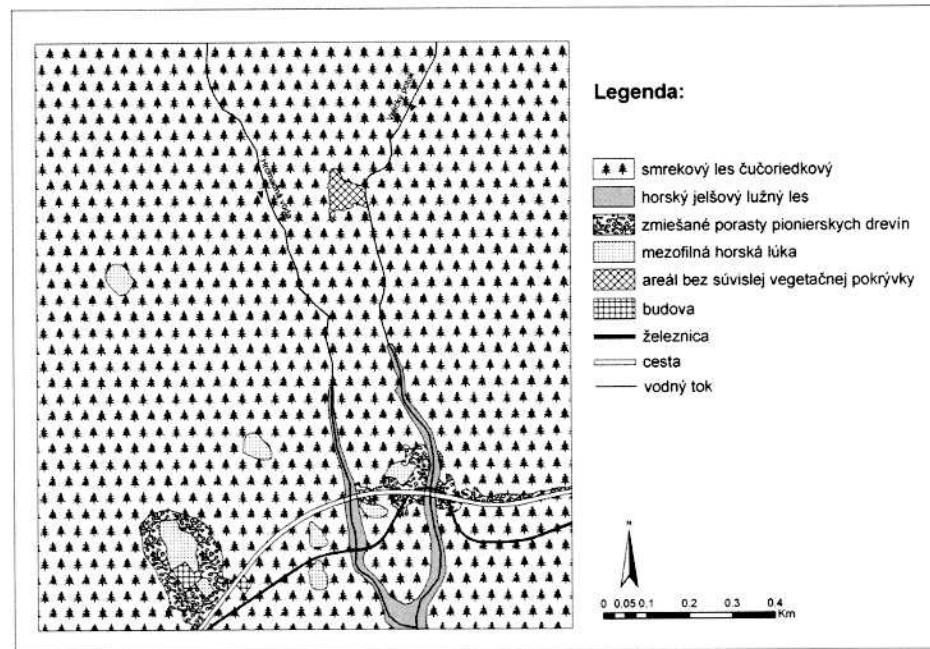
Geotop v užšom zmysle zahrňa abiotické zložky krajiny, spolu s biotopom sa integruje do ekotopu (Mičian 2008). V tomto modernom ponímaní predstavujú charakteristiky jednotlivých zložiek geotopu stanovištné podmienky rastlinných spoločenstiev. Pri vizuálnej interpretácii hraníc areálov reálnej vegetačnej pokrývky pred kalamitou sme použili farebné letecké snímky s rozlišením 0,5 m z roku 2004, zmeny priestorovej štruktúry vegetácie po kalamite dokumentuje atlas farebných leteckých ortofotomáp (Geodis 2006). Priebeh hraníc areálov vegetačnej pokrývky a ich lokalizáciu sme určovali v teréne za pomoci GPS.

Nasledovalo hodnotenie vzťahu medzi výskytom rôznych typov geotopov a mierou zmeny vegetačnej pokrývky následkom vetra. Pri evaluácii sme použili možnosti prostredia ArcGIS 9.3, kde sme na základe využitia metódy „overlay“ sledovali plošné zastúpenie areálov reálnej vegetácie a mieru jej zmeny po kalamite v jednotlivých typoch geotopov. Tento prístup s aplikáciou postupov fyzickogeografickej regionalizácie a tvorby máp reálnej vegetácie sa odlišuje od využitia klasifikačných metód regionálnej taxonómie použitych v práci Minár et al. (2008).

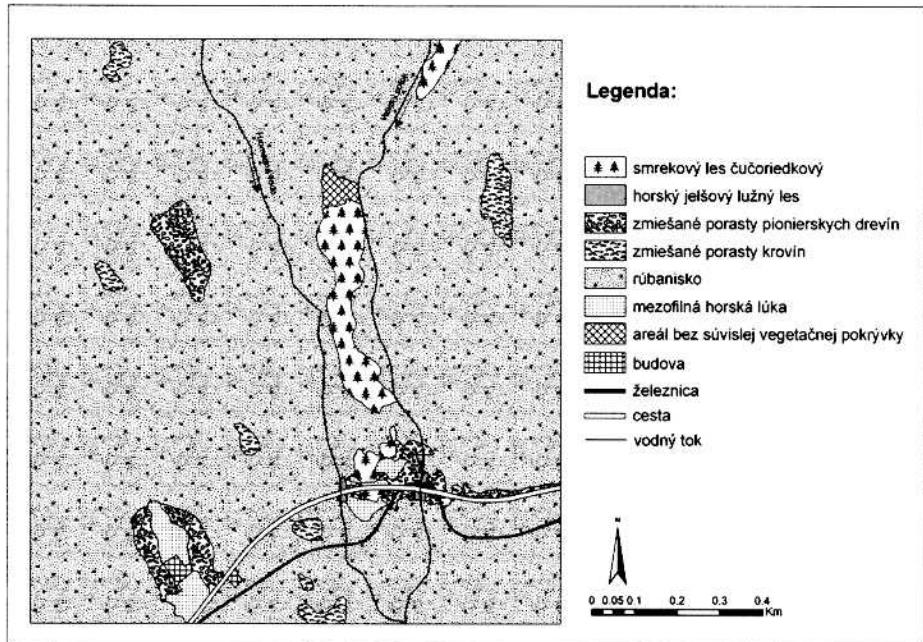
VÝSLEDKY

Vegetačná pokrývka a jej zmena po veternej kalamite

Fyziognomicky vymedzené jednotky reálnej vegetácie poskytujú základné informácie o makroekologických podmienkach územia, následný výskum výskytu jednotlivých rastlinných taxónov v teréne poskytuje informácie pre vyčlenovanie floristicko-fytocenologických jednotiek, ktoré umožňujú detailnú indikáciu rozdohujúcich stanovištných činiteľov a signalizujúce synergické závislosti. Pred veternou kalamitou v roku 2004 skúmané územie pokrývali najmä lesné spoločenstvá. Prevládali porasty smrekových lesov čučoriedkových so štruktúrou stromovej etáže ovplyvnenou najmä v južnej časti územia hospodárskou činnosťou človeka ešte v období pred zriadením Tatranského národného parku, ktoré boli vetrom najviac zasiahnuté. Lokálne sa nachádzali porasty pionierskych drevín, v blízkom okolí Danielovho domu sa vyskytovali mezofílné horské lúky a pri Velickom potoku horské jelšové lužné lesy (obr. 2). Po kalamite sa nielen výrazne zväčšilo zastúpenie ďalších typov fytotopov, ale aj rozdrobenosť jednotlivých areálov vegetačnej pokrývky. Na skúmanom území boli polomy a vývraty odstránené v roku 2005 a súčasnú reálnu vegetáciu tvoria spoločenstvá uvedené na obr. 3. Názvy rastlinných taxónov uvádzame podľa Dostála a Červenu (1991 a 1992) a rastlinných spoločenstiev na základe metodik mapovania biotopov (Ružičková et al. 1996, Stanová a Valachovič 2002). Pomenovania syntaxónov sme spracovali podľa Mucinu a Maglockého (1985).



Obr. 2. Mapa reálnej vegetácie okolia Danielovho domu pred veternej kalamitou v roku 2004



Obr. 3. Mapa reálnej vegetácie okolia Danielovho domu po veternej kalamite v roku 2009

Zachované fragmenty *horských jelšových lužných lesov* (*Piceo-Alnetum* Rubner ex Oberd. 1957) sa nachádzajú v okolí Velického potoka a Hromadnej vody, ktoré pretekajú územím na štrkovito-piesčitých až kamenistých pôdach charakteru fluvizemí. Typická pre ne je viacúrovňová stromová etáž, v podraste sa hojne uplatňujú nitrofilné a hygrofilné druhy. Dominanty stromového poschodia tvoria *Alnus incana* (jelša sivá) a *Picea abies* (smrek obyčajný), ku ktorým pristupuje *Alnus glutinosa* (jelša lepkavá). V poschodi krovín sa nachádzajú *Padus avium* (čremcha obyčajná), *Swida sanguinea* (svíb krvavý), *Sambucus nigra* (baza čierna), *Salix caprea* (vrba rakytová). Bylinné poschodie tvoria *Petasites hybridus* (deväťsil lekársky), *Stellaria holostea* (hviezidca veľkokvetá), *Rubus sp.* (rôzne druhy ostružín), *Aegopodium podagraria* (kozonoha hostcová) a ďalšie hygrofilné a nitrofilné druhy. Na vyvýšených častiach nivy sa nachádzajú *Vaccinium myrtillus* (čučoriedka obyčajná) a *V. vitis-idaea* (brusnica čučoriedková).

Smrekové lesy čučoriedkové (*Eu-Vaccinio-Piceenion* Oberd. 1957) pokrývajú najvyššie položenú časť záujmového územia. Prirodzená štruktúra tohto klimazonálneho spoločenstva je narušená vplyvom lokálneho postihnutia veternovou kalamitou a lesohospodárskymi opatreniami. Vyskytujú sa tu suché neolistené kmene smreka napadnuté podkôrnym hmyzom. Stromové poschodie s monodominantným *Picea abies* (smrek obyčajný) dopĺňa *Larix decidua* (smrekovec opadavý). Lokálne sa vyskytujú *Sorbus aucuparia* (jarabina vtáčia) a *Pinus syl-*

vestris (borovica lesná). Krovinné poschodie s jedincami smreka je menej vyvinuté. V druhovo chudobnom bylinnom podraste dominuje *Vaccinium myrtillus* (brusnica čučoriedková), *V. vitis-idaea* (b. obyčajná), ďalej nájdeme *Polygonatum verticillatum* (kokorik praslenatý), *Oxalis acetosella* (kyslička obyčajná), *Luzula sylvatica* (chlpaňa lesná), *Deschampsia flexuosa* (metluška krivoľáčka), *Calamagrostis villosa* (smlz chlpatý), *Soldanella montana* (soldanelka horská) a *Lycopodium annotinum* (plavúň pučivý).

Rastlinné spoločenstvá zmiešaných lesov na území tvoria *zmiešané porasty pionierskych drevín*, ako sukcesné štádiá lesa s výskytom stromov aj krov, tiež v okolí pramenísk a podmáčaných depresií. Majú nepravidelný zápoj korún a nerovnakú vekovú štruktúru. Zloženie sú prevažne zo svetlomilných stromov, krov a bylín s veľkým množstvom semien. Predstavujú vývojovú fázu prípravného lesa, v tieni ktorého sa vyvíjajú jedince dlhovekých a tieňomilných druhov klimaxových spoločenstiev. V stromovom poschodi sa mozaikovite vyskytujú *Betula pendula* (breza previsnutá), *Populus tremula* (topoľ osikový), *Salix caprea* (vrba rakytnová), *Sorbus aucuparia* (jarabina vtáčia) a tiež ihličnaný z okolitých porastov. Na miestach so zamokrenou pôdou (aj ako líniové porasty v okolí Tatranskej elektrickej železnice a Cesty slobody) sa lokálne vyskytujú porasty s dominanciou *Alnus incana* (jelša sivá) s charakterom podsvahových jelšíň (*Corylo-Alnetum incanae*). V krovinnom poschodi nájdeme mladé jedince uvedených stromov a tiež *Corylus avellana* (lieska obyčajná), *Juniperus communis* (borievka obyčajná), *Sambucus nigra* (baza čierna), *S. racemosa* (b. červená). Bylinné poschodie tvoria druhy horských lúk a pasienkov predchádzajúceho sukcesného štadia, vyskytuje sa tu *Vaccinium myrtillus* (brusnica čučoriedková), *Paris quadrifolia* (vranovec štvorlistý), *Dryopteris filix-mas* (paprad' samčia), *Rubus idaeus* (ostružina malinová), *R. fruticosus* (o. černicová), *Luzula sylvatica* (chlpaňa lesná), *L. pilosa* (ch. chlpatá), *Vaccinium vitis-idaea* (brusnica obyčajná) a *Urtica dioica* (prihláva dvojdómá).

Zmiešané porasty krovín predstavujú sukcesné štádium predchádzajúce spomínamej mapovacej jednotke. V krovinnom poschodi okrem *Corylus avellana* (lieska obyčajná), *Juniperus communis* (borievka obyčajná), *Sambucus nigra* (baza čierna) na presvetlených miestach nájdeme mladé rastliny *Picea abies* (smrek obyčajný), *Abies alba* (jedľa biela) a *Betula pendula* (breza previsnutá). Tiež sa vyskytujú druhy bylinného poschodia typické aj pre zmiešané porasty pionierskych drevín a mezofilných horských lúk.

Rúbaniská (*Sambuco-Salicion capraeae* R. Tx. et Neumann in R. Tx 1950) predstavujú článok v človekom ovplyvňovanej sukcesii medzi otvorenými spoločenstvami vzniknutými spracovaním kalamity a lesnou mladinou. Bylinný podrast zodpovedá edafickým podmienkam a druhovému zloženiu okolitých lesov. Na sledovanom území sa v súčasnosti vyskytujú rúbaniská na 54,5 % plochy. V pôdnej pokrývke prevládajú kambizeme podzolové až podzoly kambizemné. V lokálne vyvinutom krovitom a stromovom poschodi sa mozaikovite vyskytujú *Larix decidua* (smrekovec opadavý), *Picea abies* (smrek obyčajný), spolu s pionierskymi taxónmi *Betula pendula* (breza previsnutá), *Sorbus aucuparia* (jarabina vtáčia), ďalej sa vyskytujú kroviny *Sambucus nigra* (baza čierna), *S. racemosa* (b. červená), *Salix caprea* (vrba rakytnová). V bylinnom poschodi nájdeme charakteristické druhy *Chamaerion angustifolium* (kyprina úzkolistá, synonymum *Chamaenerium angustifolium* (vŕbka úzkolistá, vytvárajúca

typický letný aspekt s ružovými kvetmi), *Calamagrostis villosa* (smlz chlópkatý), *Vaccinium myrtillus* (čučoriedka obyčajná), *Athyrium filix-femina* (papradka samčia), *Rubus idaeus* (ostružina malinová), *R. hirtus* (o. srstnatá), *Calamagrostis epigeios* (smlz kroviskový), ku ktorým sa pripájajú *Tussilago farfara* (podbel' liečivý), *Fragaria vesca* (jahoda obyčajná), *Trifolium repens* (d'atelina plazivá), *Melampyrum sylvaticum* (čermel' lesný) a *Oxalis acetosella* (kyslička obyčajná), *Luzula sylvatica* (chlpaňa lesná), *Maianthemum bifolium* (tôňovka dvojlistá), tiež sú tu prítomné niekoľkoročné jedince stromov.

Mezofilné horské háky (*Polygalo-Cynosureion* Jurko 1974) sa nachádzajú najmä v okolí objektov horárne. V bylinnom poschodi sa objavujú *Agrostis tenuis* (psinček obyčajný), *Briza media* (traslica prostredná) *Anthoxanthum odoratum* (tomka voňavá), *Nardus stricta* (psica tuhá), *Deschampsia flexuosa* (metlica krivočaká), *Alchemilla xanthochlora* (alchemilka žltozelená), *Leucanthemum vulgare* (margareta biela), *Lotus corniculatus* (l'adenec rožkatý), vyskytujú sa tiež *Campanula patula* (zvonček konáristý), *C. glomerata* (z. klobukatý), *Bromus mollis* (stoklas mäkký), *Daucus carota* (mrkva obyčajná), *Achillea millefolium* (rebríček obyčajný), *Trifolium pratense* (d'atelina lúčna), *Bellis perennis* (sedmokráska obyčajná), *Prunella vulgaris* (černohlávok obyčajný), *Carlina acaulis* (krasovlas bezbyľový), *Potentilla erecta* (nátržník vzpriamený), *Agrimonia eupatoria* (repik lekársky), *Colchicum autumnale* (jesienka obyčajná), *Thymus pulegioides* (dúška vajcovitá), *Ranunculus repens* (iskerník plazivý), *Vicia cracca* (vika vtáčia), *Euphrasia rostkoviana* (očianka Rostkovova), *Primula veris* (prvosenka jarná), *Hypericum maculatum* (ľubovník škvŕnity).

V záujmovom území sa lokálne nachádzajú aj rôzne ruderálne spoločenstvá (na celkovej ploche približne $0,032 \text{ km}^2$, t. j. 1,41 %) s výskytom bylinných taxónov a tráv, ktoré neboli kalamitou poškodené, alebo plochy bez vegetácie. Reprezentujú ich odkryv, budovy, cestná a železničná sieť. Pri cestných a železničných komunikáciách ($0,015 \text{ km}^2$, t. j. 0,87 %) sa nachádzajú spoločenstvá okrajov ciest (*Lolio-Plantaginetum majoris* Beger 1930) prispôsobené na mechanické poškodenie a zošľapávanie s charakteristickými druhami *Lolium perenne* (mätonoh trváci), *Plantago major* (skorocel väčší), d'alej tu možno nájsť *P. media* (s. prostredný), *Potentilla anserina* (nátržník husí), *P. reptans* (nátržník plazivý), *Tanacetum vulgare* (púpava lekárska), *Tussilago farfara* (podbel' liečivý), *Polygonum aviculare* (stavíkra vtáči). Areály bez súvislej vegetačnej pokrývky sa vyskytujú na antropogénnych odkryvoch.

Hodnotenie miery poškodenia porastov rôznych typov geotopov

Zmeny vegetačnej pokrývky po veternej kalamite a následnom spracovaní drevnej hmoty sme sledovali na ploche približne $1,72 \text{ km}^2$ reprezentujúcej všetky relevantné typy geotopov a reálnej vegetácie v okolí Danielovho domu. V záujmovom území sme identifikovali 11 typov polymorfných geotopov (tab. 1 a obr. 4). Vedúcim faktorom pri ich vyčleňovaní na základe analýzy topografickej mapy bola forma georeliéfu, pričom hranice konkrétnych areálov sa viedli s pomocou inflexných bodov vrstevníc. Charakterizovali sme potenciálnu prirodzenú vegetáciu, pričom aktuálne rôzne využívanie areálu jedného typu geotopu považujeme za antropogénny topovariant geotopu (Mičian 2008).

K ďalším relevantným informáciám o komponentoch krajiny patrili najmä orientácia a sklon georeliéfu, pôdny typ a subtyp, pôdny druh, pôdotvorný substrát, prípadne výška hladiny podzemnej vody.

Pri analýzach zmien vegetačnej pokrývky rôznych geotopov na základe fyziognómie porastov sme vychádzali zo stavu v roku 2004 a aktuálnej situácie v roku 2009 (tab. 2). Pred veternov kalamitou zaberali porasty smrekových lesov čučoriedkových $1,597 \text{ km}^2$ (93,01 %) územia, po kalamite sa vyskytujú len na $0,051 \text{ km}^2$ (2,90 %). Horské lužné lesy rastli približne na $0,032 \text{ km}^2$ (1,90 %), po kalamite pokrývajú necelých $0,002 \text{ km}^2$ (0,10 %). Zmiešané porasty pionierskych drevín zväčšili svoju plochu z $0,040 \text{ km}^2$ (2,35 %) na $0,051 \text{ km}^2$ (2,97 %). Vplyvom prebiehajúcej sukcesie a tăžby dreva sa mierne zmenšila plocha lúk z $0,022 \text{ km}^2$ (1,33 %) na $0,021 \text{ km}^2$ (1,25 %). Ruderálne porasty pri komunikáciách, plochy pri budovách a odkryvoch zaberajúce spolu $0,032 \text{ km}^2$ neboli veternov kalamitou narušené. Po kalamite a tăžbe dreva vznikli v okolí Danielovho domu rúbaniská s plochou $1,542 \text{ km}^2$ (89,77 %) a sukcesné štadiá krovinných porastov $0,027 \text{ km}^2$ (1,60 %).

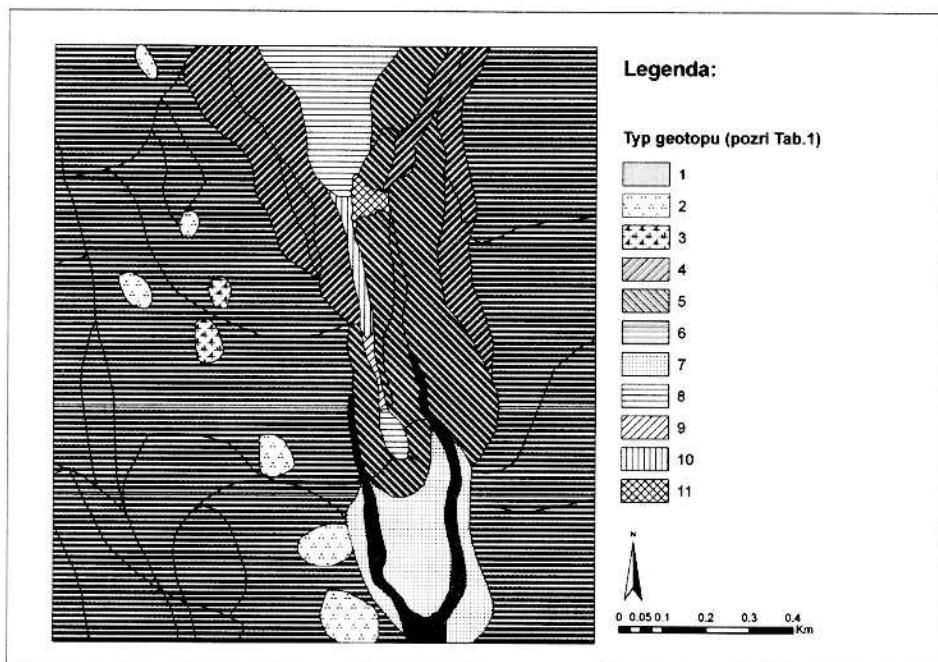
Tab. 1. Vybrané charakteristiky typov geotopov okolia Danielovho domu

Typ geotopu	Forma reliéfu	Pôdny subtyp*	Potenciálna prirozená vegetácia
1	niva	FMM	horské jelšové lužné lesy
2	depresia	KMg	smrekové lesy čučoriedkové alebo smrekové lesy zamokrené
3	pramenisko/depresia	OMq	smrekové lesy zamokrené
4	erózno-denudačný svah	KMp	smrekové lesy čučoriedkové
5	erózny svah	RNp	smrekové lesy čučoriedkové
6	koloviálny svah	KMp	smrekové lesy čučoriedkové
7	glacifluviálny kužeľ	RNp/KMp	smrekové lesy čučoriedkové
8	plošinka	KMp	smrekové lesy čučoriedkové
9	sedlo	KMp	smrekové lesy čučoriedkové
10	hrebeň	RNp	smrekové lesy čučoriedkové
11	odkryv	LIm	smrekové lesy čučoriedkové

* FMM – fluvizem modálna, KMg – kambizem pseudoglejová, OMq – organozem glejová, KMp – kambizem podzolová, RNp – ranker podzolový, LIm – litozem modálna

V ďalšom texte sa venujeme rozdielom v poškodení uvedených pôvodne sa vyskytujúcich mapovacích jednotiek reálnej vegetácie. Porasty horských *jelšových lužných lesov* sú viazané na nivy a po veternej kalamite sa ich plocha zmenšila 19-násobne, dná dolín boli vystavené silným náporom vzduchových hmôt prúdiacich z okolitých svahov. *Smrekové lesy čučoriedkové* úplne vymizli z geotopov depresií, kde sa sporadicky vyskytovali. Najväčšiu plochu (63 % ce-

lého územia) pokrývali na koluviaľných svahoch, kde sa plocha porastená smrečinami zmenšila 2 100-násobne. Menšie úbytky plochy lesných porastov boli v geotopoch eróznych (7-násobne) a erózno-denudačných svahov (25-krát). Temer bez poškodenia ostali smrečiny sediel a hrebeňov.



Obr. 4. Mapa typov geotopov okolia Danielovho domu

Zmiešané porasty pionierskych drevín vďaka svojej prirodzenej skladbe, nižšej výške a väčšej pružnosti jednotlivých stromov odolali vplyvom veternej katastrofy najlepšie, minimálne zmeny plochy areálov sme zaznamenali na eróznych svahoch a glacifluviálnom kuželi. Vplyvom sekundárnej sukcesie a rozvoja pionierskych taxónov drevín na presvetlených miestach pôvodne kompaktných lesných porastov sa ich plochy zväčsili v rámci geotopov koluviaľných svahov a v súčasnosti sa nachádzajú vo fragmentoch na okrajoch nivy aj v depresiách. Lúky sa vyskytujú bez poškodenia na viacerých stanovištiach v topovariantoch geotopov eróznych, koluviaľných svahov i glacifluviálnych kužeľov, v depresiách predstavovali sukcesné štádiá lesa. V súčasnosti prevažujú v okolí Danielovho domu rúbaniská s lokálnym výskytom krovín a zmiešaných porastov pionierskych drevín. Vegetácia okolia komunikácií nebola kalamitou ovplyvnená. Relatívny úbytok (-) respektíve nárast plochy porastenej jednotlivými typmi fytoporov po kalamite v rôznych geotopoch voči celkovej ploche územia ilustruje tab. 3.

Tab. 2. Absolútne hodnoty plochy areálov reálnej vegetácie zmenených vplyvom veternej kalamity v rôznych typoch geotopov (m²)*

Typ geotopu:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Arealy reálnej vegetácie pred kalamitou:</i>											
<i>Arealy reálnej vegetácie po kalamite:</i>											
horský jelšový lužný les	32 589	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
smrekový les čučoriedkový	0	28 888	8 139	157 970	174 445	1 082 391	59 390	63 786	2 881	9 463	10 038
zmiešané porasty pionierskych drevín	0	0	0	0	651	29 919	9 778	0	0	0	0
mezofílna horská lúka	0	8 482	0	0	1 277	10 436	2 691	0	0	0	0
horský jelšový lužný les	1 786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
smrekový les čučoriedkový	0	0	0	6 340	26 289	556	1 394	360	2 852	5 021	6 928
zmiešané porasty pionierskych drevín	1 045	1 200	2 746	0	651	36 282	9 097	0	0	0	0
zmiešané porasty krovín	0	15 215	0	0	0	12 253	0	0	0	0	0
rúbanisko	29 758	20 955	5 393	151 631	148 091	1 058 744	56 211	63 426	30	4 442	3 110
mezofílna horská lúka	0	0	0	0	1 342	14 910	5 157	0	0	0	0

Tab. 3. Relatívny príastok, respektíve úbytok (-) plochy porastenej jednotkami reálnej vegetácie po kalamite v rôznych typoch geotopov* voči celkovej ploche územia (%)

Typ geotopu:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Arealy reálnej vegetácie:</i>											
<i>Arealy reálnej vegetácie po kalamite:</i>											
horský jelšový lužný les	-1,79	-1,68	-0,47	-8,83	-8,62	-62,99	-3,37	-3,69	-0,26	-0,18	
smrekový les čučoriedkový	0,06	0,07	0,16				0,37	-0,04			
zmiešané porasty pionierskych drevín	1,73	1,21	0,31	8,83	8,62	61,65	3,27	3,69	0,00	0,26	0,18
rúbanisko	-0,49					0,26	0,14				
mezofílna horská lúka											

* typy geotopov 1, 2, 3, ..., 11 uvedené v tab. 1

ZÁVER

Riešenie následkov veterných kalamít a následné premnoženie podkôrneho hmyzu je aj v strednej Európe aktuálnym problémom vďaka prebiehajúcim klimatickým zmenám. Manažment lesov v chránených územiach by mal využívať všetky dostupné podklady o prírodných zložkách krajiny a miere jej narušenia pri rozhodovaní o zonácii, lesoochranárskych opatreniach a pod. Cieľom nášho článku bolo na základe veľkomierkového mapovania, popisu typov geotopov a zmeny reálnej vegetácie po veternej kalamite v novembri 2004 charakterizovať mieru vplyvu lokálnych stanovištných podmienok na poškodenie vegetačnej pokrývky kalamitou v oblasti Danielov dom, slúžiacej ako trvalá výskumná plocha TANAP-u so spracovanou kalamitou na ploche 1,72 km².

V sledovanom území sme na základe analýz dát diaľkového prieskumu Zeme, geoekologického a vegetačnogeografického výskumu v teréne a práce s GIS identifikovali nasledujúce jednotky reálnej vegetácie vyskytujúce sa pred kalamitou: smrekové lesy čučoriedkové (ktoré boli vetrom najviac zasiahnuté), porasty pionierskych drevín, v blízkom okolí Danielovho domu sa vyskytujúce mezofilné horské lúky a pri Velickom potoku horské jelšové lužné lesy. Po kalamite sa nielen výrazne zväčšilo zastúpenie ďalších typov fytotopov, najmä rúbanísk a porastov krovín, ale aj rozdrobenosť jednotlivých areálov vegetačnej pokrývky (Kopecká a Nováček 2009). Na skúmanom území boli polomy a vývraty odstrané v roku 2005 a súčasnú reálnu vegetáciu tvoria prevažne rúbaniská.

Identifikovali sme 11 typov geotopov na základe terénneho výskumu tesser a použitia metódy vedúceho faktora: niva, plytká depresia, hlboká depresia, erózno-denudačný svah, erózny svah, koluviaľny svah, glacifluviálny kužel', plošina, sedlo, hrebeň a odkryv. Najväčší úbytok lesných porastov bol pozorovaný pri smrekových lesoch čučoriedkových. Pred veternou kalamitou zaberali porasty smrekových lesov čučoriedkových lokálne ovplyvnené lesohospodárskou činnosťou viac ako deväť desaťin sledovaného územia, po kalamite sa vyskytujú len na 2,90 % plochy. Najrozisialejšie poškodenie smrečín bolo zaznamenané na geotope koluviaľnych svahov. Horské jelšové lužné lesy boli veternou kalamitou poškodené menej. Zmiešané porasty pionierskych drevín mierne zväčšili svoju plochu. Vplyvom prebiehajúcej sukcesie a ťažby dreva sa zmenšila plocha mezofilných horských lúk. Ruderálne porasty pri komunikáciach, plochy pri budovách a odkryvoch neboli kalamitou narušené. Po ťažbe drevnej hmoty vznikli v okolí Danielovho domu rúbaniská, zaberajúce temer deväť desaťin plochy modelového územia, a sukcesné štádiá krovinných porastov. Vďaka menšej výške a väčšej pružnosti dominantných taxónov stromového poschodia odolali vplyvom veternej kalamity najlepšie zmiešané porasty pionierskych drevín, minimálne zmeny plochy areálov rôznych lesných spoločenstiev sme zaznamenali na eróznych svahoch a glacifluviálnom kuželi. Ďalšie analýzy prekračujú rozsah nášho článku a budú riešené v nasledujúcich prácach.

Článok vznikol v rámci riešenia projektu podporovaného Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva SR a Slovenskej akadémie vied (VEGA) č. 1/0362/09: Využitie archívnych prameňov pri rekonštrukcii vývoja korýt a prírodného prostredia riečnych nív (50 %) a je výsledkom implementácie projektu OP Výskum a vývoj pre projekt: Centrum pre rozvoj sidelnej infra-

štruktúry znalostnej ekonomiky, ITMS 26240120002, spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja (50 %).

LITERATÚRA

- BALON, J., MACIEJOWSKI, W. (2005). Wpływ huraganowego wiatru z dnia 19 listopada 2004 na krajobraz południowego sklonu Tatr. In Sponzar, A., Horska-Schwarz, S., eds. *Struktura przestrenno-funkcjonalna krajobrazu. Problemy ekologii krajobrazu*, 17. Wrocław (Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego UWr), pp. 92-100.
- DOSTÁL, L., ČERVENKA, P. (1991). *Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín I.* Bratislava (SPN).
- DOSTÁL, L., ČERVENKA, P. (1992). *Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín II.* Bratislava (SPN).
- FALŤAN, V., BÁNOVSKÝ, M., JANČUŠKA, D., SAKSA, M. (2008). *Zmeny krajinej pokrývky úpäťia Vysokých Tatier po veternej kalamite.* Bratislava (Geo-grafika).
- FERANEK, J., OTAHEL, J. (1999). Mapovanie krajinnej pokrývky metódou CORINE v mierke 1:50 000: návrh legendy pre krajiny programu Phare. *Geografický časopis*, 51, 19-44.
- FLEISCHER, P., MATEJKA, F., eds. (2007). *Windfall research in the High Tatra Mts. Proceedings from the conference, Tatranská Lomnica 25-26 October 2007.* Bratislava (GFI SAS), CD ROM.
- GEODIS (2006). *Vysoké Tatry – atlas ortofotomap 1:15 000.* Bratislava (InfoDigest).
- JANKOVIČ, J., ed. (2007). *Projekt revitalizácie lesných ekosystémov na území Vysokých Tatier postihnutom veterou kalamitou dňa 19. 11. 2004.* Zvolen (Národné lesnícke centrum).
- KOPECKÁ, M., NOVÁČEK, J. (2009). Forest fragmentation in the Tatra region in the period 2000-2006. *Landform Analysis*, 10, 58-63.
- KRAMER, M. G., HANSEN, A. J., TAPER, M. L., KISSINGER, E. J. (2001). Abiotic controls of windthrow and forest dynamic in a coastal temperate rain forest, Kuiu Island, southeast Alaska. *Ecology*, 82, 2749-2768.
- MAJLINGOVÁ, A., PONCE, I., eds. (2007). *Ochrana územi postihnutých ničivými prirodňými pohromami.* Zvolen, Žilina (Technická univerzita vo Zvolene, Žilinská univerzita).
- MIKITA, T., KOLEJKA, J., KLIMÁNEK, M. (2009). Pokročilá analýza lesních poloh pomocí GIS. In *GIS Ostrava 2009, 25.-28.1.2009, Ostrava.* Dostupné na: <http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2009/sbornik/Lists/Papers/108.pdf> (cit: 2009-04-27).
- MIČIAN, L. (2008). *Všeobecná geoekológia.* Bratislava (Geo-grafika).
- MINÁR, J., BARKA, I., BONK, R., BIZUBOVÁ, M., ČERŇANSKÝ, J., FALŤAN, V., GAŠPÁREK, J., KOLÉNY, M., KOŽUCH, M., KUSENDOVÁ, D., MACHOVÁ, Z., MIČIAN, L., MIČIETOVÁ, E., MICHALKA, R., NOVOTNÝ, J., RUŽEK, I., ŠVEC, P., TREMBOŠ, P., TRIZNA, M., ZAŤKO, M. (2001). Geoekologický (komplexný fyzickogeografický) výskum a mapovanie vo veľkých mierkach. *Geografické spektrum*, 3, 34-37.

- MINÁR, J., FALŤAN, V., BÁNOVSKÝ, M., DAMANKOŠOVÁ, Z. (2008). Impact of a catastrophic wind on various types of site in the Tatra National Park. *Folia Geographica, Series Geographica-physica*, 39, 95-106.
- MINÁR, J., FALŤAN, V., BÁNOVSKÝ, M., DAMANKOŠOVÁ, Z., KOŽUCH, M. (2009). Influence of the site conditions on the windstorm impact (Case study: High Tatras foothill 2004). *Landform Analysis*, 10, 95-101.
- MUCINA, L., MAGLOCKÝ, Š., eds. (1985). A list of vegetation units of Slovakia. *Documents Phytosociologiques N. S. Camerino*, 9, 175-220.
- RUŽIČKOVÁ, H., HALADA, Ľ., JEDLIČKA, L., KALIVODOVÁ, E., eds. (1996). *Biotopy Slovenska. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov*. Bratislava (ÚKE SAV).
- SENKO, D., MIŠKOVIC, J., GALLAY, M., SENKOVÁ-BALDAUFOVÁ, K. (2008). Dynamika zmien vegetácie na Devinskej Kobyle a jej predikcia. *Geografický časopis*, 60, 319-338.
- SOBOCKÁ, J., ed. (2000). *Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska*. Bratislava (VÚPOP).
- STANOVÁ, V., VALACHOVIČ, M., eds. (2002). *Katalóg biotopov Slovenska*. Bratislava (Daphne).
- ŠOMŠÁK, L., VICENÍKOVÁ, A., MARKOVÁ, Ľ., ŠOLTÉS, R. (1993). Vegetačná mapa lesov Podtatranskej kotliny (časť 1). *Zborník prác o Tatranskom národnom parku*, 33, 179-192.
- WOOD, C. J. (1995). Understanding wind forces on trees. In Coutts, M. P., Grace, J., eds. *Wind and trees*. Cambridge University Press (Cambridge), pp. 133-164.
- WRIGHT, J. A., QUINE, C. P. (1993). The use of a geographical information system to investigate storm damage to trees at Wykeham Forest, North Yorkshire. *Scottish Forestry*, 47, 166-174.

EVALUATION OF DAMAGE CAUSED TO VARIOUS TYPES OF GEOTOPES IN THE SURROUNDINGS OF DANIEL'S HOUSE CAUSED BY THE WIND STORM (HIGH TATRAS)

Vladimír Falťan, Zuzana Pazúrová

The windstorm on 19th November 2004 caused great damage to the forests of the Tatra National Park. The impact of the wind storm on vegetation growing on various types of geotopes is presented in this article, on the basis of large-scale geoecological field research.

Spruce bilberry forests, alder floodplain forest, mixed pioneer forests and meadows were identified as real vegetation cover before the storm in the model area of Daniel's House (1.72 km^2). Glades and shrubs now form the predominant vegetation cover after the storm. Floodplain, shallow depression, deep depression, erosion-denudation slope, erosion slope, colluvial slope, glacial-fluvial cone, plain, saddle, ridge and bare places are the typical sites or geotopes in the area. The biggest decrease of woodland growths was observed in the spruce bilberry forests. Before the storm spruce forests covered 93.01% of the area. After the storm they occur on 2.90% of the area. In the most widespread geotope which is the colluvial slope, spruce forests covered 63.02% of the area before the storm; after the storm it was only 0.03%. Alder floodplain forests grew ap-

proximately on 1.90% of the area, while after the storm they cover less than 0.10%. Mixed pioneer forests expanded from 2.35% to 2.97% of the study area. Meadows were not affected by the windstorm. Ruderal vegetation was not violated by the wind forces. Glades (89.77% of the study area) and shrub succession (1.60%) came into existence after exploitation of the wood material. Mixed pioneer forests best withstood the effects of the wind storm thanks to their low height and tree elasticity. Minimal vegetation cover changes were recorded in geotopes on erosion slopes and a glacifluvial cone.