

# DISTRIBÚCIA POŠKODENIA PORASTOV LYKOŽRÚTOM SMREKOVÝM VO VZDIALENOSTI OD PONECHANEJ VETERNEJ KALAMITY V TANAP-E

Christo Nikolov • Ján Ferenčík • Juraj Galko • Andrej Gubka  
Mária Havašová • Andrej Kunca • Jozef Vakula • Milan Zúbrik

## ÚVOD

V novembri 2004 zasiahla severné oblasti Slovenska víchrica Alžbeta, ktorá najviac postihla územie Tatranského národného parku (TANAP). Prepadový vietor poškodil lesné porasty o výmere približne 12 000 ha. Ihličnaté lesy TANAP-u sú tvorené prevažne smrekom obyčajným (*Picea abies* [L.] Karst.). V TANAP-e bolo ponechaných 165 tis. m<sup>3</sup> nespracovanej ležiacej drevnej hmoty, ktorá slúžila ako vhodný substrát pre kalamitné premnoženie sa podkôrneho hmyzu na ihličnanoch, kde dominantným druhom bol lykožrút smrekový – *Ips typographus* L. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Ako opatrenie proti šíreniu lykožrútovej kalamity z chránených území je odporúčaná tzv. bufrová zóna, ktorej ideálna šírka by podľa práce Wermelinger (2004) mala dosahovať 500 metrov. Práca ďalej udáva šírku 100 až 1 500 metrov ako najviac rizikóvu pre napadnutie porastov lykožrútom smrekovým. Práca Wichmann a Ravn (2001) uvádza vzdialenosť od 0 do 500 metrov ako vzdialenosť, ktorá má maximálny vplyv pre šírenie nových napadnutí od starých ohnísk podkôrneho hmyzu. Vzdialenosť väčšia ako 500 metrov podľa uvedených autorov nemá významný vplyv na kalamitné šírenie podkôrneho hmyzu aj napriek tomu, že sa chrobáky šíria aj na dlhšie vzdialenosti a to 2 až 10 kilometrov.

Cieľom práce bolo zmapovať a kvantifikovať šírenie kalamity podkôrneho hmyzu od nespracovanej veternej kalamity do vzdialenosti 1 500 metrov od ležiacej drevnej hmoty. Poškodené oblasti boli zaznamenávané v prostredí geografických informačných systémov (GIS) s využitím infračervených leteckých snímok, zachytávajúcich sledované územie po jednotlivých rokoch (2005–2013). Ďalej práca predstavuje jednoduché metódy použitia GIS a leteckých snímok pri monitorovaní veterných a podkôrníkových kalamít.

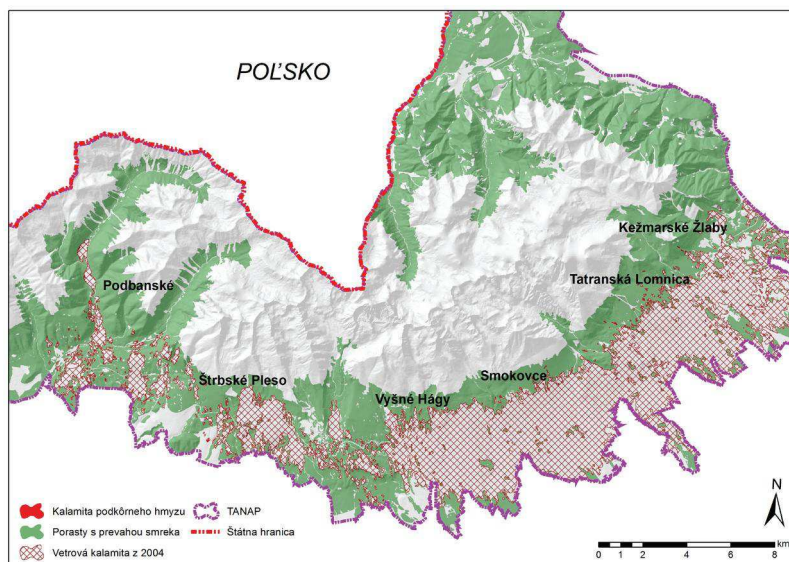
## ZÁUJMOVÉ ÚZEMIE A METODIKA

V rokoch 2005 až 2009 a následne v rokoch 2011 a 2013 sa nad veternou kalamitou najviac postihnutej časti Vysokých Tatier vykonávalo letecké snímkovanie za účelom monitoringu vývoja lesa po kalamite z roku 2004. Záujmové územie leží v ochranných obvodoch Podbanské, Štrbské Pleso, Vyšné Hágy, Smokovce, Tatranská Lomnica a Kežmarské Žľaby (obr. 1). Územie obhospodarujú Štátne lesy (ŠL) TANAP-u a niekoľko neštátnych subjektov. Skúmaná plocha lesných porastov s prevahou smreka má rozlohu približne 9 555 ha. Záujmové územie nezahŕňa celkovú rozlohu poškodených porastov v TANAP-e. Zamerali sme sa len na územie, ktoré bolo kontinuálne snímkované v sledovanom období. Poškodenie porastov lykožrútom na celom území TANAP-u je uvedené v práci Ferenčík (2014).

Na dokumentáciu vzniku a vývoja kalamity podkôrneho hmyzu boli použité digitálne vrstvy vytvorené metódou manuálnej interpretácie a porovnávania leteckých snímok s vysokým priestorovým rozlíšením v oblasti viditeľného a infračerveného spektra elektromagnetického žiarenia. Jednotlivé vrstvy vytvorili zamestnanci Národného lesníckeho centra (NLC) a zamestnanci ŠL TANAP-u. Vrstvy dokumentujú šírenie podkôrneho hmyzu za obdobie rokov 2005 až 2013. Podrobný popis tvorby jednotlivých digitálnych vrstiev je uvedený v práci Nikolov, Barka a kol. (2010).

Z uvedených leteckých snímok boli vytvorené nasledovné digitálne vrstvy:

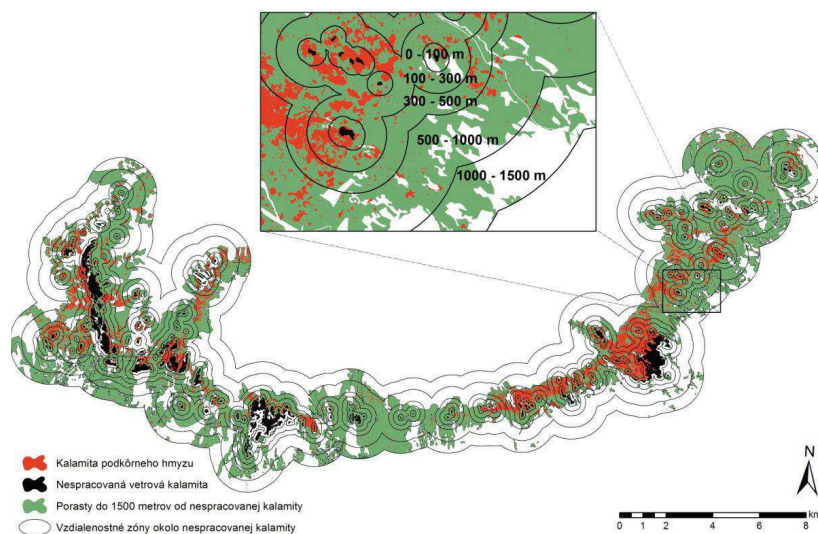
- odumreté stojace stromy (chrobačiare);
- vyťažené stojace stromy;
- nespracovaná veterná kalamita.



Obr. 1. Zaujímavé územie TANAP-u

Vrstva chrobačiarov a vyťažených stojacich stromov je v práci ďalej označovaná ako poškodené porasty.

Ako podklad slúžila digitálna vrstva nespracovanej veternej kalamity, od ktorej boli v programe ArcGIS 10.2 for Desktop (ESRI) vytvorené zóny (tzv. bufre) vo vzdialenosti 0 - 100, 100 - 300, 300 - 500, 500 - 1 000, 1 000 - 1 500 metrov. Vzdialenosti boli zvolené po analýze výskytu napadnutých porastov od nespracovanej veternej kalamity ako aj na základe prác Wermelinger (2004) a Wichmann a Ravn (2001). Zámerom bolo kvantifikovať distribúciu poškodenia porastov podkôrnym hmyzom v rôznych vzdialenostných zónach od nespracovanej veternej kalamity. Digitálne vrstvy chrobačiarov, vyťažených porastov a porastov potenciálnych pre napadnutie podkôrnym hmyzom boli prekryté vrstvou vzdialenostných zón za účelom získania plochy poškodených a ostávajúcich porastov v jednotlivých vzdialenostných zónach (obr. 2). Následne bol vypočítaný podiel poškodených porastov (chrobačiare, vyťažené porasty) za jednotlivé roky k zónam vzdialenosti. Ďalej bol počítaný podiel poškodenia k zostávajúcemu porastu potenciálnemu pre napadnutie podkôrnym hmyzom. Vyťažená plocha už evidovaných chrobačiarov bola do výpočtov poškodenia priradená vo vrstve chrobačiarov a z vrstvy vyťažených porastov bol tento podiel odrátaný, aby sme predišli duplikácii údajov. Podiely poškodených a ostávajúcich porastov slúžili na analýzu medziročnej priestorovej dynamiky distribúcie populácie podkôrneho hmyzu.



Obr. 2. Vzdialenostné zóny od nespracovanej veternej kalamity

## ŠÍRENIE POŠKODENIA OD NESPRACOVANEJ VETERNEJ KALAMITY

### Poškodenie porastov podkôrnym hmyzom

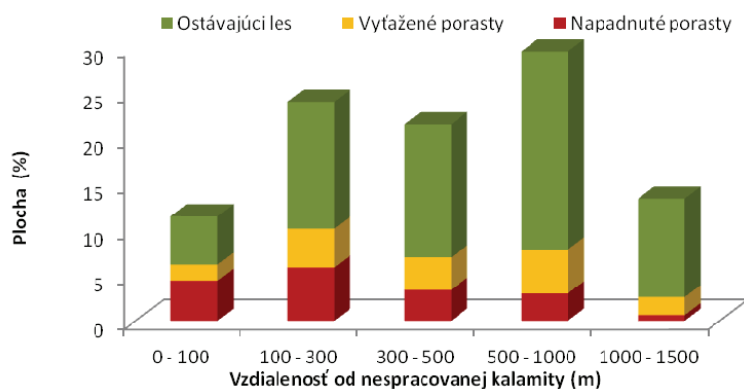
Podiel napadnutých porastov – chrobačiarov z celkovej plochy lesa 9 555 ha na skúmanom území za roky 2005–2013 predstavuje približne 1 640 ha (tab. 1) čo predstavuje 17,17 % z rozlohy skúmaných porastov. V roku 2007, tretí rok po veternej kalamite, bolo zaznamenané celkovo najväčšie poškodenie podkôrnym hmyzom za celé sledované obdobie (32,4 % = 531,7 ha). Tento rok bolo zaznamenané aj celkovo najväčšie poškodenie hmyzom vo vzdialenostnej zóne od nespracovanej kalamity, a to v zóne od 0 – 100 metrov (218,7 ha). Za celé skúmané obdobie sme najväčšiu rozlohu plochy poškodenej podkôrnym hmyzom zaznamenali v zóne od 100 – 300 metrov (556,36 ha = 33,92 %). Až 80 % (1 297,5 ha) zaznamenaných napadnutých porastov sa nachádzalo vo vzdialenostných zónach do 500 metrov od nespracovanej veternej kalamity. Približne 17,33 % (284,1 ha) poškodenia podkôrnym hmyzom bolo zaznamenaných v zóne od 500 – 1 000 metrov a len necelé 4 % (58,6 ha) sa nachádzali v poslednej najvzdialenejšej zóne od 1 000 – 1 500 metrov.

Tabuľka 1. Poškodenie porastov podkôrnym hmyzom podľa jednotlivých rokov a vzdialenostných zón v hektároch a percentách

Rok		Vzdialenostné zóny od nespracovanej veternej kalamity [m] / plošné poškodenie v ha a %					Spolu
		0 – 100	100 – 300	300 – 500	500 – 1 000	1 000 – 1 500	
2005	ha	1,5	2,7	5,0	3,7	0,1	13,0
	%	0,09	0,16	0,30	0,23	0,00	0,79
2006	ha	13,7	10,8	5,7	7,7	0,8	38,7
	%	0,83	0,66	0,35	0,47	0,05	2,36
2007	ha	218,7	183,9	60,7	51,4	17,0	531,7
	%	13,33	11,21	3,70	3,13	1,04	32,41
2008	ha	79,2	133,8	62,9	41,4	8,7	326,0
	%	4,83	8,16	3,83	2,52	0,53	19,88
2009	ha	63,7	119,8	81,5	62,9	8,5	336,4
	%	3,89	7,30	4,97	3,83	0,52	20,51
2011	ha	28,1	75,8	79,9	77,7	12,8	274,3
	%	1,72	4,62	4,87	4,74	0,78	16,73
2013	ha	13,4	29,7	27,1	39,2	10,8	120,3
	%	0,82	1,81	1,65	2,39	0,66	7,33
Spolu	ha	418,45	556,36	322,72	284,12	58,61	1640,26
	%	25,51	33,92	19,67	17,32	3,57	100,00

### Celkové poškodenie porastov

Celkové poškodenie porastov (chrobačiare, vyťažené porasty) do 1 500 metrov od nespracovanej kalamity za roky 2005–2013 predstavovalo plochu približne 3 210 ha (33,59 %) z celkovej plochy lesa 9 555 ha na skúmanom území. Rozloha vyťažených porastov z celkového poškodenia je 1 569 ha (16,43 %). Podiel vyťažených, napadnutých a zdravých porastov v jednotlivých vzdialenostných zónach od nespracovanej veternej kalamity za skúmané obdobie je znázornený na obrázku 3.



Obr. 3. Celkový podiel vyťažených, napadnutých a zdravých porastov v jednotlivých vzdialenostných zónach od nespracovanej veternej kalamity

Najväčšiu rozlohu poškodenej plochy sme zaznamenali v zóne od 100 – 300 metrov. Najviac poškodenej plochy k podielu lesa bolo zaznamenané v zóne od 0 – 100 metrov, kde bolo celkovo poškodenej viac ako 53,65 % lesnej plochy. Podiel poškodenia klesal so vzdialenosťou od nespracovanej veternej kalamity. Najmenšie poškodenie bolo zaznamenané vo vzdialenostnej zóne od 1 000 do 1 500 metrov.

## ZÁVER A DISKUSIA

Prínosom predkladanej práce sú získané poznatky o vplyve nespracovanej veternej kalamity na poškodenie porastov v dôsledku napadnutia lykožrútom smrekovým a taktiež poznatky o jeho distribúcii v záujmovom priestore.

Poškodenie bolo zdokumentované pomocou vybraných nástrojov GIS a leteckých infračervených snímok z predmetného územia z jednotlivých rokov sledovaného obdobia. Tieto sa ukázali ako veľmi vhodné pri monitorovaní pokalamitného vývoja podkôrneho hmyzu v TANAP-e. Novodobý princíp bezzásahového manažmentu veľkých území spôsobuje dynamické medziročné zmeny, ktoré klasickými metódami pozemného monitoringu nie je možné zaznamenať. Údaje diaľkového prieskumu Zeme (DPZ) spolu s využitím nástrojov GIS umožňujú objektivizovať a zaznamenať presné zmeny, nielen vo vzťahu k šíreniu kalamity lykožrúta. Programy starostlivosti o lesy (PSL) na 10-ročné obdobie v týchto podmienkach rýchlo strácajú na aktuálnosti a každé mimoriadne aktualizovanie PSL by bolo finančne náročné. Navyše, v tak členitom a nedostupnom vysokohorskom prostredí, akým je TANAP, iná možnosť sledovania zmien v porastoch nie je možná.

Zhodnotením vývoja priebehu kalamity podkôrneho hmyzu sme preukázali, že nespracované plochy veternej kalamity mali najväčší vplyv na masívne premnoženie podkôrneho hmyzu po veternej kalamite Alžbeta z roku 2004 vo Vysokých Tatrách. Plocha poškodených porastov podkôrny hmyzom sa znižovala s rastúcou vzdialenosťou od nespracovanej kalamity. Takmer 60 % poškodených porastov podkôrny hmyzom bolo zaznamenaných do 300 metrov od veternej kalamity a 80 % do 500 metrov. Iba necelé 4 % poškodených porastov podkôrny hmyzom boli zaznamenané v zóne od 1 000 – 1 500 metrov, pričom tieto poškodenia mohli pochádzať aj zo susediacich nesledovaných území napadnutých podkôrny hmyzom. Najväčší podiel poškodenej lesnej plochy celkovo (vyťažené a napadnuté porasty) bol zaznamenaný v zóne od 0 do 100 metrov od nespracovanej veternej kalamity. Podiel poškodenej plochy predstavoval takmer 54 % z celkovej plochy porastov v danej zóne.

### Z výsledkov je možné stanoviť nasledovné odporúčania pre prax

Získané informácie umožňujú doplniť všeobecné odporúčania pri postupe a manažovaní veterných kalamít v ihličnatých porastoch s prevahou smrekov (Christiansen a Bakke, 1988; Wichmann a Ravn, 2001; Wermelinger, 2004; Angst a kol. 2012; Nikolov, 2012; Nikolov a kol. 2014). Nasledujúca časť a odporúčania pre prax je spracovaná podľa prác Nikolov (2012) a Nikolov a kol. (2014), ktoré navrhujú zamerať sa na dva hlavné aspekty:

- zber údajov o veľkosti a distribúcii veternej kalamity a poškodení podkôrny hmyzom;
- manažment veternej kalamity a kalamity podkôrneho hmyzu.

#### **Zber a spracovanie údajov by malo zahŕňať nasledovné:**

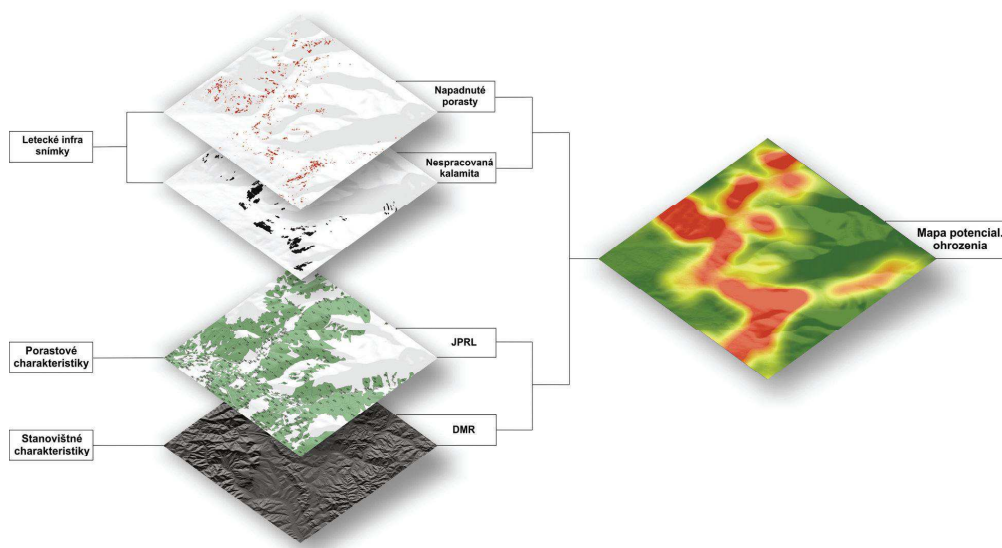
- Po veternej kalamite nasnímkovať územie a okolie územia veternej kalamity. Snímkovanie odporúčame podľa dostupnosti finančných prostriedkov ďalej vykonávať raz až dvakrát do roka, najlepšie na začiatku a na konci vegetačného obdobia;
- Použitím snímok DPZ a GIS nástrojov zmapovať rozsah a štruktúru vetrom poškodených porastov. Podobne zmapovať aj veľkosť ohnísk lykožrúta, ktoré majú zásadný vplyv na ďalší vývoj a populačnú dynamiku podkôrneho hmyzu po veternej kalamite;
- Šírenie podkôrneho hmyzu ovplyvňujú porastové (zloženie, vek, zastúpenie...) aj stanovištné (solárna radiácia, expozícia, sklon, nadmorská výška...) charakteristiky. Porastové charakteristiky je možné získať z vrstvy jednotiek priestorového rozdelenia lesa a stanovištné charakteristiky môžu byť derivované z digitálneho modelu reliéfu (DMR).

#### **Definovanie najohrozenejších porastov:**

- Vzájomným prekrytím zmapovaných častí dotknutého územia vytvoriť mapu potenciálne najohrozenejších porastov pre napadnutie podkôrny hmyzom a mapu najdostupnejších poškodených porastov pre urýchlené spracovanie;

- Na základe takto pripravených údajov zväziť a navrhnúť technicky a ekonomicky najprístupnejšie možnosti spracovania veternej kalamity;
- Ak veterná kalamita nie je veľkého rozsahu, prípadne je ľahko dostupná, odporúčame nechať poškodené porasty naletieť podkôrnym hmyzom a následne ich spracovať skôr, ako sa vývoj hmyzu ukončí (náhrada lapákov) (Wichman a Ravn 2001);
- V územiach s častým výskytom veterných a následne podkôrníkových kalamít sledovať zdravotný stav priebežne, nielen v obdobiach, kedy dochádza k výraznejšiemu zhoršovaniu.

Zjednodušený navrhnutý proces použitia nástrojov GIS a leteckých snímok pri mapovaní potenciálne najohrozenejších porastov po veterných kalamitách je ilustrovaný na obrázku 4.



Obr. 4. Návrh použitia GIS a digitálnych vrstiev získaných z leteckých snímok a ostatných digitálnych vrstiev pri mapovaní potenciálne najohrozenejších porastov po veterných kalamitách, podľa Nikolov a kol. (2014)

## POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla vďaka podpore projektu „Prognosticko-informačné systémy pre zvýšenie efektívnosti manažmentu lesa“ (ITMS: 26220220109) – 50 % a „Centrum excelentnosti: Progresívne technológie ochrany lesných drevín juvenilných rastových štádií“ (ITMS: 26220220120) – 50 % na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## LITERATÚRA

- Angst, A., Ruegg, R., Forster, B., 2012: Declining bark beetle densities (*Ips typographus*, Coleoptera: Scolytinae) from infested Norway spruce stands and possible implications for management. *Psyche* p. 1–7.
- Ferenčík, J., 2014: Lykožrút v Tatrách. In: Fleischer, P. (ed.): Stav tatranského lesa 10 rokov po veľkej vetrovej kalamite z 19. 11. 2004 a 60 rokov Výskumnej stanice TANAP-u (v tlači).
- Christiansen, E., Bakke, A., 1988: The spruce bark beetle of Eurasia. In: Berryman, A. (ed): Dynamics of Forest Insect Populations. New York, NY: Plenum, p. 480–503.
- Nikolov, Ch., Barka, I., Ferencik, J., Hlásny, T., Vakula, J., Zúbrik, M., Kunca, A., Konôpka, B., 2010: Využitie geografických informačných systémov a diaľkového prieskumu Zeme pre hodnotenie zmien stavu lesa po roku 2004 vo Vysokých Tatrách. In: Konôpka, B. (ed.): Výskum smrečín destabilizovaných škodlivými činiteľmi. Zvolen, NLC, s. 96–106.
- Nikolov, Ch., Galko, J., Gubka, A., Kunca, A., Ferencik, J., Kajba, M., 2012: Časopriestorová analýza distribúcie podkôrneho hmyzu po vetrovej kalamite z roku 2004 vo Vysokých Tatrách. In: Kunca, A. (ed.): Aktuálne problémy ochrane lesa 2012, Zborník referátov z 21. medzinárodnej konferencie konanej 12. – 13. 4. 2012 v Kongresovom centre Kúpeľov Nový Smokovec, a. s., Zvolen, NLC, s. 161–165.

- Nikolov, Ch., 2012: Časovo – priestorová kvantifikácia šírenia lykožrúta smrekového po rozsiahlej vetrovej kalamite vo Vysokých Tatrách. Dizertačná práca. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, 115 s.
- Nikolov, Ch., Konôpka, B., Kajba, M., Galko, J., Kunca, A., Janský, L., 2014: Post-disaster forest management and bark beetle outbreak in Tatra National Park, Slovakia. Mountain Research and Development 34(4): (in press – accepted: September 2014).
- Wermelinger, B., 2004: Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research, Forest Ecology and Management – 202, p. 67–82.
- Wichmann, L., Ravn, H. P., 2001: The spread of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) attacks following heavy windthrow in Denmark, analysed using GIS. For. Ecol. Manag. 148, p. 31–39.

---

Ing. Christo Nikolov, PhD.<sup>1</sup>, Ing. Ján Ferenčík<sup>2</sup>, Ing. Juraj Galko, PhD.<sup>1</sup>, Ing. Andrej Gubka, PhD.<sup>1</sup>, Mgr. Mária Havašová<sup>3</sup>,  
Ing. Andrej Kunca, PhD.<sup>1</sup>, Ing. Jozef Vakula, PhD.<sup>1</sup>, Ing. Milan Zúbrik, PhD.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Lesnícka ochranná služba, Lesnícka 11, SK - 969 23 Banská Štiavnica, e-mail: nikolov@nlcsk.org

<sup>2</sup>Štátne lesy TANAP-u, SK - 059 60 Tatranská Lomnica

<sup>3</sup>Ústav ekológie lesa SAV, Ľ. Štúra 2, SK - 960 53 Zvolen