

# PROJEKT REVITALIZÁCIE LESNÝCH EKOSYSTÉMOV NA ÚZEMÍ VYSOKÝCH TATIER POSTIHNUTOM VETERNOU KALAMITOU DŇA 19. 11. 2004

Vladimír Šebeň • Milan Zúbrik • Jaroslav Jankovič

## Základná koncepcia

19. novembra 2004 v čase medzi 15.00 a 20.00 hodinou zasiahla územie SR veterná smršť s rýchlosťou vetra v nárazoch takmer 200 km/h, pri ktorej boli významne poškodené lesné ekosystémy v regiónoch Horehronie, Kysuce, Orava, Spiš a Tatry. Najväčšie škody vznikli na území Tatranského národného parku, kde v priebehu veľmi krátkeho času bolo rozvrátených viac ako 12 tisíc ha lesných porastov. Išlo o plochu väčšiu ako je plocha každoročne zalesňovaná na území celého Slovenska.

Bezprostredne po kalamite bola ministrom pôdohospodárstva SR s účinnosťou od 22. 11. 2004 zriadená pracovná komisia vytvorená zo zástupcov SL MP SR, Štátnych lesov TANAP, Lesníckeho výskumného ústavu Zvolen, Lesoprojektu Zvolen, Technickej univerzity vo Zvolene, MŽP SR, Štátnej ochrany prírody – Správa TANAP, ktorá formulovala program efektívneho zvládnutia kalamity. Komisia definovala 3 rozhodujúce úlohy, ktoré vyústili do troch realizačných projektov. Prvý je zameraný na spracovanie kalamity, druhý na problematiku ochrany lesa a tretí na revitalizáciu lesných ekosystémov.

Základná koncepcia projektu revitalizácie bola spracovateľmi predstavená na pracovnom seminári „Lesy Tatier po veternej kalamite – ako ďalej“, ktorá sa konala 18. 1. 2005 v aule Technickej univerzity vo Zvolene. V zmysle tejto koncepcie revitalizačný projekt pozostával z nasledovných troch základných častí (JANKOVIČ *et al.*, 2005):

- komplexná analýza súčasného stavu, príčin a dôsledkov vetrovej kalamity vrátane analýzy historického vývoja lesných porastov v postihnutom území
- spracovanie základného projektu revitalizácie lesných ekosystémov pre celé postihnuté územie, ktorý zdefinuje základné ciele, princípy a kritériá pre revitalizáciu a ďalší manažment lesných porastov v postihnutom území.
- vypracúvanie konkrétnych čiastkových revitalizačných projektov na jednotlivé lokality (pracovné polia), tak ako budú postupne uvoľňované v procese spracovania kalamity

Rámcový návrh drevinového zloženia v postihnutom území vychádzal z orientácie na prirodzené drevinové zloženie podľa základných typologických jednotiek. Následne budú uplatňované ďalšie zásady, ktoré priamo, či nepriamo zvyšujú stabilitu porastov a požadovanú funkčnosť porastov. Základom budúcich porastov musia byť dreviny autochtónne. Významným opatrením na zvýšenie stability a adaptability lesných ekosystémov na možnú zmenu ekologických podmienok je aj zvýšenie diverzity (druhovou, genetickou, vekovou a priestorovou) všetkých zložiek lesných ekosystémov. Treba viac uplatňovať dreviny so širokou ekologickou amplitúdou. Na vhodných lokalitách sa uplatnia obnovné postupy, ktoré v čo najväčšej miere zohľadňujú prirodzené procesy vo vývoji lesa, vytvárajúce podmienky pre väčšiu diverzitu a štruktúrálne rozrôznenosť budúcich porastov.

Navrhol sa systém bioskupín ktorá bola závislá od stanovištných pomerov. Môže pozostávať z viacerých (3 – 5) hlúčikov. Priemer hlúčika sa zvyčajne udáva od 3 m do 5 m. Priemer bioskupiny od ½ výšky do 1 výšky stromu dospelého porastu v daných podmienkach, čiže so stúpajúcou nadmorskou výškou veľkosť klesá. Pokyny pre zalesňovanie na Slovensku v oblasti hornej hranice lesa odporúčajú výmeru 20 – 50 m<sup>2</sup>. Tvar má byť kruhový až oválny s dlhším rozmerom v smere svahu.

Rozstup bioskupín sa zvolil tak, aby ani v dospelom poraste nedošlo k úplnému zapojeniu korún jednotlivých bioskupín. Prakticky sa odporúča vzdialenosť odpovedajúca približne dvoj- až trojnásobku polomeru koruny dospelého porastu. Niektorí autori považujú túto vzdialenosť za minimálnu a v záujme ľahšieho dosiahnutia diferencovanej štruktúry navrhujú rozstup 15 – 30 m. V prípade tvorby bioskupín z viacerých hlúčikov

mala byť ich vzájomná vzdialenosť taká, aby k ich prepojeniu na uzavretú skupinu došlo v priebehu 20 – 30 rokov (JANKOVIČ *et al.*, 2005).

Navrhlo sa drevinové zloženie pre jednotlivé typy porastov.

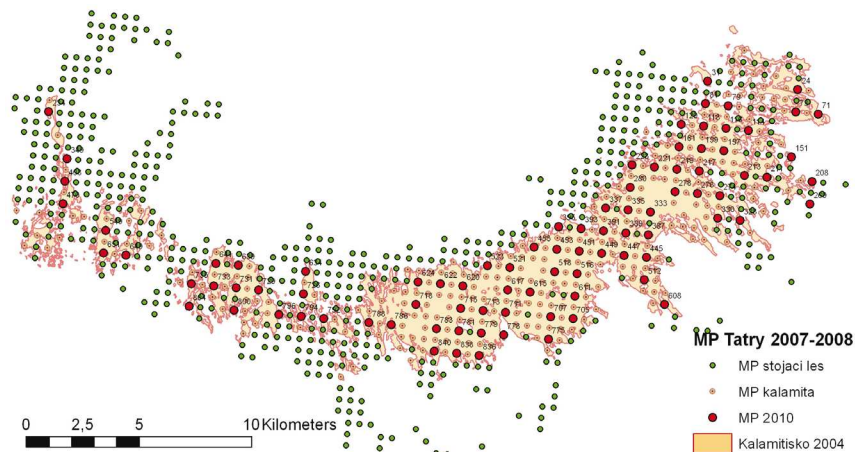
Financovanie projektu štátom sa zrealizovalo v rokoch 2005 a 2006. V ďalšom období Lesnícky výskumný ústav (v tom čase už v rámci NLC) už nerealizoval monitoring uvedených území zo zdrojov Ministerstva pôdohospodárstva. Monitoring bol realizovaný vďaka projektom financovaným Ministerstvom školstva a medzinárodným projektom.

## Monitoring procesu revitalizácie tatranského kalamitiska

Súčasnou projektom revitalizácie bol aj monitoring revitalizačného procesu. Základná koncepcia terestrického monitoringu bola navrhnutá v súlade s najnovšími poznatkami lesníckej biometrie, informatiky a metrológie (teórie merania a chýb) tak, aby monitoring splnil nasledovné požiadavky (ŠMELKO 2009; ŠMELKO *et al.*, 2006):

- zabezpečiť porovnateľnosť monitorovaných veličín v časovom rade (získovanie vykonávať stále rovnakou metódou a na tých istých miestach),
- uplatniť postupy umožňujúce znížiť variabilitu veličín, rozsah zisťovania a pracovné i finančné náklady (viacfázové princípy zisťovania, korelačné vzťahy medzi znakmi a veličinami),
- kvantifikovať vypovedaciu hodnotu výsledkov monitoringu (ku každej výslednej informácii pripojiť rámec jej presnosti a spoľahlivosti),
- zber, záznam a spracovanie údajov v maximálnej miere automatizovať a súhrnné výsledky prezentovať vo forme uceleného informačného systému.

Predmetom monitorovania bolo územie TANAP-u, ktoré bolo postihnuté veternou kalamitou s celkovou výmerou asi 12 000 ha, ale vzhľadom na očakávané zmeny sa výrazne rozšíril aj na okolité vetrom nepoškodené porasty, pričom celková výmera stúpla na 23 000 ha. V území sú pomerne heterogénne terénne, stanovištné a porastové podmienky, rôzne stupne ochrany prírody ako aj rôzna intenzita a rozsah poškodenia pôvodného lesného ekosystému. Po zhodnotení variability hlavných veličín, ktoré sú predmetom monitorovania a s ohľadom na požadovanú presnosť výsledkov bola na monitoring zvolená sieť monitorovacích plôch 500 × 500 m (obr. 1), ktorá je odvodená zahustením monitorovacej siete Národnej inventarizácie a monitoringu lesa (NIML) 4 × 4 km.



Obrázok 1. Rozmiestnenie MP procesu revitalizácie z rokov 2007 – 2008, s opakovaným meraním na kalamitisku v roku 2010

Základom navrhnutých metód zberu údajov bola „Metodika terénneho zberu údajov Národnej inventarizácie a monitoringu lesov Slovenskej republiky 2005 – 2006“ (ŠMELKO *et al.*, 2006), avšak vzhľadom na špecifické ciele monitoringu vývoja lesa po kalamite bol v porovnaní s NIML venovaný väčší dôraz obnove lesa, priestorovej štruktúre (mozaikovosti) lesa a niektorým znakom stanovišťa, naopak, niektoré skupiny údajov sú v porovnaní so spektrom NIML významne redukované až úplne vypustené. Novým prvkom je štandardizovaná fotodokumentácia monitorovacích plôch. Plochy sú trvalo stabilizované, získalo sa na nich množstvo materiálu a to umožňuje (na rozdiel od niektorých výskumných plôch založených v minulosti) aj zachytenie zmien v krát-

kych či veľmi dlhých časových intervaloch. Zmeny sa dajú porovnávať na úrovni jedincov v rámci monitorovanej plochy, čo zároveň umožňuje samostatne využívať na výskumné účely aj jednotlivé MP. No iba systém takýchto plôch zabezpečuje interpretáciu výsledkov na úrovni celého územia, čo nenahradí žiadne čiastkové výsledky zozbierané z niekoľkých lokalít.

Terénny zber údajov realizovali 2-členné pracovné skupiny počas rokov 2007 (kalamitisko) a 2008 (veternou kalamitou nepoškodené okolité porasty). Druhý cyklus zisťovania sa uskutočnil v roku 2010, ale kvôli nedostatku financií iba jednou pracovnou skupinou v štvrtinovej sieti  $1 \times 1$  km na kalamitisku. Práce boli podporené z projektu APVV 0456-07. Obnovilo sa tak 90 MP so zameraním predovšetkým na sledovanie kvalitatívnych a kvantitatívnych zmien v obnove (ŠEBEŇ *et al.*, 2008, 2009; ŠEBEŇ, BOŠELA, 2011).

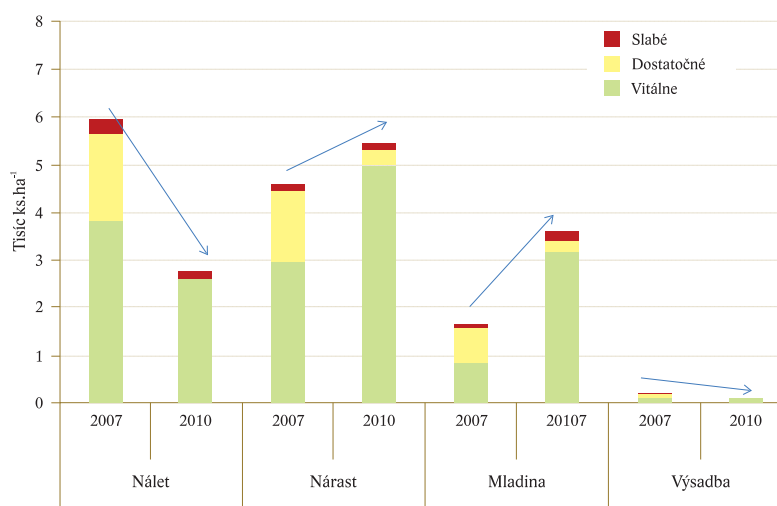
## Výsledky

Stručne rozoberáme zmeny v obnove podľa rastového stupňa, podľa drevín a podľa nepriaznivých faktorov pôsobiach na odrastanie.

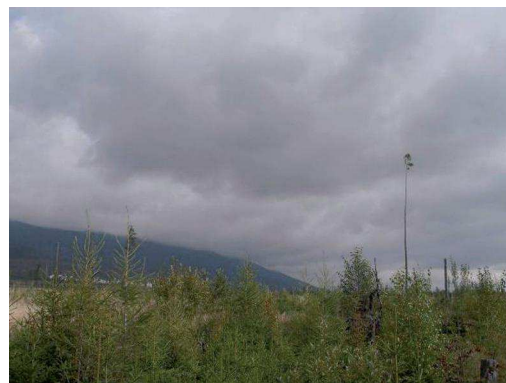
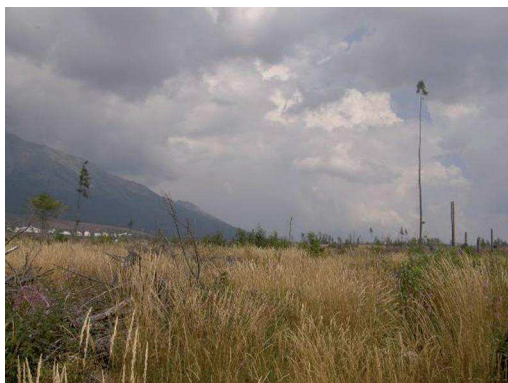
Tabuľka 1. Kvantifikované zmeny v obnove na kalamitisku medzi rokmi 2007 a 2010

Rastový stupeň	Rok 2007				Rok 2010		
	Počet MP [ks]	Podiel MP s obnovou [%]	Podiel jedincov [%]	Počet jedincov [ks.ha <sup>-1</sup> ]	Podiel MP s obnovou [%]	Podiel jedincov [%]	Počet jedincov [ks.ha <sup>-1</sup> ]
Nálet	90	93,3	47,6 ± 7,0	5,9 ± 0,8	93,3	23,6 ± 3,2	2,8 ± 0,4
Nárast	90	85,6	37,6 ± 6,5	4,7 ± 0,8	97,8	44,9 ± 7,7	5,4 ± 0,9
Mladina	90	65,6	13,6 ± 3,6	1,7 ± 0,4	95,6	30,1 ± 4,7	3,6 ± 0,6
Výsadba	90	21,1	1,2 ± 0,3	0,15 ± 0,0	32,2	1,4 ± 0,3	0,2 ± 0,0
Spolu	90	96,7	100	12,4 ± 1,8	100	100	12,1 ± 1,5

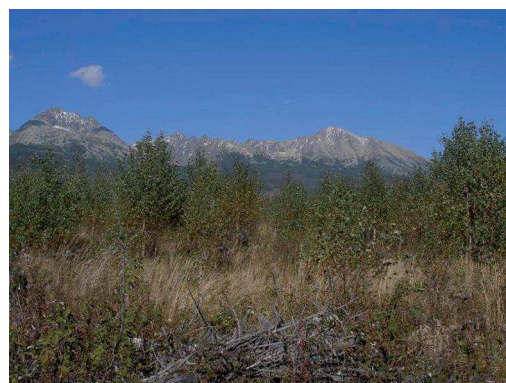
Zaujímavé je, že v priemernom zistenom počte jedincov obnovy na hektár zmeny nenastali, podobne ako v prvom cykle sa evidovali v počte okolo 12 – 13 tisíc, pričom najčastejšie presahovali 6 tisíc kusov. Podstatné zmeny sa prejavili v presunoch jedincov do vyšších rastových stupňov. V roku 2007 dosahovali najväčší podiel najnižšie stromčeky (až polovičný). Mladina vtedy nedosahovala ani 10 % podiel. Všetky uvedené rastové stupne sa týkajú prirodzenej obnovy. Podiel umelej obnovy ani v druhom cykle nepresahoval 2% z počtu všetkých jedincov. Prirodzená obnova teda stále jasne dominovala.



Obrázok 2. Znárodnenie presunov v rastových stupňoch obnovy na kalamitisku medzi rokmi 2007 a 2010



Obrázok 3. Po 3 rokoch nastali na veľkej časti kalamitiska významné pozitívne zmeny v obnove. (Plocha MP 838, vľavo rok 2007, vpravo rok 2010)



Obrázok 4. Na niektorých monitorovacích plochách boli krátkodobé zmeny v rýchlosti odrastania prirodzenej obnovy prekvapujúce. (Plocha MP 840, vľavo rok 2007, vpravo rok 2010)

Tabuľka 2. Percentuálne zastúpenie drevín v obnove kalamitiska v roku 2007 a 2010

Drevina	2007			2010		
	nálet	nárast	spolu	nálet	nárast	spolu
SM	2,9 ± 0,6	1,6 ± 0,38	5,4 ± 1,1	1,42 ± 0,24	1,75 ± 0,39	4,47 ± 0,85
O	2,5 ± 0,5	2,76 ± 0,53	6,0 ± 1,0	1,03 ± 0,23	3,27 ± 0,77	6,43 ± 1,05
JL	0,2 ± 0,1	0,18 ± 0,07	0,5 ± 0,2	0,21 ± 0,05	0,05 ± 0,02	0,35 ± 0,06
BO	0,1 ± 0,1	0,08 ± 0,05	0,3 ± 0,1	0,20 ± 0,16	0,23 ± 0,11	0,54 ± 0,26
JD	0,1 ± 0,1	0,03 ± 0,01	0,13 ± 0,07	0,01 ± 0,01	0,08 ± 0,03	0,19 ± 0,05
SC	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,05 ± 0,02	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,12 ± 0,06
Spolu	5,9 ± 0,9	4,7 ± 0,8	12,4 ± 1,8	2,89 ± 0,39	5,42 ± 0,93	12,1 ± 1,5

Vysvetlivky: SM – smrek (*Picea abies*), SC – smrekovec (*Larix decidua*), BO – borovica (*Pinus sylvestris*), JD – jedľa (*Abies alba*), JL – jelše (*Alnus sp.*), O – ostatné listnáče, predovšetkým breza (*Betula sp.*), jarabina (*Sorbus aucuparia*), jaseň (*Fraxinus sp.*), javory (*Acer sp.*), atď.

V rámci prvého cyklu sa zistilo na kalamitisku v obnove celkom 16 druhov drevín. V prirodzenej obnove dominovali smrek a prípravné listnáče (jarabina, brezy, vrby), v umelej obnove mali najväčší podiel ihličnany – smrek, smrekovec a borovica.

V druhom cykle monitoringu v roku 2010 sa v identifikovalo až 20 druhov drevín. najvyšší podiel dosiahol opäť smrek, aj keď sa pri ňom zistil mierny (ale štatisticky nevýznamný) pokles podielu aj priemerných hektárových počtov tesne pod 40 %. Naopak mierne vzrástlo zastúpenie prípravných náletových drevín brezy a vrby rakyty (obe z vzrástli asi z 10 na 15 %), poklesla jarabina (z podielu asi 25 % na 15 %). Ak porovnáme podiel listnatých a ihličnatých drevín, vyrovnaný pomer z prvého cyklu sa rýchlejšim odrastaním pionierskych listnáčov mierne, ale štatisticky nevýznamne, mení v prospech listnatých. Z málo zastúpených drevín nastali pozitívne zmeny najmä pri smrekovci, ktorého početnosť oproti roku 2007 vzrástla až 6-násobne, hoci jeho súčasný podiel je iba do 3 %. Celkové nízke zastúpenie smrekovca z prvého cyklu bolo veľkým prekvapením, zdá sa že už

začína dobiehať zameškanú východiskovú pozíciu. Celkové zloženie drevín v obnove bolo znova veľmi pestré, vyskytli sa s malým zastúpením okolo 1 % a menej aj jelše, borovice, javory, s menším zastúpením brest, lipy, osiky, jedličky, vtrúsene aj limba či kosodrevina.

## Stav vegetácie a odrastanie stromčekov

Po náhlom odstránení materského porastu alebo vzniku kalamity na veľkých plochách v prvých rokoch vzniká typická rúbanisková vegetácia. Zaburinené prostredie sa v Tatrách naplno prejavilo 1 – 2 roky od pádu kalamity (roky 2005 – 2007). Na rozšírenie jednotlivých druhov vplýval najmä uvoľnený rastový priestor a konkurencia nedrevnatej vegetácie. Typickými druhmi boli vrbovka (*Chamaerion angustifolium*), smlzy (*Calamagrostis* sp.), miestami malina (*Rubus idaeus*).

Pokiaľ sa pri hodnotení rozoznávajú viaceré faktory, ktoré negatívne vplyvajú na obnovu (burina, zver, požiar, ťažba, abiotické atď.), tak burina jednoznačne dominovala s podielom až 2/3. Veľmi nízky podiel (menej ako 1 – 3 %) dosiahli ako v prvom, tak v druhom cykle faktory ako zver, kompetícia materského porastu, nepriaznivé abiotické faktory, ťažba, požiar a ostatné biotické faktory. V porovnaní s rokmi 2007 – 2008 sa pri nich zistil značný pokles. Situácia s burinou sa však tiež začala pomaly meniť. Po 3 rokoch v roku 2010 významne pokleslo zastúpenie zaburinených plôch, hoci stále tvorili asi polovicu kalamitiska. No asi na 1/3 územia kalamitiska už boli pre obnovu vytvorené vcelku priaznivé pomery pri ktorých sa neevidovali nepriaznivé faktory. Ide predovšetkým o už odrastenejšie porasty (mladiny). Tu sa zaznamenal výrazný vzostup z predchádzajúceho podielu viac ako 10 %. Monitoring zaznamenal v roku 2010 vyžínanie iba na 1/5 zaburinených plôch, zatiaľ čo 4/5 ostali bez takéhoto zásahu. Kým na vyžatých plochách sa zistilo v priemere okolo 5 tisíc kusov jedincov obnovy na hektár, na nevyžatých to bolo takmer 2× toľko, 8 – 10 tisíc. Môže to poukazovať na fakt, že sa vyžínajú práve lokality s najnepriaznivejším stavom obnovy (kde je obnovy dostatok aj napriek burine, naliehavosť nie je vysoká). Ale rovnako to môže znamenať, že pri vyžínaní husto zaburinených plôch vzniká väčšie riziko neúmyselného odstránenia jedincov prirodzenej obnovy a tieto sa skutočne spolu s burinou aj redukujú. Zistenia monitoringu by poukazovali na šetrnejšie a opatrnejšie uplatňovanie mechanického odstraňovania buriny.



Obrázok 5. Počas 3 rokov nastali aj vo vegetácii podstatné zmeny (*Chamaerion ang.*).  
(Plocha MP 523, vľavo rok 2007, vpravo rok 2010)



Obrázok 6. Miesta bez vegetácie sa už na kalamitisku po 5 rokoch takmer nevyskytujú.  
(Plocha MP 622, vľavo rok 2007, vpravo rok 2010)

## Zhrnutie

Terestrický monitoring veľmi dobre podchytil východiskový stav a krátkodobé zmeny v obnove, ktoré by sa dostatočne presne nedali zistiť inými metódami (napr. hospodárska evidencia alebo DPZ). Výsledky ukázali veľmi priaznivý vývoj obnovy nielen z hľadiska počtu, ale aj vitality a druhovej pestrosti. Zaburinené lokality sa postupne zmenšovali, hoci vplyv buriny bol aj po 5 rokoch ešte významný. Nezistil sa vo všeobecnosti pozitívny vplyv ponechaného odumretého dreva na obnovu (hektárové počty), dôvodom je hlavne nedostatočný stupeň rozkladu kvôli krátkemu času. Naopak, koncentrované drevo v súčasnosti skôr zabraňuje vývoju obnovy a umožňuje plošnú diferenciáciu porastov. Pri veľkoplošnom ponechaní dreva sa však tento efekt stráca. Na spracovaných lokalitách odrastá obnova prekvapujúco rýchlejšie a už po 5 rokoch na mnohých miestach vytvárali pionierske dreviny mladiny.

V rámci riešenia monitoringu pokalamitného vývoja sa vyriešili mnohé teoretické problémy výberového zisťovania, uplatnili sa unikátne postupy, pre každý výberový dizajn sa riešili jeho biometrické zvláštnosti a modely na odvodenie parametrov príslušných monitorovaných veličín. Realizované práce teda prispeli aj k rozvoju súčasných metód zisťovania a monitorovania stavu lesa. V monitoringu plánujeme podľa potreby pokračovať aj v budúcnosti, hoci ešte nie je stanovený presný harmonogram ani zdroj finančných prostriedkov na jeho ďalšie realizácie. Na jeho založenie prispelo Ministerstvo pôdohospodárstva SR v rámci kontraktových úloh pre NLC, spolupracovala aj Výskumná stanica Štátnych lesov TANAP. Druhý cyklus sme zrealizovali v rámci projektu financovanému Agentúrou pre podporu výskumu a vývoja Vplyv vetrovej kalamity a následného manažmentu na vývoj lesných ekosystémov v Tatrách.

## Podakovanie

*Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt „Prognosticko-informačné systémy pre zvýšenie efektívnosti manažmentu“ (ITMS 26220220109) a projekt „Progresívne technológie ochrany lesných drevín juvenilných rastových štádií“ (ITMS 26220220120) spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja, vďaka infraštruktúre získanej v rámci projektu „Centrum excelentnosti biologických metód ochrany lesa“ (ITMS 26220120008).*

## Použitá literatúra

- JANKOVIČ, J. *et al.*, 2005: Projekt revitalizácie lesných ekosystémov na území Vysokých Tatier postihnutom veternou kalamitou dňa 19. 11. 2004. Zvolen, LVÚ Zvolen, 23 s.
- ŠEBEŇ, V., JANKOVIČ, J., KULLA, L., BOŠELA, M., 2008: Stav lesa po vetrovej kalamite zistený z terestrickej monitorovacej siete na sledovanie jeho vývoja. III. Seminár Pokalamitný výskum v TANAPE. 20. – 21. 11 2008, Stará Lesná, GÚ SAV, VS TANAP-u, ŠL TANAP-u, s. 191–202. ISBN 978-80-85754-20-9.
- ŠEBEŇ, V., KULLA, L., JANKOVIČ, J., 2009: Analýza výskytu, množstva a štruktúry odumretého dreva na tatranskom kalamitisku. In: TUŽINSKÝ, L., GREGOR, J. (eds.): *Vplyv vetrovej kalamity na vývoj lesných porastov vo Vysokých Tatrách*. Zborník recenzovaných vedeckých prác, Zvolen, TU vo Zvolene, s. 75–84.
- ŠEBEŇ, V., BOŠELA, M., 2011: Zmeny v obnove lesa na kalamitisku zistené v monitorovacej sieti procesu revitalizácie (2007–2010). In: TUŽINSKÝ, L., GREGOR, J. (eds.): *Veterná kalamita a smrekové ekosystémy*. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, s. 163–172. ISBN 978-80-228-2252-7.
- ŠMELKO, Š., 2009: Metodika biometrického spracovania údajov získaných v rámci monitoringu poškodenia lesných ekosystémov Vysoké Tatry 2007 (2008). In: TUŽINSKÝ, L., GREGOR, J. (eds.): *Vplyv vetrovej kalamity na vývoj lesných porastov vo Vysokých Tatrách*. Zborník recenzovaných vedeckých prác, Zvolen, TU Zvolen, s. 193–204.
- ŠMELKO, Š., MERGANIČ, J., ŠEBEŇ, V., RAŠI, R., JANKOVIČ, J. 2006: Národná inventarizácia a monitoring lesov Slovenskej republiky 2005–2006. Metodika terénneho zberu údajov, Zvolen, NLC, 130 s.

**Ing. Vladimír Šebeň, PhD.<sup>1</sup>, Ing. Milan Zúbrik, PhD.<sup>2</sup>, Ing. Jaroslav Jankovič, CSc.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 2175/22, SK – 960 92 Zvolen, e-mail: seben@nlcsk.org

<sup>2</sup>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Lesnícka ochranárska služba, Lesnícka 11, SK – 969 23 Banská Štiavnica, e-mail: zubrik@nlcsk.org