

## Hodnocení dopadů extrémních klimatických epizod 2004 na horské lesy Tiché a Kôprové doliny (TANAP, Slovenská republika)

*Kupec, P., Schneider, J., Vyskot, I., Fialová, J.  
Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně*

### Summary:

More than 12 000 ha of forests in National Park High Tatras, Slovakia was devastated by the extreme wind calamity in September 2004. This kind of calamity should be specified as an 80 year periodical phenomenon of dynamic air mass which destroys mountainside and basin sites of monocultural spruce forests especially original water influenced grazing areas. Ecological damage risen from calamity is valuated by the method of Quantification and Evaluation of Forest Functions (Vyskot I. and col. 2003) on base of bilateral agreement of the Czech Republic and Slovakia. Locality with the highest level of nature protection (Tichá and Kôprova valley) are valuated primarily. Status of localities is compared before and after calamity on the base of functional potentials with respect to the grades of injury. Quantification of functional damage detects impact on landscape environment and optimalization of its revitalization and social utilization.

*Key words:* National Park High Tatras, Slovakia, calamity, forest functions, social utilization

### Abstrakt

Extrémní větrná kalamita z listopadu 2004 devastovala více než 12 000 ha lesů národního parku Vysoké Tatry (TANAP SR). Jde o cca 80-letý periodický jev specifické dynamiky vzdušných mas exploatující úboční a kotlinová stanoviště převážně monokulturních smrkových porostů, často vodou ovlivněných, původně pastevních areálů. Na základě mezinárodní dohody ČR a SR je metodou ekosystémové kvantifikace (Vyskot, I. a kol. 1999-2003) posuzován stav celospolečenských funkcí lesů v důsledku kalamity a vzniklá újma. Primárně jsou hodnoceny lokality nejvyššího stupně ochrany přírody – Tichá a Kôprová dolina. Komparován je, na základě funkčních potenciálů, stav diferencované funkční účinnosti ekosystémových typů před kalamitou s jejich funkční účinností po kalamitě dle stupňů poškození. Kvantifikace funkční újmy lesních ekosystémů detekuje dopady na krajinné prostředí a optimalizaci jeho revitalizace a celospolečenského využití.

*Klíčová slova:* TANAP, SR, kalamita, funkce lesů, celospolečenské využití

### Úvod

Extrémní větrná kalamita z listopadu 2004 devastovala více než 12 000 ha lesů národního parku Vysoké Tatry (TANAP SR). Jde o cca 80-letý periodický jev specifické dynamiky vzdušných mas exploatující úboční a kotlinová stanoviště převážně monokulturních smrkových porostů, často vodou ovlivněných, původně pastevních areálů. Na základě mezinárodní dohody ČR a SR je metodou ekosystémové kvantifikace (Vyskot, I. a kol. 1999-2003) posuzován stav celospolečenských funkcí lesů v důsledku kalamity a vzniklá újma. Primárně jsou hodnoceny lokality nejvyššího stupně ochrany přírody – Tichá a Kôprová dolina.

Komparován je, na základě funkčních potenciálů, stav diferencované funkční účinnosti ekosystémových typů před kalamitou s jejich funkční účinností po kalamitě dle stupňů poškození. Kvantifikace funkční újmy lesních ekosystémů detekuje dopady na krajinné prostředí a optimalizaci jeho revitalizace a celospolečenského využití.

### Metodika

Újma a funkční hodnota lesních ekosystémů Tiché a Kôprové doliny byla vyhodnocena a finančně vyjádřena na explikovaných plošných ekosystémových jednotkách lesů na základě:

- stanovení funkčních potenciálů pro dotčené lesní ekosystémy
- determinace reálných efektů funkcí lesů před kalamitou
- terénních analýz aktuálního stavu reálných efektů v důsledku kalamity
- výpočtu funkční hodnoty, její újmy a finanční kalkulace

Metodika hodnocení celospolečenských funkcí lesa (Vyskot a kol, 1996 - 2000, dále jen „Metodika“) konstatuje, že vliv lesního porostu na životní prostředí je reprezentován jeho celospolečenskými funkcemi - bioprodukční, ekostabilizační, hydricko-vodohospodářskou, edafickou-půdoochrannou, sociálně-rekreační a zdravotně-hygienickou.

Na konkrétním stanovišti za optimálních porostních podmínek dosahuje schopnost lesního porostu produkovat celospolečenské funkce svého maxima, tj. reálného potenciálu ( $RP_n$ ). Reálný efekt funkcí lesů ( $RE_n$ ) vyjadřuje hodnotu skutečné funkční schopnosti (účinnosti) lesních porostů, vyplývající z jejich aktuálního „porostního“ stavu. Zatímco reálný potenciál je vyjádřením optimálně možné funkční schopnosti, reálný efekt je mírou jeho konkrétního aktuálního naplnění (Vyskot a kol. 2000). Komplexní postup stanovení reálných potenciálů ( $RP_n$ ) a reálných efektů ( $RE_n$ ) je podrobně uveden v monografii Vyskot a kol. (2003):

Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky.

Z výše uvedeného je zřejmé, že Metodika Vyskot a kol. byla koncipována pro podmínky České republiky. Prvním krokem proto bylo ověření její použitelnosti pro poměry Slovenska, speciálně Vysokých Tater. Srovnáním údajů determinačních kritérií (viz tab. 1) jednotlivých funkcí lesů bylo zjištěno, že ekosystémové podmínky lesních porostů v údolní části Tiché a Kôprové doliny odpovídají podmínkám hospodářských souborů (HS), zejména HS 71, 73, 75, 77, 79, 1, 2 a 3. Následně bylo možné provést zařazení jednotek slovenské lesnické typologie - skupin souborů lesných typov (SSLT) do jednotek české hospodářské úpravy lesů - hospodářských souborů (HS). Hospodářské soubory sdružují stanovištně a produkčně podobné soubory lesních typů. Klíčem (měřítkem, převodním parametrem) k převodu proto byly obdobné stanovištní a biocenologické podmínky, odpovídající charakteristikám jednotlivých HS.

Na základě výsledků terénních šetření na 2 700 ha kalamitních ploch (z celkových cca 12 500 ha) byla vytvořena stupnice pro hodnocení kalamitou poškozených porostů (tab. 2). Ta specifikuje hodnoty redukčních kritérií zakmenění a zdravotního stavu pro kalamitou různě postižené plochy.

**Tab. 1** Determinační funkční kritéria (Vyskot a kol., 2003)

<b>a) parametry klimatické</b> (ekotop)
prům. roční teplota, prům.teplota ve vegetačním období, prům. roční maximální teplota, prům suma prům. denních teplot, prům.roční úhrn srážek, prům.úhrn srážek za vegetační období, prům.počet srážkových dnů se srážkami 0,1 mm+, prům. počet dnů se sněhem, prům. potenciální evapotranspirace, prům počet tropických dnů, prům.počet letních dnů, prům. počet ledových dnů, prům. délka vegetačního období, prům.délka slunečního svitu, prům. počet dnů fyziologické teploty
<b>b) parametry hydrologické</b> (ekotop)
prům. roční úhrn srážek, prům.roční úhrn horizontálních srážek, potenciální vsak, potenciální odtok, prům.úhrn intercepce, prům.hodnota evapotranspirace, propustnost půdy
<b>c) terénní kritéria</b> (ekotop)
koeficient přístupnosti terénu, nadmořská výška-energie reliéfu, koeficient sklonu, únosnost stanoviště, koeficient terénní dostupnosti
<b>d) geopedologická kritéria</b> (ekotop)
potenciální vsak, propustnost půdy, hloubka půdy, geopedologický koeficient, humusová forma, koeficient sklonu, intenzita humifikace

<b>e) biotická kritéria (biocenóza)</b>
diverzita, bonita dřevin, stupeň přirozenosti, geopedologický koeficient, intenzita humifikace, fyziologická biodiverzita dřevin, prachozáchytná účinnost dřevin, diverzita bylinného patra, pokryvnost bylinného patra

**Tab. 2** Hodnoty redukčních kritérií zakmenění a zdravotního stavu pro různé typy poškození lesních porostů

Typ	Zakmenění	Zdravotní stav
<b>A</b>	0 (ojediněle stojící stromy)	IV, IIIA, IIIB
<b>B</b>	2 - 4	IIIA, II
<b>C</b>	5 - 7	I, II
<b>D</b>	8 +	0, 0/I

- Zdravotní stav porostu:

0/I – porost s prvními symptomy poškození, I – slabě poškozený, II – středně poškozený, IIIa – silně poškozený, IIIb – velmi silně poškozený, IV – odumírající nebo odumřelý

Na základě informací hospodářského plánu byl určen původní stav porostů (věk, zakmenění, zdravotní stav), stanoveny porostní typy dřevinné skladby a vypočten reálný efekt funkcí lesů před kalamitou. Reálný efekt pro aktuální stav lesních porostů byl vypočten na základě hodnot verifikovaných v terénu.

### Výsledky

Do hospodářských souborů české hospodářské úpravy lesů (HÚL) bylo převedeno 64 skupin souborov lesných typov pro celou oblast Tater. Příklad zařazených jednotek je uveden v tabulce 3

**Tab. 3** Příklady zařazení jednotek slovenské typologie – SSLT – do hospodářských souborů české HÚL – HS

SSLT	Název	HS	SSLT	Název	HS
<b>0023</b>	Rašelinová jedl'ová smrečina	<b>77</b>	<b>6236</b>	Kamenitá papradinová smreková jedlina vst	<b>71</b>
<b>6111</b>	Extrémna borovicová smrečina vst	<b>1</b>	<b>7101</b>	Kamenitá brusnicová smrekovcová smrečina vst	<b>71</b>
<b>6112</b>	Svieža borovicová smrečina vst	<b>73</b>	<b>7101</b>	Sutinová rašelínková jarabinová smrečina	<b>71</b>
<b>6113</b>	Čučoriedková borovicová smrečina vst	<b>73</b>	<b>7102</b>	Kamenitá brusnicová jarabinová smrečina	<b>71</b>
<b>6121</b>	Sutinová rašelínková smrečina s jedlou vst	<b>71</b>	<b>7102</b>	Kamenitá brusnicová smrekovcová smrečina vst	<b>71</b>
<b>6122</b>	Brusnicová smrečina s jedl'ou vst	<b>71</b>	<b>7103</b>	Smlzová jarabinová smrečina	<b>73</b>

Pozn.:

- SSLT = skupiny souborov lesných typov

- HS = hospodářský soubor

V druhové skladbě porostů převažují porostní typy s dominantním smrkem ztepilým a různě velkou příměsí ostatních dřevin, zejména borovice limby a modřinu opadavého, z listnáčů javoru kleny *Acer pseudoplatanus* L. či jeřábu ptačího *Sorbus aucuparia* L.. Tab. 4 znázorňuje

příklad reálných potenciálů funkcí lesů pro vybrané porostní typy, zastoupené v Tiché a Kôprové dolině. Celkový reálný potenciál všech prezentovaných porostních typů se pohybuje v průměrných hodnotách (třída RP<sub>II</sub> III).

**Tab. 4** Reálné potenciály celospolečenských funkcí lesních porostů pro jednotlivé porostní typy v rámci HS

Dílec	PT	HS	Reálný potenciál funkcí lesa $RP_n$ (v hodnotových stupních)						$\Sigma RP_n$	Třída $RP_n$
			BP	ES	HV	EP	SR	ZH		
139	C1/Z1P8P9P9x	1	3	2	3	5	2	5	20	III
146	C1	71	3	1	3	4	2	5	18	III
149	D1	73	3	4	3	3	3	4	20	III
138b	M1P4	71	3	3	3	4	3	4	20	III
140a	C1/D1P9x	71	3	2	3	4	3	5	20	III
143c	C1/D9xP1	73	3	4	3	3	3	4	20	III
148a	D1/D1P2	71	3	2	3	4	3	5	20	III
148b	C1	71	3	1	3	4	2	5	18	III
152b	M1P4/M9xZ1	73	2	3	3	3	4	4	19	III
172a	D1/D9xP1	71	3	3	3	4	3	4	20	III
240a	C1	73	3	3	3	3	2	4	18	III

Pozn.:

- PT = porostní typ:

C1 – čistý PT smrkový, D1 – smíšený PT s dominantním podílem smrku a vtroušenými dřeviny, M1P4 – smíšený PT s majoritním zastoupením smrku s přimíšeným PT modřínovým, D1P9x – smíšený PT s dominantním podílem smrku s přimíšeným PT ostatních listnáčů, D1P2 – smíšený PT s dominantním podílem smrku s přimíšeným PT jedlovým, D9xP1 – smíšený PT s dominantním podílem ostatních listnáčů s přimíšeným PT smrkovým, M9xZ1 – smíšený PT s majoritním zastoupením ostatních listnáčů s nesourodým základním PT smrkovým, Z1P8P9P9x – nesourodý porostní typ PT smrkového s přimíšenými PT kosodřevinovým, topolovým a ostatních listnáčů

- HS = hospodářský soubor:

1 – lesy ochranné na mimořádně nepříznivých stanovištích, 71 – extrémní stanoviště horských poloh, 73 – kyselá stanoviště horských poloh

- Třída  $RP_n$  III: třída reálného potenciálu - střední

- Funkce lesa:

BP = bioprodukční, ES = ekologicko-stabilizační, HV = hydricko-vodohospodářská, EP = edafická půdoochranná, SR = sociálně-rekreační, ZH = zdravotně-hygienická

Reálné potenciály funkcí lesů odpovídají stanovištním poměrům a optimálnímu stavu lesního porostu. Proto se nemění v závislosti na jeho aktuálním stavu. Skutečný stav lesních porostů vyjadřuje reálný efekt funkcí lesů, prostřednictvím redukčních kritérií věku, zakmenění a zdravotního stavu. Reálný efekt odráží

změny ve stavu lesního ekosystému a slouží jako podklad pro jejich další vyhodnocování (mj. i finanční).

Hodnoty redukčních kritérií zdravotního stavu, věku a zakmenění vychází z lesního hospodářského plánu.

**Tab. 5** Funkčně redukční kritéria v reálných hodnotách – stav před kalamitou

Dílec	Hodnoty funkčně redukčních kritérií stav před kalamitou		
	Věk (roky)	Zakmenění	Zdravotní stav
139	80/15	6/1	0/I
146	65	7	0/I
149	50	8	0/I
138b	65	7	0/I
140a	85/8	6/1	0/I
143c	100/5	7/4	0/I
148a	60/15	7/1	0/I
148b	55	7	0/I
152b	60/10	7/2	0/I
172a	125/10	7/3	0/I
240a	75	7	0/I

Pozn.:

- Zdravotní stav porostu:

0/I – porost s prvními symptomy poškození

Z tabulky 5 je zřejmé, že zdravotní stav porostů byl dobrý, pouze s ojedinělým poškozením. Porosty byly převážně dospívající až zralé, mírně rozvolněné, v důsledku čehož byl možný vznik následných etází.

Hodnoty funkčně redukčních kritérií po kalamitě (stav k červenci 2005) obsahuje tab. 6.

Ve více než polovině případů se jedná o holiny s jednotlivě stojícími stromy, jejichž zdravotní stav je výrazně zhoršený. Tři dílce (148a, 152b a 172a) reprezentují plochy nepostižené nebo málo postižené kalamitou..

**Tab. 6** Funkčně redukční kritéria v reálných hodnotách – stav po kalamitě

Dílec	Hodnoty funkčně redukčních kritérií stav po kalamitě		
	Věk (roky)	Zakmenění	Zdravotní stav
139	0	0	I
146	0	0	IIIb
149	50	3	II
138b	0	0	IIIa
140a	0	0	IIIa
143c	0	0	IV
148a	60/15	7/1	0/I
148b	0	0	IIIb
152b	60/10	5/2	I
172a	125/10	7/3	0/I
240a	0	0	I

Pozn.:

- Zdravotní stav porostu:

0/I – porost s prvními symptomy poškození, I – slabě poškozený, II – středně poškozený, IIIa – silně poškozený, IIIb – velmi silně poškozený, IV – odumírající nebo odumřelý

Na základě výše uvedených hodnot redukčních kritérií byly stanoveny hodnoty reálných efektů funkcí lesů před a po kalamitě. Pro lepší vypovídací schopnost bylo zvoleno jejich vyjádření v procentech reálného potenciálu RP<sub>fl</sub> (rovná se 100%). Původní stav porostů vykazoval hodnoty reálných efektů převážně nad 60%

RP<sub>fl</sub> (viz tab. 6a). Po kalamitě poklesla hodnota reálného efektu (tab. 7), tedy aktuální funkční účinnosti lesních porostů, do pásma 10 – 20% u silně poškozených porostů. U porostů méně postižených došlo k poklesu na cca polovinu původní hodnoty.

**Tab. 7** Reálné efekty celospolečenských funkcí lesa porostů – stav před kalamitou

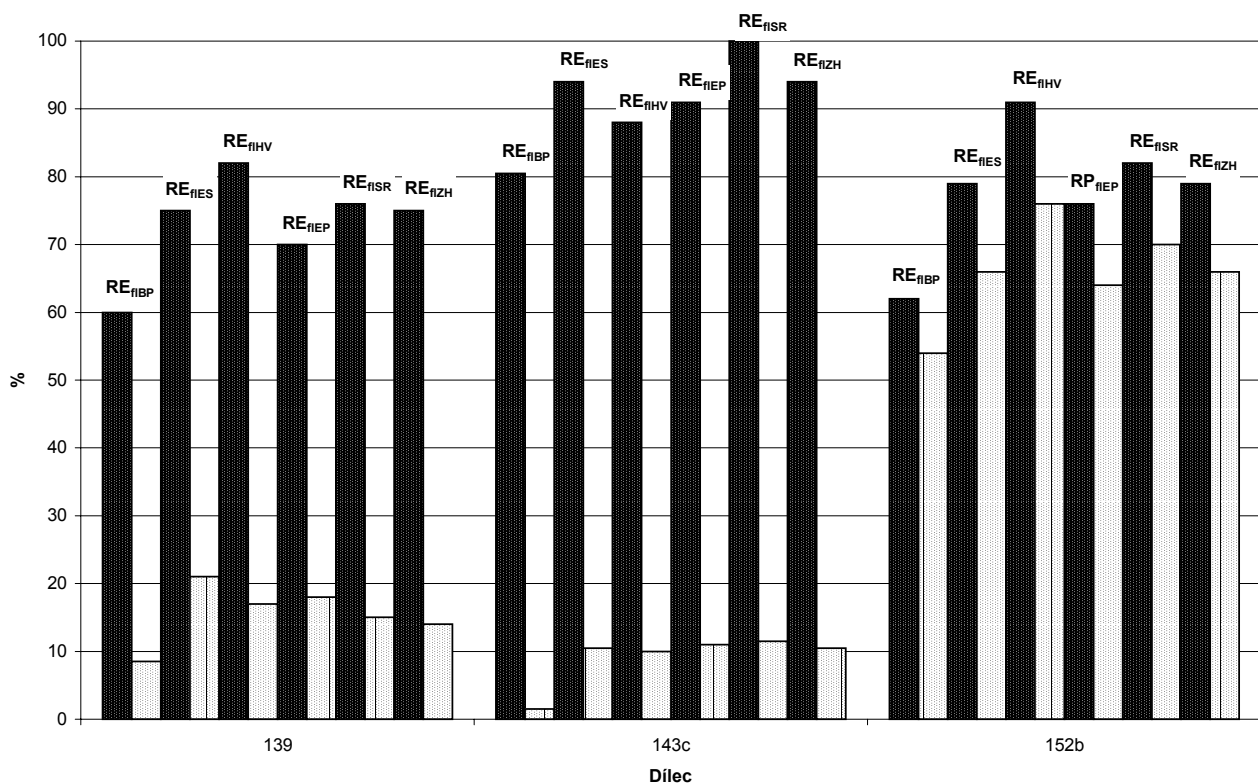
Dílec	RE <sub>fl</sub> – původní stav lesního porostu (v % RP <sub>fl</sub> )					
	BP	ES	HV	EP	SR	ZH
139	60,0	75,0	82,0	70,0	76,0	75,0
146	62,0	79,0	91,0	76,0	82,0	79,0
149	41,0	67,0	94,0	59,0	60,0	57,0
138b	62,0	79,0	91,0	76,0	82,0	79,0
140a	74,0	90,0	82,0	85,0	94,0	90,0
143c	80,5	94,0	88,0	91,0	100,0	94,0
148a	62,0	79,0	91,0	76,0	82,0	79,0
148b	41,0	67,0	94,0	59,0	60,0	57,0
152b	62,0	79,0	91,0	76,0	82,0	79,0
172a	95,5	94,0	85,0	91,0	100,0	91,0
240a	62,0	79,0	91,0	76,0	82,0	79,0

**Tab. 8** Reálné efekty celospolečenských funkcí lesa porostů – stav po kalamitě

Dílec	RE <sub>fl</sub> – aktuální stav lesního porostu (v % RP <sub>fl</sub> )					
	BP	ES	HV	EP	SR	ZH
139	8,5	21,0	17,0	18,0	15,0	14,0
146	2,5	12,0	11,0	12,0	12,0	11,0
149	32,0	50,0	79,0	46,0	50,0	48,0
138b	4,5	15,0	13,0	14,0	13,0	12,0
140a	4,5	15,0	13,0	14,0	13,0	12,0
143c	1,5	10,5	10,0	11,0	11,5	10,5
148a	62,0	79,0	91,0	76,0	82,0	79,0
148b	2,5	12,0	11,0	12,0	12,0	11,0
152b	54,0	66,0	76,0	64,0	70,0	66,0
172a	95,5	94,0	85,0	91,0	100,0	91,0
240a	8,5	21,0	17,0	18,0	15,0	14,0

Graf 1 znázorňuje rozdíl hodnot reálných efektů na příkladu dílců 139, 143c a 152b. Plochy dílců 139 a 143c byly kalamitou postiženy silně, dílec 152b byl zasažen méně.

**Graf 1** Srovnání reálných efektů celospolečenských funkcí lesů REfl před a po větrné kalamitě na příkladu dílců 139, 143c a 152b



## Diskuze

V důsledku větrné kalamity došlo k rozhodnému snížení aktuální funkční účinnosti (reálného efektu) lesních porostů v Tiché a Kôprové dolině v řádu desítek procent. Minimální hodnoty se koncentrují na holinách bez stojících stromů nebo s ojedinělými solitery špatného zdravotního stavu. Destrukci lesních porostů dochází vždy k podstatnému snížení jejich funkční účinnosti. Ta však nikdy není nulová, protože i holiny alespoň v minimální míře funkční efekty poskytují. Na těchto lokalitách je funkce bioprodukční naplňována 2,5 %, ekologicko-stabilizační 12 %, hydricko-vodohospodářská 11 %, edafická půdoochranná 12 %, sociálně-rekreační 12 % a zdravotně-hygienická 11 %.

Rozdíly hodnot reálných efektů lesních porostů před a po kalamitě umožňují v rámci použité metodiky finanční vyjádření vzniklé funkční újmy. Z dosud zpracovaných hodnocení újmy v obdobných podmínkách (horské lesy) vyplývá, že při odlesnění 1ha vzniká

újma, odpovídající finančnímu vyjádření průměrně 4,2 mil. Kč. Při celkové ploše zájmového území v Tiché a Kôprové dolině 212,14 ha se predikovaná výše újmy pohybuje okolo 534 mil. Kč

Rozhodné však je, že větrné extrémů tohoto typu mají opakující se charakter. Současné smrkové monokultury v Tatrách jsou nepůvodní a zejména díky převážně homogenní zjednodušené struktuře mají snížený stabilizační charakter. Vinit lesní hospodářství ze vzniklých škod je nepředložené. Je však nutné využít současných lesohospodářských a ekologických poznatků o mechanické a ekologické stabilitě lesních porostů ke změnám v hospodaření, vedoucích ke zvýšené stabilitě lesních porostů proti potenciálním ohrožením.

## Závěr

Hodnocení újmy na celospolečenských funkcích lesů vzniklých v důsledku mimořádné větrné epizody bylo provedeno na 212,14 ha postižené plochy Tiché a Kôprové doliny. V druhové skladbě porostů převažují porostní

typy s dominantním smrkem ztepilým a různě velkou příměsí ostatních dřevin. Ekosystémové podmínky lesních porostů v údolní části Tiché a Kôprové doliny odpovídají podmínkám hospodářských souborů (HS), zejména HS 71, 73, 75, 77, 79, 1, 2 a 3. Funkční újma byla stanovena na základě rozdílu reálných efektů porostů před a po kalamitě. Původní stav porostů vykazoval hodnoty reálných efektů převážně nad 60%  $RP_{fl}$ . Po kalamitě poklesla hodnota reálného efektu, tedy aktuální funkční účinnosti lesních porostů, do pásma 10 – 20% u silně poškozených porostů. U porostů méně postižených do-

šlo k poklesu na cca polovinu původní hodnoty. Po analýze lze konstatovat, že větru lépe odolaly přimíšené dřeviny jako modřín, borovice limba a listnáče, zatímco smrkové porosty byly destruovány. Rozhodné však je, že větrné extrémů tohoto typu mají opakující se charakter. Je proto nutné využít současných lesohospodářských a ekologických poznatků o mechanické a ekologické stabilitě lesních porostů ke změnám v hospodaření, vedoucích ke zvýšené stabilitě lesních porostů proti potenciálním ohrožením.

## Literatura

- AMBROS, Z.: Základné funkčné potenciály lesných ekosystémov vysokých pohorí SSR, ZZV, Banská Bystrica, 1985, 43 s.
- MIDRIAK, R.: Kvantitatívne zhodnotenie podoobchranného funkčného potenciálu horských lesov na Slovensku. Lesnícky časopis, 27, č. 1, 1981, s. 19 - 34
- Vyskot, I. a kol.: Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky, MŽP ČR, Praha, 2003, 210 s. ISBN 80-900242-1-1
- VYSKOT, I. a kol.: Vyhodnocení aktuální újmy celospolečenských funkcí lesů NP Šumava na příkladu reprezentativních ploch LS Modrava. Projekt MŽP ČR, Praha, 2000, 87 s.
- VYSKOT, I.: Vliv modifikované struktury smrčiny na její porostní prostředí. In: Sbor.věd.konf. "Bioklima a LH", Bílý Kříž, 1991, s. 99-103.