

VÝVOJ VEGETÁCIE SMREKOVÝCH LESOV S RÔZNYM MANAŽMENTOM PO VETROVEJ KALAMITE

František Máliš, Radko Fábry, Anna Vodálová

ÚVOD

Dynamika horských smrekových lesov je do značnej miery formovaná disturbanciami (FRELICH 2002). K najvýznamnejším z nich patria vietor a premnoženie podkôrneho hmyzu, pričom plošný rozsah nimi spôsobených rozpadov je neraz veľký a má významný podiel na formovaní štruktúry lesov (LINDENMAYER a kol. 2008, SVOBODA a kol. 2014). V oblasti Vysokých Tatier ide o periodicky sa opakujúci silný prepadavý vietor, ktorý spôsobuje veľkoplošné rozpady smrekovo-smrekovcových lesov (ZIELONKA a kol. 2009).

Takouto veľkou udalosťou bola aj vetrová kalamita z roku 2004, ktorá podnietila rozsiahly ekologický výskum vplyvu takto rozsiahleho rozpadu na lesný ekosystém (FLEISCHER, HOMOLOVÁ 2011). V dôsledku zničenia stromovej vrstvy dochádza k mnohým zmenám vo vlastnostiach prostredia. Vegetácia na tieto intenzívne zmeny reaguje. Mení sa nielen druhové zloženie rastlinných spoločenstiev, ale podstatne sa zmení aj zastúpenie jednotlivých druhov. Dominanciu získavajú druhy, ktoré sú adaptované svojou životnou stratégiou na narušené zóny lesa. Rôznym typom rúbaniskovej vegetácie rozvinutým po kalamitnej udalosti v rámci celého postihnutého územia sa venovali MÁLIŠ a kol. (2010). Detailnejší prístup na menšom počte plôch bol uplatnený vo viacerých prácach, napríklad OLŠAVSKÁ a kol. (2008), VODÁLOVÁ a kol. (2008), ŠOLTÉS a kol. (2010), FLEISCHER, HOMOLOVÁ (2011), HOMOLOVÁ, KYSELOVÁ (2011). Dominantné postavenie v porastoch zasiahnutých kalamitou získavajú najmä druhy *Calamagrostis villosa*, *Calamagrostis arundinacea*, *Rubus idaeus* a *Chamaerion angustifolium*, čiastočne *Avenella flexuosa* a *Luzula luzuloides*. V prípade niektorých z nich je možné bližšie špecifikovať aj vyhovujúce podmienky. Napríklad *Rubus idaeus* je hojný najmä na stanovištiach bohatších na živiny, kým *Avenella flexuosa* sa uplatní najmä na oligotrofnejších a kyslejších stanovištiach. Typický druh rúbanísk *Calamagrostis epigejos* (JAROLÍMEK a kol. 1997) je na tatranskom kalamitisku relatívne vzácny. Celková druhová rozmanitosť (diverzita) má počas prvých rokov po kalamitnej udalosti mierne vzostupný trend (ŠOLTÉS a kol. 2010). Na veľkej väčšine územia postihnutého vetrovou kalamitou bola drevná hmota vyťažená a spracovaná, v časti územia bola však nespracovaná a ponechaná na kalamitisku. Dôležitou otázkou je, ako sa bude lesný ekosystém vyvíjať v rámci týchto odlišných prístupov v manažmente územia. V rámci hodnotenia vývoja vegetácie sa osobitá pozornosť venuje obnove drevín (JONÁŠOVÁ a kol. 2010, ŠEBEŇ 2010, ŠEBEŇ, BOŠELA 2011).

V našej práci nadväzujeme na výskum v dolnej časti Furkotskej doliny, v širšom okolí Rakytovských pliesok, kde boli v rokoch 2006 až 2008 založené a hodnotené trvalé plochy

v rôznych formách manažmentu (VODÁLOVÁ a kol. 2008, ŠTEFANČÍK a kol. 2009, ČABOUN a kol. 2011). Vo výskume sme pokračovali v roku 2013. Cieľom tejto práce je zhodnotiť vývoj vegetácie vrátane obnovy drevín po dlhšom časovom odstupe.

METODIKA

Založenie plôch a zber údajov

Trvalé výskumné plochy (TVP) v okolí Rakytovských pliesok boli založené v roku 2006. V rokoch 2006 – 2008 prebiehal na plochách intenzívny výskum zameraný na rôzne zložky ekosystému. Komplexný prehľad prinášajú práce ŠTEFANČÍK a kol. (2009), ČABOUN a kol. (2011). Celkovo bolo založených deväť trvalých plôch v tranzekte siahajúcom od Cesty slobody po Tatranskú magistrálu. Polohu plôch a základné charakteristiky uvádza Tabuľka 1. Plochy boli založené v troch typoch lesných porastov. Tri TVP reprezentujú kalamitou postihnutý porast s vyťaženou drevnou hmotou (EXT), tri ďalšie kalamitou postihnutý porast bez vyťaženia drevnej hmoty (NEX) a tri boli založené v nepoškodenom lesnom poraste (REF). V rámci každého typu (EXT, NEX, REF) reprezentovali plochy istý gradient od silného poškodenia po relatívne mierne (EXT, NEX) alebo od celkom nepoškodeného porastu po mierne poškodený (REF). V nasledujúcom období po založení plôch sa prudko zvýšila populácia podkôrneho hmyzu, ktorá spôsobila mortalitu porastových zvyškov na poškodených plochách. V prípade referenčných plôch (REF) došlo len k čiastočnému poškodeniu porastov.

Tabuľka 1 Základné charakteristiky trvalých výskumných plôch

plocha	manažment	JPRL	SLT	lesný typ	nadmorská výška (m)	sklon (°)	expozícia	rozmery (m)	zemepisná šírka	zemepisná dĺžka
S1	REF	341	CP	7102	1448	28	JZ	30 x 30	N 49°08'06,1"	E 20°01'38,6"
S2	NEX	340a	CP	7103/02	1440	12	J	30 x 30	N 49°08'02,6"	E 20°01'40,1"
S3	REF	340b	CP	7103/02	1454	5	J	30 x 30	N 49°08'01,9"	E 20°01'54,0"
S4	EXT	336	Pa	6124	1294	6	J	30 x 30	N 49°07'21,6"	E 20°01'46,4"
S5	EXT	336	Pa	6124	1282	6	JZ	20 x 40	N 49°07'18,9"	E 20°01'44,9"
S6	EXT	336	Pa	6124	1281	6	J	30 x 30	N 49°07'16,9"	E 20°01'42,0"
S7	NEX	338a	SP	7103	1310	10	Z	20 x 20	N 49°07'37,5"	E 20°01'32,6"
S8	NEX	340d	SP	7102	1310	6	JZ	20 x 20	N 49°07'38,0"	E 20°01'31,0"
S9	REF	340c	SP	7103	1324	15	J	20 x 20	N 49°07'44,9"	E 20°01'33,2"

CP - Cembreto-Piceetum; Pa - Picetum abietinum; SP - Sorbeto-Piceetum

V rokoch 2006, 2007, 2008 a 2013 boli na plochách vyhotovené fytoecologické zápisy metodikou lesníckej typológie (RANDUŠKA a kol. 1986). Pre účely tejto štúdie neboli údaje z roku 2007 použité. Na každej TVP bolo založených systematicko-náhodným spôsobom na uhlopriečkach 9 subplôch s rozmermi 1x1 m. Výnimkou sú niektoré plochy, kde bolo založených menej subplôch, konkrétne S2 – 8 subplôch, S8 – 6 subplôch, S7 – 6 subplôch. Na subplochách bola vegetácia zaznamenaná rovnakým spôsobom. Pozícia plôch, aj subplôch bola v teréne označená drevenými kolíkmi. V roku 2013 boli všetky úspešne lokalizované a značenie bolo obnovené. V roku 2013 boli na plochách detailne a celoplošne spočítané jedince obnovy drevín s rozdelením do dvoch vrstiev: od 20 cm do 1,3 m a od 1,3 m do 5 m. Taxonomická nomenklatúra je uvádzaná podľa prehľadu MARHOLD, HINDÁK (1998).

Analýza údajov

Základom zhodnotenia údajov sú gradientové analýzy a tabuľky prezentujúce fytoecologické zápisy roztriedené podľa typu manažmentu a roku zberu údajov. V prípade subplôch je prezentovaná synoptická tabuľka. Gradientová analýza bola vykonaná osobitne pre údaje z plôch a osobitne pre údaje zo subplôch. V oboch prípadoch bola variabilita údajov zistená realizáciou nepriamej analýzy DCA a na základe dĺžky gradientu bola vybratá lineárna (PCA) alebo unimodálna metóda (DCA). Hoci pokrývnosť druhov je výrazne ovplyvňovaná intenzitou poškodenia porastu a jej zmeny sú predmetom výskumu, z viacerých dôvodov boli hodnoty pokrývnosti v ordinačných analýzach transformované. Jedným z dôvodov bol fakt, že v roku 2013 bola pokrývnosť odhadovaná iným pracovníkom ako v predchádzajúcich rokoch. Ďalším dôvodom je potreba vyzdvihnúť význam druhov s nízkou pokrývnosťou. V prípade analýzy na úrovni plôch bola pokrývnosť transformovaná logaritmicky, v prípade subplôch druhou odmocninou. Pri výpočte počtu druhov na výskumných plochách bola zohľadnená rôzna veľkosť plôch. Počet druhov bol prepočítaný na štandardný rozmer, ktorým bola priemerná veľkosť plochy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vývoj vegetácie v čase

Komplexný pohľad na vývoj druhového zloženia v sledovanom období od roku 2006 prezentujú výsledky gradientových analýz (Obr. 1 a 2). Sukcesné trajektórie jednotlivých plôch sú vo väčšine prípadov až prekvapivo jasné (Obr. 1). Kým referenčná plocha S1 je v ordinačnom priestore stabilná, čo znamená minimálne zmeny v čase, na iných plochách, najmä s nespracovanou kalamitou (NEX), sa druhové zloženie menilo výraznejšie. Zmena vegetácie na ostatných referenčných plochách (S3, S9) je výsledkom zníženia zápoja v dôsledku mortality časti porastov spôsobenej premnožením podkôrneho hmyzu. Charakter vegetácie referenčných plôch v roku 2013 sa priblížil tomu, aký bol na plochách s nespracovanou kalamitou (NEX) v roku 2006. Domnievame sa teda, že prízemná vegetácia v lesných porastoch nepostihnutých v roku 2004 vetrovou kalamitou sa v dôsledku postupného odumierania stromov približuje k stavu zachytenému v lesných porastoch s nespracovanou kalamitou (NEX) krátko po kalamitnej udalosti. Doterajšia trajektória tejto postupnej premeny obchádza charakter vegetácie na plochách, kde bola drewná hmota spracovaná (EXT). Druhové zloženie na EXT plochách je pritom odlišné od plôch NEX a REF vo všetkých sledovaných obdobiach. Poukazuje to na to, že vyťaženie drewnej hmoty spôsobuje odchýlku vo vývoji prízemnej vegetácie od prirodzeného vývoja bez ľudského vplyvu. Potvrďuje to príklad konkrétnej plochy S4, ktorá bola vetrovou kalamitou zasiahnutá len čiastočne. Jej pozícia v ordinačnom priestore je teda spomedzi plôch EXT najbližšie ku plochám NEX a REF. Najmä medzi rokmi 2008 a 2013 došlo na nej k úhynu a ťažbe mŕtvych stromov, čo sa jasne prejavilo v posune ku ostatným plochám EXT. Výsledok gradientovej analýzy na úrovni malých subplôch s rozmermi 1x1 m nie je až taký jasný (Obr. 2). Pozícia subplôch v rámci odlišného manažmentu sa vzájomne prelína, čo je spôsobené ich veľkosťou a počtom. Na malých plochách nie je možné zachytiť celkovú druhovú bohatosť tak komplexne ako na veľkých plochách, avšak umožňujú detailnejšie a presnejšie záznamy.

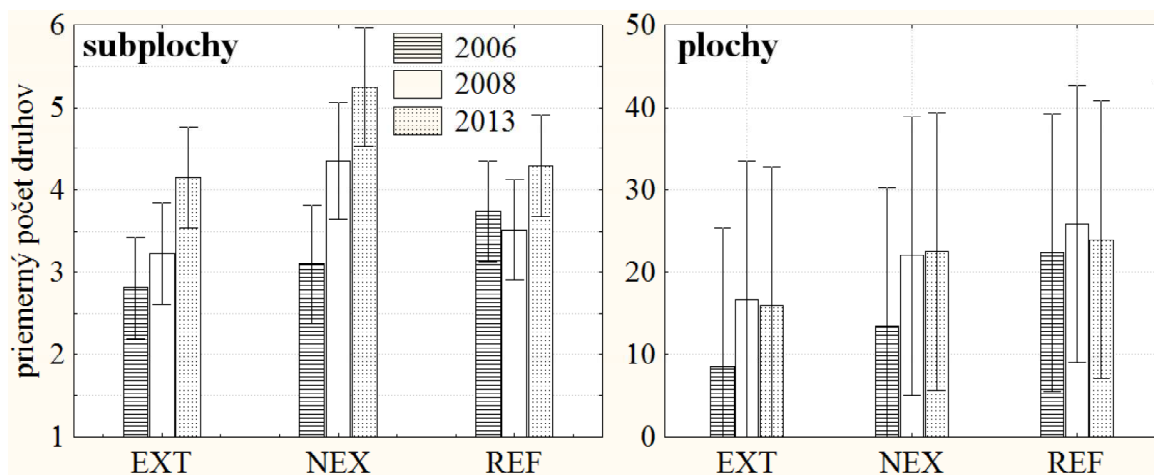
Tabuľka 3 Synoptická tabuľka zostavená z druhového zloženia na subplôchách

manažment		EXT			NEX			REF		
rok		2006	2008	2013	2006	2008	2013	2006	2008	2013
počet subplôch		27	27	27	20	20	20	27	27	27
druh (frekvencia) - vrstva										
druhy, ktorých frekvencia vzrástla v prípade niektorého manažmentu										
<i>Calamagrostis villosa</i>	6	89	89	100	65	60	95	85	67	74
<i>Vaccinium myrtillus</i>	6	41	56	74	90	90	95	78	70	85
<i>Avenella flexuosa</i>	6	85	78	93	45	80	90	44	41	56
<i>Homogyne alpina</i>	6	19	15	33	50	55	45	44	41	52
<i>Vaccinium vitis - idaea</i>	6	0	11	7	0	30	40	33	44	44
<i>Oxalis acetosella</i>	6	7	4	22	15	25	15	30	33	52
<i>Chamaerion angustifolium</i>	6	0	19	30	0	25	50	0	0	7
<i>Luzula luzuloides</i>	6	7	15	19	0	10	10	4	4	0
<i>Picea abies</i>	5	15	4	4	0	5	5	4	0	0
<i>Picea abies</i>	7	0	0	0	0	5	15	4	7	7
<i>Luzula sylvatica</i>	6	4	0	0	15	5	10	7	4	19
<i>Veronica officinalis</i>	6	0	4	7	0	0	0	4	4	0
<i>Sorbus aucuparia</i>	5	4	0	0	0	0	0	0	4	7
<i>Picea abies</i>	4	0	4	4	0	0	0	0	0	0
<i>Athyrium filix-femina</i>	6	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Alchemilla</i> sp.	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Sorbus aucuparia</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Taraxacum</i> sp.	6	0	0	4	0	0	0	0	0	0
druhy, ktorých frekvencia klesla v prípade niektorého manažmentu										
<i>Carex digitata</i>	6	7	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex pilulifera</i>	6	0	4	0	0	0	0	4	4	0
<i>Hieracium pilosella</i>	6	0	0	0	0	0	0	4	4	0
<i>Urtica dioica</i>	6	0	0	0	5	5	0	0	0	0
<i>Deschampsia cespitosa</i>	6	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Solidago virgaurea</i>	6	0	0	0	5	0	0	0	0	0
druhy bez výraznejších zmien										
<i>Rubus ideaus</i> 5: 0; 0; 15; 0; 5; 15; 0; 0; 0; <i>Dryopteris dilatata</i> 6: 0; 0; 0; 10; 5; 20; 11; 0; 11; <i>Picea abies</i> 8: 0; 4; 4; 5; 5; 5; 4; 0; 0; <i>Nardus stricta</i> 6: 0; 0; 0; 0; 0; 4; 4; 7; <i>Luzula pilosa</i> 6: 0; 7; 0; 0; 10; 0; 0; 0; 0; <i>Crocus discolor</i> 6: 0; 0; 0; 0; 0; 11; 0; <i>Gentiana asclepiadea</i> 6: 0; 0; 0; 5; 5; 5; 0; 0; 0; <i>Hypericum perforatum</i> 6: 0; 4; 0; 0; 0; 4; 0; 4; <i>Maianthemum bifolium</i> 6: 0; 4; 0; 0; 5; 0; 0; 0; 0; <i>Senecio ovatus</i> 6: 0; 0; 0; 0; 5; 0; 0; 4; 0; <i>Myosotis sylvatica</i> 6: 0; 0; 0; 0; 0; 0; 4; 0; <i>Calluna vulgaris</i> 6: 0; 0; 0; 0; 5; 0; 0; 0; <i>Juniperus communis</i> 5: 0; 0; 0; 0; 5; 0; 0; 0;										
7 - dreviny do 20 cm; 6 - byliny; 5 - dreviny od 20 cm do 1,3 m; 4 - od 1,3 m do 5 m										

spomínaných aj druhy ďalšie trávovité, napríklad *Luzula luzuloides*, *Avenella flexuosa*, alebo paprade.

Na základe vyhodnotenia vývoja počtu druhov možno napriek značnej variabilite medzi plochami konštatovať, že najvýraznejšie zmeny v druhovej rozmanitosti sa udiali v prvých rokoch po kalamitnej udalosti (Obr. 4). Kým na referenčných plochách je počet druhov vyrovnaný, na plochách postihnutých kalamitou došlo medzi rokmi 2006 až 2008 k dvojnásobnému nárastu počtu druhov. Podobne ŠOLTÉS a kol. (2008) konštatujú, že druhová diverzita má počas prvých rokov po kalamitnej udalosti vzostupný trend. Naopak relatívne dlhé obdobie medzi rokmi 2008 a 2013 sa javí z pohľadu druhovej početnosti ako statické. Najvyšší počet druhov je však v referenčných porastoch, čo podnecuje otázku, či vetrová kalamita nespôsobila prudký prepád v druhovej početnosti ihneď po rozvrátení porastov. Stav pred kalamitou

a tesne po nej (rok 2005) žiaľ nie je zaznamenaný. Na plochách NEX sa javí počet druhov vyšší. Môže to súvisieť s už zmieneným negatívnym alebo pozitívnym pôsobením ťažby dreva na prítomnosť istých druhov, ale môže to byť aj výsledok metodických nepresností. Výmera plôch nebola jednotná, pričom typ manažmentu NEX bol plošne poddimenzovaný voči iným typom. Hoci druhová početnosť bola prepočítaná na priemernú veľkosť plochy, môže to byť zaťažené tým, že počet druhov nestúpa lineárne so zväčšujúcou sa výmerou plochy. Navyše intervaly spoľahlivosti sa prelínajú kvôli nízkej početnosti plôch a variabilite hodnôt. Pri hodnotení druhovej diverzity na subplochách (Obr. 3) je možné pozorovať podobné trendy, a síce zvyšovanie sa druhovej početnosti na kalamitou postihnutých plochách. Priemerný počet druhov je opäť vyšší v prípade porastov NEX. To podporuje predpoklad väčšieho počtu druhov na plochách bez ťažby kalamitného dreva, na druhej strane to môže byť aj dôsledok väčšej priestorovej variability fytoocenóz, teda väčšieho rozptýlenia druhov po ploche.



Obrázok 3 a 4 Vývoj druhovej početnosti na výskumných subplochách (1x1 m) a plochách. Stĺpce uvádzajú priemernú hodnotu, chybové úsečky 95 % interval spoľahlivosti.

Aktuálny stav obnovy drevín

Počet juvenilných jedincov drevín bol detailne stanovený len v roku 2013. Výsledné hodnoty (Tab. 4) teda neodrážajú vývoj v čase, ale len rozdielnosti v úspešnosti regenerácie drevín s odstupom deviatich rokov po veternej kalamite. Jednoznačne najúspešnejšie regenerujúcou drevinou na disturbovaných plochách je *Picea abies*. Vyššiu priemernú početnosť ako *Picea abies* dosahuje len *Sorbus aucuparia* na plochách REF. Pri porovnaní rôznych typov porastov, resp. manažmentu, je evidentné, že najlepšie sa obnovujú porasty, kde nebola drevná hmota vyťažená. Počet jedincov *Picea abies* vo výškovej kategórii od 20 cm do 1,3 m je až trojnásobne vyšší v type NEX, ako v type EXT. Vo vyššej výškovej kategórii od 1,3 do 5 m je už rozdiel menší, ale vždy výrazný, približne dvojnásobný. Tieto pomery platia aj pri vyhodnotení všetkých drevín spolu. Zrejmy je aj efekt zalesňovania na rozdiely medzi porastmi NEX a EXT. Kým v porastoch EXT prevažujú dreviny *Abies alba* a *Larix decidua* (len výšková kategória od 1,3 do 5 m), v porastoch NEX je omnoho viac pionierskych drevín *Sorbus aucuparia*, *Salix caprea* a *Betula pendula*.

Podobné, ale aj odlišné zistenia priniesli ďalšie štúdie zo skúmaného územia. Výsledky monitoringu na tatranskom kalamitisku z roku 2010 (ŠEBEŇ, BOŠEĽA 2011) preukázali veľmi dobrý stav prirodzenej obnovy, ktorý v početnosti značne prevyšoval umelú obnovu. Hoci

štúdia bližšie neskúmala rozdiely v obnove medzi spracovanou a nespracovanou kalamitou, poukazuje na možný negatívny vplyv aktívneho prístupu obnovy lesa. Kým na plochách, ktoré boli dôsledne obhospodarované (vyžívané) sa vyskytovalo v priemere 5 tis. ks.ha⁻¹, na nevyžívanom kalamitisku to bolo takmer dvakrát toľko, 8–10 tis. ks.ha⁻¹. Dôsledné vyžívanie spôsobuje odstraňovanie zmladenia prirodzene regenerujúcich pionierskych drevín. Približne rovnaké počty zmladenia v porastoch so spracovanou a nespracovanou kalamitou uvádzajú FLEISCHER, HOMOLOVÁ (2011), konkrétne 4,53 tis. ks.ha⁻¹ v type EXT a 4,44 tis. ks.ha⁻¹ v type NEX. HOMOLOVÁ, KYSELOVÁ (2011) uvádzajú, že obnova *Picea abies* a *Larix decidua* je početnejšia na plochách NEX a REF, kým na plochách EXT sa hojnejšie vyskútujú *Sorbus aucuparia* a *Corylus avellana*. JONÁŠOVÁ a kol. (2010) uvádzajú údaje z rokov 2007 a 2008. Počty zmladenia *Picea abies* boli približne dvojnásobne vyššie v porastoch NEX v porovnaní s porastami EXT. Vyššie počty v porastoch NEX dosahovali aj *Salix caprea* a *Betula pendula*.

Tabuľka 4 Počet jedincov drevín na výskumných plochách

manažment		EXT				NEX				REF			
plocha		S4	S5	S6	priemer	S2	S7	S8	priemer	S1	S3	S9	priemer
druh (ks.ha ⁻¹) - vrstva													
<i>Picea abies</i>	4	178	850	289	439	89	700	2150	980	444	200	400	348
	5	556	1125	533	738	422	2850	3650	2307	600	689	800	696
<i>Larix decidua</i>	4	0	0	278	93	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	156	52	422	50	0	157	0	0	150	50
<i>Sorbus aucuparia</i>	4	0	0	0	0	422	200	0	207	44	67	100	70
	5	111	75	0	62	644	0	0	215	167	2956	150	1091
<i>Salix caprea</i>	4	0	0	0	0	44	100	0	48	22	0	0	7
	5	0	0	0	0	111	250	0	120	0	0	0	0
<i>Pinus cembra</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	15
	5	0	0	0	0	111	0	0	37	22	89	0	37
<i>Juniperus communis</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	11
	5	0	13	0	4	0	0	50	17	22	0	50	24
<i>Betula pendula</i>	5	0	0	0	0	0	0	25	8	0	0	0	0
<i>Abies alba</i>	5	0	50	89	46	0	0	0	0	0	0	0	0
druhy spolu	4	178	850	567	531	556	1000	2150	1235	589	267	500	452
	5	667	1263	778	902	1711	3150	3725	2862	811	3733	1150	1898
vrstvy: 4 - od 1,3 m do 5 m; 5 - dreviny od 20 cm do 1,3 m													
v prípade, že pre druh nie je uvedená vrstva, nebol druh v danej vrstve na plochách prítomný													

ZÁVER

Vo vývoji vegetácia troch typov porastov, s vytáženou (EXT) a nevytáženou (NEX) drevnou hmotou a porastami nepostihnutými vetrovou kalamitou (REF) je vidieť rozdielnosti. Osobitý charakter má najmä vegetácia na type EXT, kde majú hojnejšie zastúpenie trávovité druhy (napr. *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa*) a je tu mierne častejší výskyt rúbaniskových druhov. V type NEX sú hojnejšie dva druhy typické pre lesy narušené disturbanciami, *Rubus ideaus* a *Chamaerion angustifolium*. Referenčné porasty (REF) boli v priebehu uplynulého obdobia atakované podkôrnym hmyzom, čoho následkom sa čiastočne znížil zápoj. Prízemná vegetácia na to senzitivne zareagovala, a to najmä zvýšením abundancie druhov *Oxalis acetosella* a *Calamagrostis villosa*, ale aj ojedinelým nástupom rúbaniskových druhov. Charakterom vegetácie sa tieto porasty priblížili stavu porastov NEX v prvých rokoch po vetrovej kalamite. Sukcesná trajektória referenčných porastov teda naberá smer, akým sa vyvíjali porasty NEX. Usudzujeme teda, že ťažba kalamitného dreva spôsobuje istú odchýlku v prirodzenom vývoji vegetácie.

Výsledky sčítania jedincov zmladenia drevín v našej, ale aj iných štúdiách, nás vedú k záverom, že lepší, prípadne podobný stav obnovy je na plochách, kde nebola vyťažená drewná hmota. V porastoch NEX sú vyššie počty jedincov zmladenia, k čomu prispieva hojný výskyt listnatých pionierskych drevín *Salix caprea*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, naopak v porastoch EXT je vyššia početnosť *Larix decidua* a *Abies alba*.

POĎAKOVANIE

Ďakujeme pracovníkom Štátnych lesov TANAP-u a Výskumnej stanici Štátnych lesov TANAP-u za ústretový prístup a rôznorodú pomoc pri výskume. Táto práca bola podporená agentúrou VEGA v rámci projektu 1/0362/13 a agentúrou APVV v rámci projektu APVV-0593-12.

LITERATÚRA

- ČABOUN, V. a kol., 2011: Biorytmus lesa. Liptovský Hrádok. A–projekt n. o. Liptovský Hrádok v spolupráci s Regionálnou rozvojovou agentúrou Liptov, 2011. 98 s.
- CHYTRÝ M., EXNER A., HRIVNÁK R., UJÁZY K., VALACHOVIČ M., WILLNER W., 2002: Context–Dependence of Diagnostic Species: A Case Study of the Central European Spruce Forests, *Folia Geobotanica*, 37, s. 403–417
- EWALD, J., 2000: The Partial Influence of Norway Spruce Stands on Understorey Vegetation in Montane Forests of the Bavarian Alps, *Mountain Research and Development*, 20/4, s. 364–371
- FLEISCHER, P., HOMOLOVÁ Z., 2011: Long–term research on ecological condition in the larch–spruce forests in High Tatras after natural disturbances. *Lesnícky Časopis – Forestry Journal*, 57(4), s. 237–250
- FREILICH, L. E., 2002: *Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen–deciduous forests*. Cambridge University Press, 280 s.
- GLONČÁK, P., 2009: Vplyv svetelných podmienok na variabilitu a diverzitu prízemnej vegetácie prírodných horských smrečín, *Acta Facultatis Forestralis, Supplement 1*, s. 69–83
- HOMOLOVÁ, Z., KYSELOVÁ, Z., 2011: Pokalamitný vývoj vegetácie. Veterná kalamita a smrekové ekosystémy. Vedecká monografia, s. 135–140
- JAROLÍMEK, I., ZALIBEROVÁ, M., MUCINA, L., MOCHNACKÝ, S., 1997: Vegetácia Slovenska. Rastlinné spoločenstvá Slovenska 2. , Synantropná vegetácia. Veda, Bratislava, 420 s.
- JONÁŠOVÁ, M., VÁVROVÁ, E., CUDLÍN, P., 2010: Western Carpathian mountain spruce forest after a windthrow: Natural regeneration in cleared and uncleared areas. *Forest Ecology and Management* 259, s. 1127–1134
- LINDENMAYER, D. B., BURTON, P. J., FRANKLIN, J. F., 2008: Salvage logging and its ecological consequences. *Island press*. Washington. 227 s.
- MARHOLD, K., HINDÁK, F., (eds.), 1998: Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska, Veda, Bratislava, 687 s.
- MÁLIŠ, F., ŠEBEŇ, V., MAĽOVÁ, M., 2010: Vzťah dominantných druhov prízemnej vegetácie ku porastovým a stanovištným charakteristikám na kalamitných plochách vo Vysokých Tatrách. In: *Koňôpka, B., Výskum smrečín destabilizovaných škodlivými činiteľmi. Vedecký recenzovaný zborník*. NLC – LVÚ, Zvolen, s. 321–333.
- OLŠAVSKÁ, G., KRIŽOVÁ, E., ŠOLTÉS, R., 2008: Pokalamitný vývoj vegetácie na trvalo monitorovacích plochách vo Vysokých Tatrách. Pokalamitný výskum v TANAPe, 2008, Zborník príspevkov, Stará Lesná, 20–21. 11. 2008.
- PEMČÁK, M., 2014: Vývoj vegetácie po disturbančných udalostiach v smrekovo-smrekovcových lesoch Vysokých Tatier. Bakalárska práca, depon in. Katedra fytoológie Lesnícka fakulta Technická univerzita Zvolen, 44 s.

- RANDUŠKA, D., VOREL, J., PLÍVA, K., 1986: Fytocenológia a lesnícka typológia. Príroda, Bratislava, 344 s.
- ŠEBEŇ, V. 2010: Prirodzená obnova po kalamite z novembra 2004 vo Vysokých Tatrách. In: *Konôpka, B., Výskum smrečín destabilizovaných škodlivými činiteľmi. Vedecký recenzovaný zborník*. NLC – LVÚ, Zvolen, s. 297–308
- ŠEBEŇ, V., BOŠEĽA, 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*. Vedecká monografia. Technická univerzita vo Zvolene, s. 163–172
- ŠOLTÉS, R., ŠKOLEK, J., HOMOLOVÁ, Z., KYSELOVÁ, Z., 2008: Sekundárna sukcesia na kalamitných plochách vo Vysokých Tatrách v rokoch 2005–2008. Pokalamitný výskum v TANAPe, 2008, Zborník príspevkov, Stará Lesná, 20–21. 11. 2008.
- ŠOLTÉS, R., ŠKOLEK, J., HOMOLOVÁ, Z., KYSELOVÁ, Z., 2010: Early successional pathways in The Tatra Mountains (Slovakia) forest ecosystems following natural disturbances. *Biologia* 65 (6), s. 958–964.
- ŠTEFANČÍK, I., ČABOUN, V., KAMENSKÝ, M., IŠTOŇA, J., PAVLENDÁ, P., VODÁLOVÁ, A., MÁLIŠ, F., BOŠEĽA, M., HLÁSNY, T., SABUCHA, R., HALÁK, A., 2009: Sledovanie vývoja drevinovej vegetácie v lokalite pod Jamským plesom postihnutej vetrovou kalamitou. Zvolen, NLC–LVÚ Zvolen, 79 s.
- SVOBODA, M., JANDA, P., BAČE, R., FRAVER, S., NAGEL, T. A., REJZEK, J., LEHEJČEK, J., 2014: Landscape-level variability in historical disturbance in primary *Picea abies* mountain forests of the Eastern Carpathians, Romania. *Journal of Vegetation Science*, 25(2), s. 386–401.
- VODÁLOVÁ, A., MÁLIŠ, F., IŠTOŇA, J., 2008: Výskum vývoja vegetácie s rôznym pokalamitným stavom na lokalitách pod Jamským plesom. In *Pokalamitný výskum v Tatranskom národnom parku 2008*. III. Seminár, 20–21.11.2008, Stará Lesná, s. 257–268
- ZIELONKA, T., HOLEKSA, J., MALCHER, P., 2009: Disturbance events in a mixed spruce-larch forest in the Tatra Mts., Western Carpathians—a tentative reconstruction. *Baltic Forestry*, 15(2), s. 161–167.

SÚHRN

Veľkoplošné disturbancie predstavujú významný činiteľ v dynamike horských smrekových lesov. Po rozsiahlej veternej kalamite v roku 2004 vo Vysokých Tatrách sme začali sledovať vývoj vegetácie v rôznych typoch manažmentu: v porastoch s vyťaženou (EXT) a nevyťaženou drevnou hmotou (NEX) a v referenčných, veternou kalamitou nepostihnutých porastoch (REF). V práci porovnávame záznamy na trvalých plochách z rokov 2006, 2008 a 2013. Na narušenie porastu pozitívne zareagovali najmä rúbaniskové druhy, *Rubus idaeus* (hojnejší na NEX) a *Chamaerion angustifolium* a trávy, *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa*, *Luzula luzuloides*. Na plochách EXT bol nástup trávovitých druhov rýchlejší, ako na plochách NEX. Rúbaniskový charakter vegetácie stále zotrúva. V dôsledku postupujúcej mortality porastov spôsobenej podkôrnym hmyzom sa mení aj vegetácia porastov REF. Sporadicky sa uplatňujú rúbaniskové druhy, spomínané trávovité zvyšujú pokryvnosť. Zaujímavá je aj zvýšená účasť *Oxalis acetosella* a *Homogyne alpina*. Pozorované sukcesné trajektórie jasne poukazujú, že postupne rozpadajúce sa plochy REF sa zatiaľ vyvíjajú podobným smerom ako porasty NEX a že ťažba drevnej hmoty spôsobila odchýlku od prirodzeného vývoja fytocenózy.

Hodnotenie stavu regenerácie drevín je založené na počte jedincov v dvoch výškových kategóriách a len na statických údajoch z roku 2013. Najúspešnejšie regenerujúcou drevinou je *Picea abies*. Vyššie počty dosahuje len *Sorbus aucuparia* v porastoch REF. V porastoch NEX boli zaznamenané vyššie počty zmladenia drevín ako v porastoch EXT. Trojnásobne vyššie v kategórii od 20 cm do 1,3 m a dvojnásobne v kategórii od 1,3 do 5 m. V porastoch NEX sa hojne uplatňujú listnaté pionierske dreviny *Salix caprea*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, naopak v porastoch EXT je vyššia početnosť *Larix decidua* a *Abies alba*.

SUCCESSION OF SPRUCE FOREST VEGETATION WITHIN DIFFERENT MANAGEMENT AFTER WINDSTORM EVENT

Abstract

Dynamics of mountain spruce forests is maintained by disturbances in a large extent. After vast windthrow event in 2004 in the High Tatras we started to investigate the development of forest vegetation within different management regimes: managed stands with harvested timber (EXT), stands without timber harvesting and human interference (NEX) and reference stands not disturbed by windthrow (REF). We evaluate the data from permanent plots sampled in 2006, 2008 and 2013. Positive response to overstory disturbance had the species of forests cutting areas like *Rubus idaeus* (more abundant at NEX) and *Chamaerion angustifolium* and grassed *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa*, *Luzula luzuloides*. On EXT sites, the successional growth of grasses was faster than on NEX sites. As a consequence of ongoing stand mortality induced by bark beetle outbreak, the understory of REF changed also. The same species (mentioned above) occurred or became more abundant. Interestingly, *Oxalis acetosella* and *Homogyne alpina* increased in cover as well and profit from more light at ground level until the species of forest patches, stronger in competition, prevail. Observed successional trajectories clearly showed that vegetation of REF sites follows similar development as NEX sites and indeed the human interference cause the deviation from natural vegetation dynamics.

Assessment of tree regeneration is based on counts of tree individuals within two height categories only in 2013. The most successfully regenerating species is *Picea abies*. Higher numbers of individuals reaches only *Sorbus aucuparia* at REF sites. At NEX sites, the number of tree recruitment was higher than at EXT sites. Tree-times higher in the category from 20 cm up to 1,3 m and two-times higher in the category from 1,3 m up to 5 m. Besides *Picea abies*, broadleaf pioneer species *Salix caprea*, *Sorbus aucuparia* and *Betula pendula* have much higher numbers at NEX, while *Larix decidua* and *Abies alba* are more numerous at EXT sites.

Adresy autorov:

Ing. František Máliš, PhD.

Technická univerzita vo Zvolene

Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24

Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T. G. Masaryka 22, 960 92

960 53 Zvolen;

malis@tuzvo.sk

Bc. Radko Fábry

Kpt. Nálepku 694/104

059 21 Svit

Ing. Anna Vodálová

Národné lesnícke centrum

Lesnícky výskumný ústav Zvolen,

T. G. Masaryka 22

960 92 Zvolen