

POKUS S UPLATNENÍM NECELOPLOŠNEJ UMELEJ OBNOVY KALAMITNEJ HOLINY NA DEMONŠTRAČNOM OBJEKTE HUSÁRIK

LADISLAV KULLA, VLADIMÍR ŠEBEŇ

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, SK – 960 92 Zvolen,
e-mail: kulla@nlcsk.org, seben@nlcsk.org

KULLA, L., ŠEBEŇ, V., 2012: An experiment with non-whole-area reforestation of calamity clearing on the demonstration area Husárik. Lesnícky časopis - Forestry Journal, **58**(3): 171–180, 2012, fig. 8, tab. 3, ref. 21. ISSN 0323 – 1046. Original paper.

The paper deals with non-whole-area artificial reforestation as a new rationalization method of forest regeneration based on a combination of planting of desirable tree species and natural regeneration of other tree species from surrounding adult stands. It presents the first preliminary results of the experiment established on the demonstration area Kysuce – locality Husárik. The first results suggest that non-whole-area artificial regeneration can bring significant cost savings in establishing and subsequent treatment of the forest cultures. On the other hand, the question of ensuring adequate regeneration of desirable tree species in required time remains open at this time, and longer monitoring is necessary.

Key words: non-whole-area reforestation, combined regeneration, rationalisation, forest management, research demonstration area Kysuce

Príspevok sa zaoberá neceloplošnou umelou obnovou ako racionalizačnou metódou obnovy lesa založenej na kombinácii zalesňovania žiaducich drevín a prirodzenej obnovy ďalších drevín z okolitých dospelých porastov. Uvádzajú sa prvé, predbežné výsledky pokusu založeného na výskumno-demonštračnom objekte Kysuce, lokalita Husárik. Prvé výsledky poukazujú na to, že neceloplošná umelá obnova môže významne ušetriť náklady na založenie ako aj následné ošetrovanie lesných kultúr. Na druhej strane, otázka zabezpečenia adekvátnej obnovy žiaducich drevín v požadovanom čase stále ostáva otvorená, pričom je potrebný dlhší monitoring vývoja.

Kľúčové slová: neceloplošná umelá obnova, kombinovaná obnova, racionalizácia, lesné hospodárstvo, výskumno-demonštračný objekt Kysuce

1. Úvod a problematika

Vznik kalamitných holín veľkého rozsahu sa v našich podmienkach aktuálne spája najmä s hromadným odušerovaním a rozpadom nepôvodných smrečín. Kalamitná holina predstavuje osobitné prostredie, vyznačujúce sa extrémnou mikroklimatických podmienok a rýchlym nástupom bylinnej vrstvy. Z hľadiska teórie rozpadu a obnovy lesa predstavujú kalamitné holiny veľkoplošnú (*coarse scale*) dynamiku (SPIES & FRANKLIN, 1989), v novšej literatúre označovanú ako *patch dynamics* (LEWIS & LINDGREN, 2000), pričom za hraničnú veľkosť medzi maloplošným a veľkoplošným rozpadom sa prevažne považuje plocha 200 m².

V smrečinách prebieha rozpad a obnova dvojako. Tam kde sú vzrastové podmienky priaznivé (analógia umelo založených smrečín) dochádza k vytvoreniu rozsiahlych plôch zapojeného jednovrstvového smrekového lesa, kde má vetrom a následne podkôrnym hmyzom vyvolaný rozpad spravidla katastrofický priebeh, a vedie k náhlemu odkrytiu veľkých plôch. Naopak tam, kde sú vzrastové pomery nepriaznivé, si smrekový les prirodzene udržiava štruktúru podobnú výberkovému lesu, je odolnejší, a jeho obnova prebieha plynule, bez medzistupňov lesa prípravných drevín (KORPEL, 1989).

Prejavom rôznych genetických daností drevín získaných dlhodobým vývojom v rôznych podmienkach sú od-

lišné stratégie prirodzenej obnovy. GRIMME (1988) rozlišuje sedem základných stratégií, z ktorých sú v špecifických podmienkach našich holín zvýhodnené predovšetkým stratégie vetrom roznášaných semien (pionierske dreviny), a stratégie aktívnych semien šíriacich sa na menšie vzdialenosti (smrek, smrekovec, borovica, javor). Znevýhodnená je naopak stratégia lokálne rozptýlených semien (buk, dub, čerešňa) a stratégia pretrvávajúcich tienných náletov (jedľa).

Podmienky na holinách po veľkoplošnom rozpade sa významne líšia od podmienok v poraste a umožňujú aj obnovu svetlomilných a pionierskych drevín, čo vedie k maximálnej diverzite drevín krátko po vzniku medzier (McCARTHY, 2001). Typickým príkladom katastrofického rozpadu smrekového lesa je rozsiahle tatranské kalamitisko, ktoré vzniklo po jesennej víchrici v roku 2004. Napriek tomu že na veľkej časti územia boli značne poškodené až úplne odstránené jednovrstvové materské porasty bez zabezpečeného zmladenia, výsledky pozemného zisťovania (ŠEBEŇ *et al.*, 2011) priniesli informácie o prekvapujúco vysokých počtoch prirodzenej obnovy. Okrem toho sa tri roky po víchrici nezistil štatisticky významný rozdiel vo výskyte a početnosti prirodzenej obnovy medzi kalamitiskom a príslušnými nepoškodenými porastami, nachádzajúcimi sa pri priemernej zásobe $248 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ v juvenilnej až optimálnej fáze obnovy (ŠEBEŇ *et al.*, 2011). Výsledky výskumu prirodzenej obnovy v Beskydách potvrdili, že aj rýchlo rozpadajúce sa porasty nepôvodných smrečín v stredných a nižších polohách sú schopné do značnej miery prirodzene regenerovať, keď sa prirodzený nálet v rôznej intenzite a zložení objavil až na 92 % skusných plôch (KULLA *et al.*, 2009).

Melioračné účinky prípravných drevín ako breza, osika, jarabina a rakyta pri zakladaní následnej generácie lesa po jednej alebo viacerých generáciách smreka sú známe a propagované už v minulosti (ŠACH, 2004; ULBRICHOVÁ & KUNEŠ, 2004). Smrekovým opadom zakyslené, hubovým mycéliom pretkané pôdy pod smrečinou potrebujú čiastočnú zmenu húb baktériami, ktorú práve tieto dreviny poskytujú (SVOBODA, 1952). Prípravné dreviny zároveň dokážu v priebehu niekoľkých rokov vytvoriť priaznivú mikroklimu pre vnášanie tienných cieľových drevín – buka a jedle.

Doterajšie použitie neceloplošnej obnovy bolo typické pre extrémne stanovištné pomery – najmä hornú hranicu lesa. Problematika takéhoto zalesňovania (tzv. *Rottenaufforstung*) sa začala riešiť od 60. rokov minulého storočia v alpských krajinách (FILLBRANDT, 1998; SCHÖNENBERGER, 1986; SCHÖNENBERGER *et al.*, 1992). Zalesňovaním v tzv. bioskupinách sa najlepšie priblížime k prirodzenej štruktúre porastov a zabráni sa tak výskovej a hrúbkovej nivelizácii (FILLBRANDT, 1998). Z nášho územia uvádza príklad takéhoto zalesňovania smreka z nadmorskej výšky nad 1 300 m ŠEBEŇ (2003).

Princíp neceloplošnej obnovy sa v našich podmienkach prvýkrát vo väčšom rozsahu uplatnil po vzniku tat-

ranskej kalamity v roku 2004 v rámci *Projektu revitalizácie tatranského kalamitiska* (JANKOVIČ *et al.*, 2007). V tomto prípade bolo cieľom zvýšiť štruktúrnú diverzitu a stabilitu budúcich porastov. Porastová štruktúra tvorená rôzne vyspelými hlúčikmi klimaxových a pionierskych drevín vytvára dobré predpoklady vzniku mozaikových lesov.

Neceloplošnú umelú obnovu uvádza BRUCHÁNIK (2010) ako novú perspektívnu metódu racionálneho a prírode blízkeho obhospodarovania lesov. Pokusy s neceloplošnou obnovou pri rekonštrukciách agátin založili KAMENSKÝ & ŠTEFANČÍK (2010), a pri umelej obnove v podmienkach bukových dubín TUČEKOVÁ (2011).

Cieľom príspevku je podať prvé výsledky výskumného experimentu s neceloplošnou umelou obnovou kalamitnej holiny po rozpadnutom smrekovom poraste v oblasti zasiahnutej hromadným odumieraním smrečín. Experiment sa nachádza na výskumno-demonštračnom objekte rekonštrukcií smrečín Kysuce, v lokalite Husárik.

2. Materiál a metódy

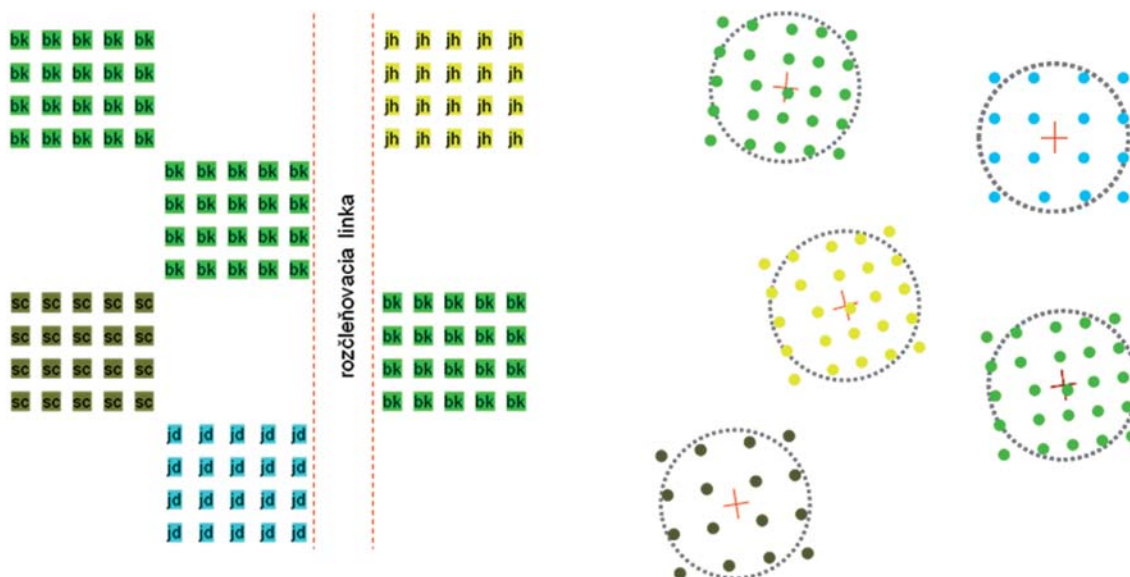
Výskum je zameraný na efektívnosť neceloplošnej obnovy v špecifických podmienkach flyšového pásma Beskyd, ktoré patrí medzi poslednú vlnu hromadného odumierania smrečín najviac zasiahnuté oblasti Slovenska.

Experiment bol založený na demonštračnom objekte Husárik, situovanom v katastrálnom území mesta Čadca, na pozemkoch vo vlastníctve štátu, v správe podniku Lesy SR, š. p., OZ Čadca. Objekt je založený na severovýchodne orientovanom podhrebeňovom svahu so sklonom 25 %, v nadmorskej výške 770 – 800 m. Lokalita patrí do mierne chladnej klimatickej oblasti, s priemernou ročnou teplotou 6 – 7 °C, a priemernými ročnými zrážkami 900 – 1 000 mm (Atlas krajiny Slovenskej republiky, 2002). Stanovištné podmienky sú homogénne, lesný typ 5204 – kysličková buková jedlina nižší stupeň (HANČINSKÝ, 1972), hospodársky súbor lesných typov 511 – živné jedľové bučiny, pôdny predstaviteľ kambizem modálna na pieskovci. Časť experimentu sa založila na novej, časť na staršej holine po predchádzajúcom smrekovom poraste.

2.1. Varianty umelej obnovy

Experiment sa založil v máji 2011 jamkovou sadbou voľnokorenných sadeníc buka, jedle, smrekovca a javora mliečneho. Použili sa tri varianty umelej obnovy, pozostávajúce z dvoch odlišných spôsobov priestorového usporiadania neceloplošnej obnovy (obr. 1) a ich porovnaní s klasickou celoplošnou umelou obnovou:

- Schematická neceloplošná obnova: sadba sa uskutočnila v pravidelne šachovnicovito usporiadaných blokoch po 20 sadeníc (5×4) v jednotnom spone 1,5 m pre všetky dreviny, na holine s vopred vytýčenými a vyznačenými rozčleňovacími linkami.
- Hlúčikovitá neceloplošná obnova: uskutočnila sa v hlúčikoch v počte 16 (4×4) a spone 2 m pri jedli



Obr. 1. Použité varianty priestorového usporiadania schematickej (I) a hlúčikovitej (II) neceloplošnej umelej obnovy (vopred vytyčované prvky sú označené červenou farbou)

Fig. 1. Applied variants of spatial arrangement of the schematic (I) and small-group (II) non-whole area reforestation (elements set out in advance are marked in red)

Vysvetlivky – Explanatory notes: bk – buk – beech, jh – javor – maple, sc – smrekovec – larch, jd – jedľa – fir.

a smrekovci, a v počte 25 (5×5) a spone 1,2 m pri buku a javore okolo vopred vyznačených stredov, s odstupom stredov hlúčikov asi 10 m.

- Celoplošná obnova: uskutočnila sa ako kontrolný variant v bežne používaných sponoch (1,2 m pre buk a javor, 1,5 m pre jedľu a 2 m pre smrekovec) na celej ploche

Každý spôsob sa uplatnil v dvoch alternatívach (obr. 2):

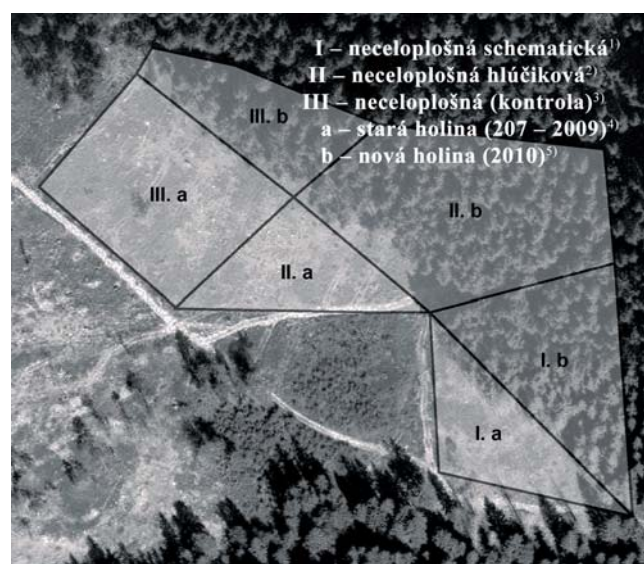
- stará holina: holina odkrytá v období 2007 – 2009, ktorá bola v čase výsadby už silne zaburinená vysokými trávami (*Calamagrostis epigeios*) a ostružinou (*Rubus hirtus*),
- nová holina: holina odkrytá v roku 2010, ktorá bola v čase výsadby len pomiestne zaburinená prevažne čučoriedkou (*Vaccinium myrtillus*).

Pri zakladaní experimentu sa odmerala spotreba času na vytyčenie a vyznačenie prvkov, na výsadbu, a na všetky následné vykonané opatrenia v roku 2011 (2× ošetrovanie proti odhryzu zverou, 1× vyžínanie). Zistená spotreba času sa následne prepočítala na človekohodiny (Čh).

2.2. Biometrické merania

Rok po výsadbe v máji 2012 sa na celej ploche experimentu založila originálna monitorovacia sieť, ktorej základom sú trvalo stabilizované monitorovacie body, založené v pravidelnej sieti 30×30 m. Táto sieť sa zahustila len v čase merania vytyčenými satelitnými bodmi vo vzdialenosti 10 m v smeroch svetových strán od stredov centrálnych stabilizovaných bodov. Počet sate-

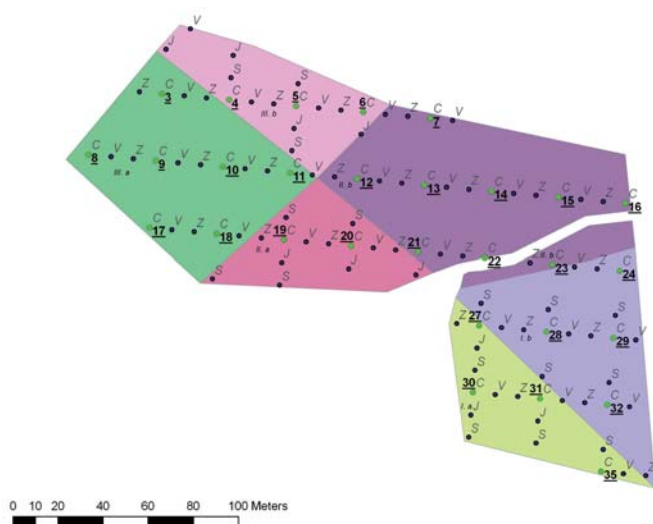
litných bodov v rámci jedného satelitného transektu sa zvolil optimalizovane pre každý variant tak, aby sa pri rôznej výmere variantov dosiahli výsledky s porovnateľnou presnosťou. Na každom zvolenom bode sa za-



Obr. 2. Dizajn experimentu nad ortofotomapou zo septembra 2009, keď ešte na mieste novej holiny (alternatíva b) stál zapojený smrekový porast vo veku 80 rokov

Fig. 2. Design of the experiment with orthophotomap from September 2009, when the spruce stand at the age of 80 years was still in the place of a new clearing (option b)

¹⁾Non-whole-area schematic, ²⁾Non-whole-area small group, ³⁾Whole area (control), ⁴⁾Old clearing, ⁵⁾New clearing



Obr. 3. Skutočná plocha experimentu (bez približovacích ciest) s vyznačenou monitorovacou sieťou

Fig. 3. Actual area of the experiment (without skidding roads) with designated monitoring network

Vysvetlivky – Explanatory notes: V – centrum monitorovacieho bodu – centre of the monitoring point, Z – západ – west, V – východ – east, S – sever – north, J – juh – south.

ložila kruhová skusná plocha s konštantným polomerom 2 m. Celkom sa takýmto spôsobom založilo 108 skusných plôch v počte od 14 do 22 pre jednotlivé varianty (obr. 3).

Na každej skusnej ploche sa zisťovali znaky o ploche (príslušnosť k variantu, zaburinenie plochy) a o všetkých zistených jedincoch obnovy s výškou nad registračnú hranicu 10 cm. Zisťovali sa nasledujúce znaky jedincov obnovy: druh dreveniny, pôvod jedinca (prírodná, resp. umelá obnova), výška jedinca (výškové triedy: 1 – do 20 cm, 2 – od 20 do 40 cm, 3 – od 40 do 60 cm, 4 – nad 60 cm), vitalita jedinca (triedy vitality: 1 – vitálny, 2 – poškodený ale životaschopný, 3 – poškodený odumierajúci alebo odumretý jedinec), a škodlivý čini-

teľ (A – abiotické a iné fyziologicky pôsobiace škodlivé činitele; Z – zver, M – iné mechanické poškodenie). Výška jedinca sa merala, ostatné znaky sa zisťovali za triedením na základe vizuálneho posúdenia.

2.3. Spracovanie výsledkov

Pre každú kruhovú plochu sa zo zistenej početnosti obnovy vypočítal počet jedincov na hektár. Hektárové početnosti sa vypočítali pre jednotlivé dreveniny, a pre potreby lepšej praktickej interpretácie a možnosti štatistického porovnania aj pre nasledovné skupiny drevenín:

- prípravné dreveniny z prirodzenej obnovy (breza, jara-bina, osika, rakyta),
- smrek z prirodzenej obnovy,
- ostatné cieľové dreveniny z prirodzenej obnovy (buk, jedľa, javor horský, čerešňa),
- ostatné cieľové dreveniny z umelej obnovy (buk, jedľa, smrekovec, javor mliečny).

Zo všetkých plôch sa pre každý variant štandardnými metódami vypočítali základné popisné charakteristiky – aritmetický priemer, smerodajná odchýlka, a stredná chyba priemeru. Jednofaktorovou analýzou variancie sa osobitne posúdil vplyv dvoch faktorov: 1) spôsobu (priestorového usporiadania) umelej obnovy, a 2) stavu holiny na pokryvnosť sledovaných skupín drevenín. Rozdiely medzi variantmi sa štatisticky porovnali t-testom na hladine spoľahlivosti 95 %.

3. Výsledky

3.1. Porovnanie spotreby času

Porovnanie spotreby času pre jednotlivé varianty umelej obnovy obsahuje tabuľka 1. Pri prepočte na plochu vyšla ako najúspornejšia neceloplošná hlúčiková obnova s vopred vyznačenými stredmi (II), ktorej časová náročnosť bola len 35 – 45 % v porovnaní s celoplošnou výsadbou. Časová náročnosť pri neceloplošnej schematickej obnove (I) bola 55 – 60 % v porovnaní s celoplošnou výsadbou.

Tabuľka 1. Spotreba času vynaloženého na výkony v prvom roku od založenia experimentu

Table 1. Consumption of time spent on operations in the first year since the establishment of the experiment

Variant ¹⁾	Výmera ²⁾ ha	Vysadených sadeníc ³⁾ ks.ha ^{-1 9)}	Vyznačenie prvkov ⁴⁾	Výsadba sadeníc ⁵⁾ čh.ha ^{-1 10)}	Vyžínanie buriny ⁶⁾ 1×	Náter proti zveri ⁷⁾ 2×	Spolu ⁸⁾	
							čh.ha ⁻¹	čh/sa ^{-1 11)}
I.a	0,281	1 875	5,3	51,7	11,6	15,1	83,6	0,0446
I.b	0,453	1 872		44,5	0,0	11,0	60,9	0,0325
II.a	0,269	1 617	4,2	37,5	11,4	10,4	63,6	0,0393
II.b	0,709	1 542		27,2	0,0	6,9	38,3	0,0249
III.a	0,571	4 518	0,0	98,4	23,6	22,0	144,1	0,0319
III.b	0,296	5 794	0,0	87,5	0,0	20,1	107,6	0,0186

¹⁾Variant, ²⁾Area, ³⁾Seedlings planted, ⁴⁾Marking the design, ⁵⁾Planting of seedlings, ⁶⁾Weed mowing, ⁷⁾Painting against the game, ⁸⁾Total, ⁹⁾Pieces per ha, ¹⁰⁾Man-hour per ha, ¹¹⁾Man-hour per seedling

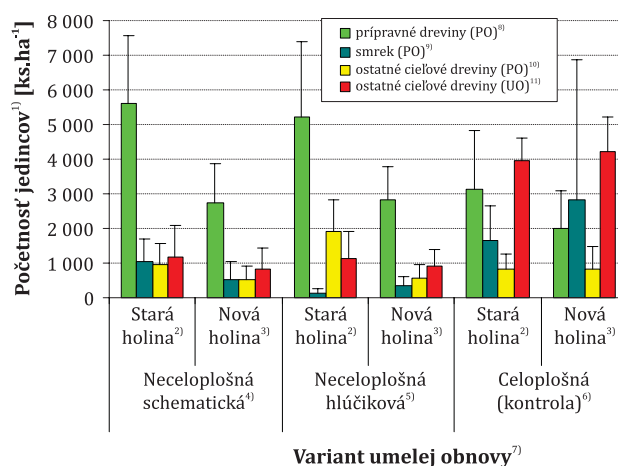
Z hľadiska spotreby času na jednu vysadenú sadenicu bola najefektívnejšia celoplošná výsadba (III), za ktorou nasledovala hlúčiková výsadba (II) so spotrebou času 120 – 135 %, a schematická výsadba (I) so spotrebou času 140 – 175% na sadenicu v porovnaní s celoplošnou výsadbou.

Prepočítaná celková spotreba času na založenie a ošetrovanie kultúry na starej holine bola o 35 až 70 % vyššia ako na novej holine.

3.2. Zistená početnosť prirodzenej a umelej obnovy

Tabuľka 2 obsahuje údaje o štatisticky (na skusných plochách) zistenej početnosti drevín z umelej aj prirodzenej obnovy 1 rok po založení experimentu. Vo všetkých prípadoch prevažuje prirodzená obnova, v prípade variantu III (kontrola) však tento rozdiel nie je štatisticky významný. Zistených bolo 9 drevín z prirodzenej obnovy a všetky štyri dreviny, ktoré boli vnášané umelou obnovou. Typická je veľká priestorová variabilita početností jednotlivých drevín. Len na dvoch monitorovacích plochách zo 108 nebol zistený ani jeden jedinec obnovy.

Po agregácii drevín do skupín je zrejmá veľká variabilita a rozdiely početnosti skupín drevín z prirodzenej obnovy, vrátane cieľových drevín, t. j. aj smreka pre jednotlivé varianty. Umelo vnášané dreviny majú naopak vyrovnanejšiu početnosť, na celoplošne vysadenej kontrolnej ploche pochopiteľne niekoľkonásobne vyššiu ako



Obr. 4. Štatistické porovnanie početnosti obnovy podľa skupín drevín a variantov obnovy (PO – z prirodzenej obnovy, UO – z umelej obnovy; chybové úsečky vyznačujú hornú hranicu strednej chyby na hladine spoľahlivosti 95 %)

Fig. 4. Statistical comparison of the regeneration frequency by groups of tree species and reforestation variants (PO – natural regeneration, UO – artificial reforestation; error bars feature an upper limit of the standard error on 95% confidence level)

¹⁾Frequency in pcs per ha, ²⁾Old clearing, ³⁾New clearing, ⁴⁾Non-whole-area schematic, ⁵⁾Non-whole-area small group, ⁶⁾Whole area (control), ⁷⁾Variant of artificial reforestation, ⁸⁾Pioneer tree species (natural regeneration), ⁹⁾Spruce (natural regeneration), ¹⁰⁾Other target tree species (natural regeneration), ¹¹⁾Other target tree species artificial reforestation)

Tabuľka 2. Početnosť prirodzenej a umelej obnovy zistená štatisticky 1 rok po založení experimentu (výsledky sú zaokrúhlené na desiatky)

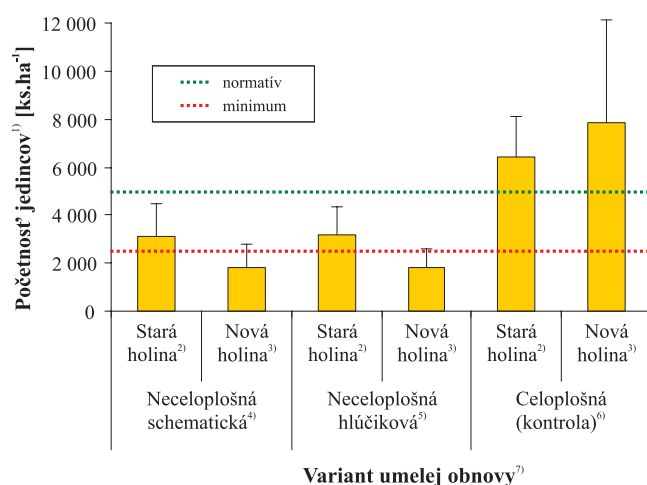
Table 2. The frequency of natural and artificial regeneration found statistically one year after the establishment of the experiment (results are rounded to tens)

Variant ¹⁾		I.a		I.b		II.a		II.b		III.a		III.b	
Drevina ²⁾		Početnosť v ks.ha ⁻¹ (priemer ± stredná chyba priemeru) ³⁾											
Prirodzená obnova ⁴⁾	BK ⁵⁾	380	± 170	170	± 80	850	± 300	0	± 0	130	± 70	50	± 50
	BR ⁶⁾	1 030	± 280	550	± 190	1 820	± 310	650	± 210	710	± 180	330	± 170
	CS ⁷⁾	0	± 0	0	± 0	0	± 0	40	± 40	0	± 0	50	± 50
	JB ⁸⁾	1 590	± 480	1 090	± 370	680	± 280	1190	± 350	460	± 150	1 220	± 370
	JD ⁹⁾	0	± 0	40	± 40	170	± 90	330	± 190	170	± 80	420	± 230
	JH ¹⁰⁾	560	± 210	290	± 170	910	± 200	220	± 80	550	± 160	330	± 120
	OS ¹¹⁾	1 030	± 350	380	± 180	1 250	± 590	70	± 50	750	± 330	90	± 60
	RK ¹²⁾	1 970	± 530	710	± 290	1 480	± 620	910	± 310	1 220	± 490	380	± 140
	SM ¹³⁾	1 030	± 340	500	± 270	110	± 80	360	± 130	1 630	± 500	2 810	± 2 030
	Spolu ¹⁴⁾	7 590	± 940	3 730	± 630	7 280	± 1 020	3 760	± 570	5 620	± 830	5 670	± 2 090
Umelá obnova ¹⁵⁾	BK ⁵⁾	800	± 430	290	± 140	680	± 360	330	± 150	2 260	± 520	2 620	± 700
	JD ⁹⁾	280	± 240	460	± 290	280	± 180	470	± 210	670	± 240	940	± 360
	JM ¹⁶⁾	0	± 0	0	± 0	110	± 110	0	± 0	420	± 230	330	± 330
	SC ¹⁷⁾	90	± 60	80	± 80	60	± 60	110	± 110	590	± 220	330	± 150
	Spolu ¹⁴⁾	1 170	± 500	840	± 340	1 140	± 420	910	± 280	3 940	± 650	4 220	± 870
Celkom ¹⁸⁾		8 760	± 1 070	4 570	± 710	8 420	± 1 100	4 670	± 630	9 550	± 1 060	9 880	± 2 270

¹⁾Variant, ²⁾Tree species, ³⁾Frequency in pcs per ha (mean ± standard error), ⁴⁾Natural regeneration, ⁵⁾Beech, ⁶⁾Birch, ⁷⁾Cherry, ⁸⁾Rowan, ⁹⁾Fir,

¹⁰⁾Sycamore maple, ¹¹⁾Aspen, ¹²⁾Sallow, ¹³⁾Spruce, ¹⁴⁾Total, ¹⁵⁾Artificial reforestation, ¹⁶⁾Norway maple, ¹⁷⁾Larch, ¹⁸⁾Total

na variantoch s neceloplošnou obnovou (obr. 4). Zistenú početnosť cieľových drevín (vrátane smreka), a jej porovnanie s optimálnym a minimálnym normatívom pre zmiešaný porast daných drevín znázorňuje obrázok 5.



Obr. 5. Celková početnosť cieľových drevín vrátane smreka porovnaná so zákonným normatívom (chybové úsečky vyznačujú hornú hranicu strednej chyby na hladine spoľahlivosti 95 %)

Fig. 5. Total frequency of the target tree species including spruce, compared with the legal normative standard (error bars feature an upper limit of the standard error on 95% confidence level)

Vysvetlivky – Explanatory notes: ako pri obrázku 4 – as in Figure 4.

3.3. Vplyv spôsobu obnovy a stavu holiny na početnosť obnovy

Analýza variancie preukázala štatisticky významný vplyv obidvoch preverovaných faktorov na celkovú početnosť obnovy (tab. 3). Pri podrobnejšej analýze podľa skupín drevín však spôsob umelej obnovy štatisticky významne ovplyvnil len početnosť ostatných cieľových drevín z umelej obnovy, čo je logické, keďže na kontrolnej ploche III boli vnášané v oveľa väčšom počte ako pri neceloplošných variantoch. Stav holiny ovplyvnil štatisticky významne pokryvnosť prípravných drevín a ostatných cieľových drevín z prirodzenej obnovy – na starej holine ich bolo zistených viac. Efekt faktora sa však v druhom prípade pri párovom testovaní nepotvrdil (intervaly spoľahlivosti na obr. 6 sa prekrývajú).

Medzi dvomi variantmi neceloplošnej obnovy (I a II) sa párovým testovaním nepreukázali rozdiely v pokryvnosti pri žiadnej zo sledovaných skupín drevín (obr. 6).

3.4. Straty na umelej obnove

Obrázok 7 porovnáva počet vysadených a po roku od výsadby štatistickým monitoringom zistených počtov jedincov ostatných cieľových drevín z umelej obnovy. Najväčšie straty sa zaznamenali pri javore, ktorý v troch zo štyroch variantov neceloplošnej obnovy prakticky vymizol. Nasleduje smrekovec, ktorý vo všetkých prípadoch prežil, avšak jeho úbytok je výrazný, a napriek veľkej variabilite vo väčšine prípadov aj štatisticky významný. Straty na výsadbách buka a jedle sú relatívne nižšie. Straty pri jedli boli zo všetkých drevín najnižšie, čo

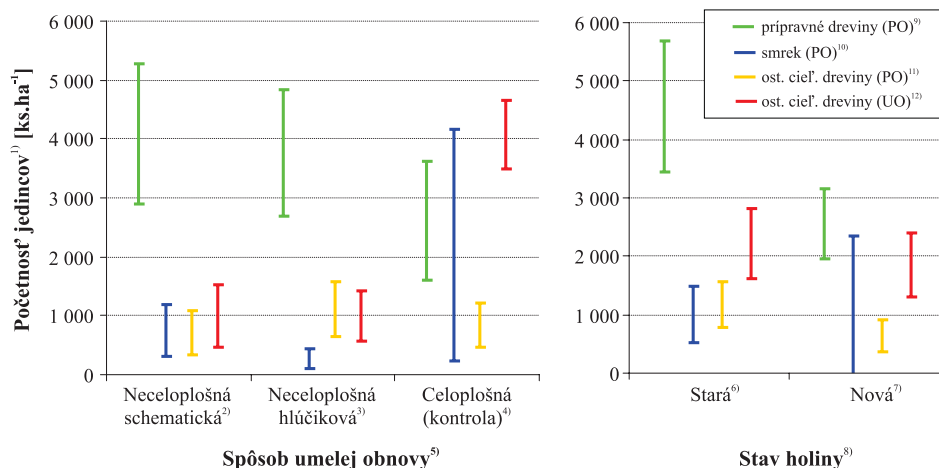
Tabuľka 3. Vplyv spôsobu umelej obnovy a stavu holiny na zistenú početnosť obnovy podľa skupín drevín (jednofaktorová analýza variancie)

Table 3. Effect of the reforestation method and the state of clearings on the observed frequency of regeneration according to groups of tree species (one-way analysis of variance)

Faktor ¹⁾	Skupina drevín ²⁾	Efekt ³⁾		Reziduálny rozptyl ⁴⁾		F-test	
		SV	PŠ	SV	PŠ	F	p
Spôsob umelej obnovy ⁵⁾	Prípravné dreviny (PO) ⁶⁾	2	21 769 768	105	10 786 864	2,02	0,138
	Smrek (PO) ⁷⁾		36 032 517		12 283 405	2,93	0,058
	OCD (PO) ⁸⁾		1 479 100		1 485 137	1,00	0,373
	OCD (UO) ⁹⁾		113 403 528		2 360 858	48,03	0,000
	Všetky skupiny ¹⁰⁾	2	34 522 602	429	8 301 836	4,16	0,016
Stav holiny ¹¹⁾	Prípravné dreviny (PO) ⁶⁾	1	109 219 659	106	10 065 478	10,85	0,001
	Smrek (PO) ⁷⁾		402 595		12 843 584	0,03	0,860
	OCD (PO) ⁸⁾		8 031 148		1 423 268	5,64	0,019
	OCD (UO) ⁹⁾		3 483 908		4 445 408	0,78	0,378
	Všetky skupiny ¹⁰⁾	1	52 684 138	430	8 320 578	6,33	0,012

Vysvetlivky – Explanatory notes: OCD – ostatné cieľové dreviny – other target tree species, (PO) – prirodzená obnova – natural regeneration, (UO) – umelá obnova – artificial reforestation, SV – stupne voľnosti vyplývajúce z použitého dizajnu – degree of freedom, PŠ – priemerný štvorec vysvetleného (efekt faktora), resp. nevysvetleného (reziduálneho) rozptylu – mean square, F – hodnota testovacieho kritéria (PŠefekt/PŠreziduál) – value of the tested criteria, p – pravdepodobnosť významnosti F-testu (pre hladinu spoľahlivosti 95 % musí byť) – probability of F-test importance (should be < 0.05 for the reliability level)

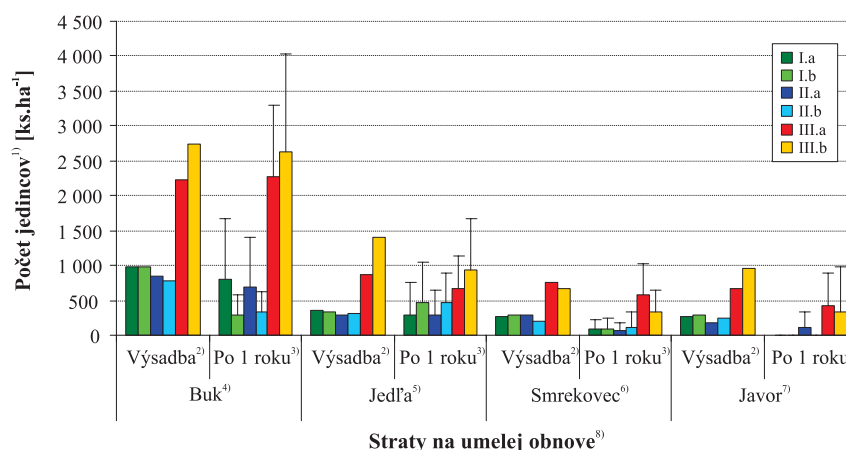
¹⁾Factor, ²⁾Group of tree species, ³⁾Effect, ⁴⁾Residual variability, ⁵⁾Reforestation method, ⁶⁾Pioneer tree species (natural regeneration), ⁷⁾Spruce (natural regeneration), ⁸⁾Other target tree species (natural regeneration), ⁹⁾Other target tree species (artificial reforestation), ¹⁰⁾All groups, ¹¹⁾State of the clearing



Obr. 6. Vplyv spôsobu umelej obnovy a stavu holiny na zistenú početnosť obnovy podľa skupín drevín (intervaly spoľahlivosti 95 %)

Fig. 6. Effect of the reforestation method and the state of clearings on the observed frequency of regeneration by groups of tree species (95% confidence intervals)

¹⁾Frequency in pcs per ha, ²⁾Non-whole-area schematic, ³⁾Non-whole-area small group, ⁴⁾Whole area (control), ⁵⁾Reforestation method, ⁶⁾Old clearing, ⁷⁾New clearing, ⁸⁾State of the clearing, ⁹⁾Pioneer tree species, ¹⁰⁾Spruce, ¹¹⁾Other target tree species natural, ¹²⁾Other target tree species – artificial



Obr. 7. Straty na umelej obnove 1 rok po výsadbe podľa variantov obnovy (chybové úsečky vyznačujú hornú hranicu strednej chyby na hladine spoľahlivosti 95 %)

Fig. 7. Reforestation losses one year after planting, according to regeneration variants (error bars feature an upper limit of the standard error on 95% confidence level)

¹⁾Frequency in pcs per ha, ²⁾Planting, ³⁾After 1 year, ⁴⁾Beech, ⁵⁾Fir, ⁶⁾Larch, ⁷⁾Maple, ⁸⁾Reforestation losses

môže byť spôsobené aj tým, že jej koreňový systém bol pred výsadbou ošetrovaný agrosorbentom – hydrogélom.

Pri porovnaní spôsobov umelej obnovy bol relatívny úbytok na výsadbách najnižší pri celoplošnej obnove. Medzi dvoma variantmi neceloplošnej obnovy nebol preukázaný rozdiel v úspešnosti prežívania. Zaujímavé je zistenie, že buk lepšie prežil na starej (zaburinennej) holine a najväčšie straty (až 50 %) mal na nových holiach pri neceloplošnej obnove.

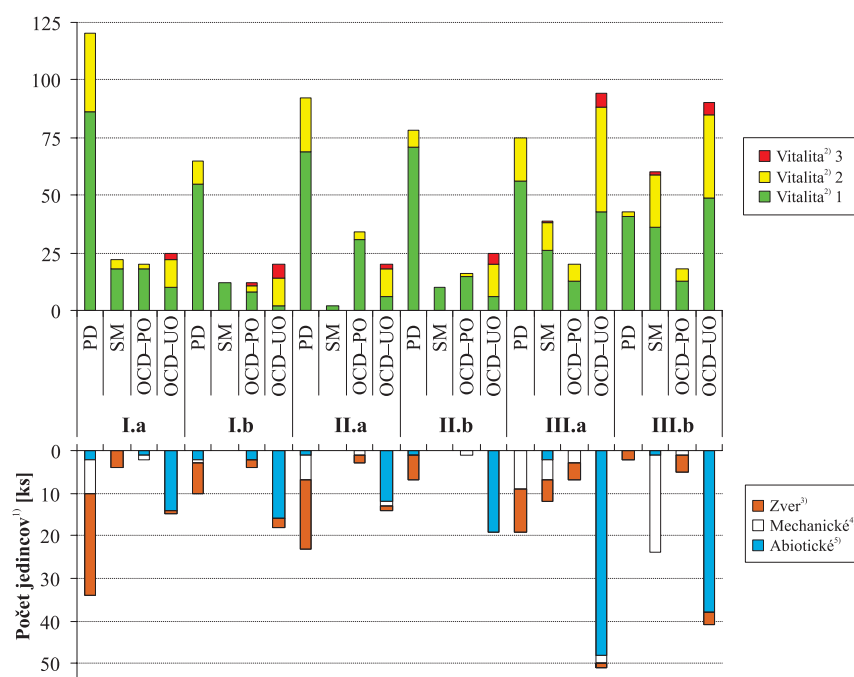
3.5. Vitalita obnovy a škodlivé činitele

Vizuálne posúdená vitalita jedincov z prirodzenej obnovy bola prevažne dobrá (obr. 8) a na jej znížení sa

podieľalo najmä miestne mechanické poškodenie ťažbou a približovaním, ale aj vyžínaním krovinnorezom, čo je zrejme z toho, že sa vyskytlo najmä na starej holine. Horšiu vitalitu mali umelo vnášané dreveny, pričom príčinou boli vo väčšine prípadov abiotické faktory a fyziologický stres spojený s adaptáciou po výsadbe.

4. Diskusia

Typickým príkladom katastrofického rozpadu prirodzeného smrekového lesa je rozsiahle tatranské kalamitisko, ktoré vzniklo po jesennej víchrici v roku 2004. Stav prirodzenej obnovy zistený tri roky po víchrici priniesol vcelku prekvapivé pozitívne výsledky (ŠE-



Obr. 8. Podiel tried vitality a odhadnuté príčiny zníženej vitality 2 a 3 (PD – prípravné dreviny, SM – smrek, OCD – ostatné cieľové dreviny, PO – prirodzená obnova, UO – umelá obnova)

Fig. 8. Proportion of vitality classes and estimated reasons of reduced vitality 2 and 3 (PD – pioneer tree species, SM – spruce, OCD – other target tree species, PO – natural regeneration, UO – artificial reforestation)

¹⁾Frequency in pcs per ha, ²⁾Vitality, ³⁾Deer, ⁴⁾Mechanical, ⁵⁾Abiotic

BEŇ *et al.*, 2011). Prirodzená obnova sa vyskytla až na 94 % plôch a priemerná početnosť bola $13,7 \pm 1,1$ tisíc jedincov na hektár. Hlavný podiel na obnove mal smrek v približne vyrovnanom pomere s pionierskymi drevinami – jarabinou, brezou a rakytou. Pri takejto hustote a zložení obnovy je možné (pri dodržaní podmienky jej rovnomerného rozmiestnenia) považovať holinu v daných podmienkach za zabezpečenú. Umelá obnova predstavovala iba približne 1 % jedincov, pri výskyte na asi 1/4 územia.

Výsledky výskumu prirodzenej obnovy v odumierajúcich lesoch v Beskydách potvrdili, že aj rýchlo sa rozpadajúce porasty nepôvodných smrečín sú schopné do značnej miery prirodzene regenerovať (KULLA *et al.*, 2009). Na 510 skusných plochách založených systematicky v rôznych stanovištných a porastových podmienkach bola prirodzená obnova zistená taktiež až v 92 % zo všetkých prípadov. Nálet, resp. nárast smreka sa vyskytol v 82 %, buka v 65 %, jedle v 49 %, cenných listnáčov v 24 % a prípravných drevín v 54 % zo všetkých prípadov. Aj keď hodnoty pokryvnosti prirodzenej obnovy boli dosť nízke (v priemere 16 % pri vysokej variabilite ± 100 %), možno ich považovať za dobrý východiskový základ pre následné porasty. Dôležitý je poznatok, že na obnove sa podieľali aj primiešané dreviny – buk 6 %, jedľa 3 %, a cenné listnáče 2 % pokryvnosti, teda v proporcií oveľa vyššej ako bol ich podiel v materskom poraste.

Početnosť prirodzenej obnovy zistená v rámci prezentovaného pokusu je v rámcovom súlade s uvedenými poznatkami z Beskyd. Početnosť jedincov obnovy pre jednotlivé varianty kolíše v rozpätí 2 500 – 9 500 ks.ha⁻¹, a prevažujú v nej prípravné dreviny. Prirodzená obnova cieľových drevín má veľkú priestorovú variabilitu, čo pri variantoch s neceloplošnou obnovou taktiež limituje zabezpečenie následného porastu.

Norma ON 48 2410: „Zalesňovanie a starostlivosť o kultúry a mladiny“ udáva hektárové normatívy pre smrek 4 – 5 000, pre jedľu a smrekovec 2,5 – 3 000, pre buk 8 – 9 000 a pre javor 6 – 8 000 ks.ha⁻¹. Platná legislatíva (zákon 326/2005 Z. z. o lesoch a nadväzujúce predpisy) považuje za zabezpečený taký mladý lesný porast, v ktorom najmenej 50 % posudzovanej plochy je porastenej hlavnými drevinami cieľového drevinového zloženia. Ak je pre zmiešaný cieľový porast uvedených drevín priemerný normatív okolo 5 000 ks.ha⁻¹ (približne takýto počet sa vysadil na kontrolnom variante III), pri rovnomernom rozmiestnení jedincov cieľových drevín by mal byť ich počet najmenej 2 500 ks.ha⁻¹. Túto podmienku spoľahlivo spĺňa zatiaľ len kontrolný variant III s vykonanou celoplošnou umelou obnovou ($6\,500 \pm 1\,500$ ks.ha⁻¹ na starej, a $8\,000 \pm 4\,000$ ks.ha⁻¹ na novej holine pri 95 % spoľahlivosti). Na hranici zabezpečenia z hľadiska početnosti cieľových drevín sú plochy s neceloplošnou obnovou na starej holine ($3\,200 \pm 1\,200$ ks.ha⁻¹), pod hranicou zabezpečenia plochy s nece-

loplošnou obnovou na novej holine ($1\,800 \pm 900 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$). S prihliadnutím na veľkú variabilitu zistenej pokryvnosti cieľových drevín je však nevyhnutné predpokladať aj výskyt nezabezpečených plôch.

Vitalita jedincov prirodzenej obnovy na tatranskom kalamitisku bola veľmi dobrá, s výraznou prevahou najvitalnejších jedincov zaradených do triedy vitality 1 pri všetkých rastových stupňoch (ŠEBEŇ *et al.*, 2011). KAŠTIER, BUČKO (2010) uvádzajú, že podiel zverou poškodených jedincov na tatranskom kalamitisku bol 29,2 %, a odhryzom najviac poškodzovanou listnatou drevinou bol jaseň, jarabina (nad 70 %), rakyta (51 %) a javor (50 %). Z ihličnatých drevín je najviac poškodzovanou drevinou jedľa s intenzitou poškodenia 51 %. Pri borovici sosne zistili poškodenie 10 %, pri smrekovci 10 % a pri smreku len 5 %. Konštatovali, že zver ohrozuje odhryzom predovšetkým porasty (stromy) vo výškovom rozpätí 50 až 150 (200) cm. K podobným záverom prišiel z Tatier aj KOVÁČ (2011).

Výsledky NIML potvrdili (ŠEBEŇ & BOŠELA, 2012), že najčastejšou príčinou poškodenia jedincov obnovy je zver, a medzi najpoškodzovanejšie dreviny patria pionierske dreviny (jarabina, brezy), ktoré dosiahli okolo 50 %-ný podiel. Po nich nasledovali cenné listnáče (javory, jasene, bresty, lipy) s podielom poškodených zverou asi 1/3 (pri nich významný podiel zaberali aj ostatné druhy poškodení). Pomerne vysoký podiel sa zistil aj pri topoľoch, vrbach a duboch. Malý podiel poškodenia zverou vykazovali hlavné dreviny lesov Slovenska smrek a buk.

Aj na našom experimente boli najviac zverou poškodené prípravné dreviny, avšak v rozsahu menšom ako je celoslovenský priemer uvádzaný ŠEBEŇOM & BOŠELOM (2012). Dvojnásobné ošetrovanie proti odhryzu zverou sa ukázalo ako účinné – poškodenie zverou sa na výsadbách z umelej obnovy vyskytlo v minimálnom rozsahu, napriek tomu že ide o lokalitu extrémne atakovanú viacerými druhmi raticovej zveri.

Ďalším dôležitým opatrením pri ošetrovaní mladých lesných kultúr je vyžíňanie a boj s burinou. Monitoring taranského kalamitiska zaznamenal v roku 2010 vyžíňanie iba na 1/5 zaburinených plôch, zatiaľ čo 4/5 ostali bez takéhoto zásahu. Zaujímavé je porovnanie priemerného počtu jedincov. Kým na vyžatých plochách sa zistilo v priemere okolo 5 tisíc kusov jedincov obnovy na hektár, na nevyžatých to bolo takmer 2-krát toľko, 8 – 10 tisíc (ŠEBEŇ *et al.*, 2011). Môže to poukazovať na fakt, že sa vyžíňajú práve lokality s najnepriaznivejším stavom obnovy (kde je obnovy dostatok naliehavosť nie je vysoká). Ale rovnako to môže znamenať, že pri vyžíňaní husto zaburinených plôch vzniká väčšie riziko neúmyselného odstránenia jedincov prirodzenej obnovy a tieto sa skutočne spolu s burinou aj redukujú.

Túto tézu sčasti podporujú aj naše zistenia, keď sa mechanické poškodenie spôsobené krovinnorezom vyskytlo na starej holine na približne štvrtine jedincov pri-

rodzenej obnovy. V súvislosti so zaužívanými postupmi boja proti burine je tiež zaujímavé lepšie prežívanie umelej obnovy buka na zaburinených plochách starej holiny v porovnaní s nezaburinenou novou holinou.

5. Záver

Po prvom roku od založenia pokusu s neceloplošnou obnovou na DO Husárik je možné konštatovať že:

- neceloplošná umelá obnova lesa môže priniesť úsporu až 60 % nákladov pri zakladaní a následnom ošetrovaní výsadiieb,
- vhodnejším variantom neceloplošnej obnovy z hľadiska prácnosti je hlúčiková umelá obnova s vopred vyznačenými stredmi pred schematickou neceloplošnou obnovou, z hľadiska prežívania výsadiieb sú obe varianty rovnocenné,
- okrem prirodzenej obnovy prípravných drevín sa na holine s vysokou pravidelnosťou zistila aj prirodzená obnova cieľových drevín – smreka, buka, jedle a javora, a to vo väčšej miere na starej ako na novej holine,
- zistená celková početnosť cieľových drevín z prirodzenej aj umelej obnovy po prvom roku od založenia kultúry ešte negarantuje dosiahnutie zabezpečeného mladého lesného porastu pri použití neceloplošnej umelej obnovy,
- vitalita jedincov obnovy je vcelku dobrá, škody zverou a tlak buriny sa podarilo eliminovať vykonanými opatreniami, len na výsadbách z umelej obnovy bol badateľný fyziologický stres,
- celkové vyhodnotenie pokusu bude možné až po viacročnom sledovaní ďalšej sukcesie, s očakávaným pokračujúcim náletom cieľových drevín, odrastaním už existujúcich semenáčikov nad registračnú hranicu 10 cm, a ťažšie odhadnuteľným vplyvom škodlivých činiteľov – najmä zveri a buriny.

Podakovanie

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu ITMS 26220220026 „Demonštračný objekt premeny odumierajúcich smrekových lesov na ekologicky stabilnejšie multifunkčné ekosystémy“, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- BRUCHÁNIK R., 2010: Nízkonákladové pestovanie lesa. Zvolen : NLC, 141 s.
- FILLBRANDT T., 1998: Natürliche Baumkollektive als Vorbilder der Rottenpflanzung. SZF (149): 219-243.
- GRIME J. P., 1988: The C-S-R model of primary plant strategies – origins, implications and tests. In: GOTTLIEB L.D. and JAIN S.K. (eds.): *Plant Evolutionary Biology*. Chapman and Hall, New York.
- JANKOVIČ J. *et al.*, 2007: Projekt revitalizácie lesných ekosystémov na území Vysokých Tatier postihnutom veternou kalamiťou dňa 19. 11. 2004. Zvolen : Národné lesnícke centrum, 75 s.

- KAMENSKÝ M., ŠTEFANČÍK I., 2010: Neceloplošné výsadby – príroda blízka metóda rekonštrukcií drevinovo nevhodných porastov. In: *Aktuálne problémy lesného škôlkarstva, semenárstva a umelej obnovy lesa*, Zvolen : NLC, s. 104-111.
- KAŠTIER P., BUČKO J., 2011: Vplyv raticovej zveri na tatranské lesné ekosystémy poškodené veternou kalamitou. In: *Zborník referátov z medzinárodnej konferencie konanej v Novom Smokovci*, Zvolen: NLC, s. 114-118.
- KORPEL Š., 1989: Pralesy Slovenska. Bratislava : Veda, 332 s.
- KOVÁČ J., 2011: Sledovanie a vyhodnotenie škôd spôsobených zverou na výsadbách a porastoch na kalamitných plochách v TANAP-e. In: *Štúdie o Tatranskom národnom parku*, 10(43): 301-313.
- KULLA L., MERGANIČ J., MARUŠÁK R., 2009: Analysis of natural regeneration in declining spruce forests on the Slovak part of the Beskydy Mts. In: *Beskydy*, 2(1): 51-62.
- LEWIS K. J., LINDGREN B. S., 2000: A conceptual model of biotic disturbance ecology in the central interior of B.C.: How forest management can turn Dr. Jekyll into Mr. Hyde. *The Forestry Chronicle*, 76: 433-443.
- MCCARTHY J., 2001: Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forests. *Environ. Rev.* 9: 1-59.
- SCHÖNENBERGER W., 1986: Rottenaufforstung im Gebirge, *Schweiz. Z. Forstwesen*, 137(6): 501-509.
- , WASEM U, FREY W., 1992: Die Standortgemässe Anlage der Aufforstung. Forstbewirtschaftung an der Waldgrenze. MZ ČR, s. 221-235.
- SPIES T. A., FRANKLIN J. F., 1989: Gap characteristics and vegetation response in coniferous forests of the Pacific Northwest. *Ecology*, 70(3): 543-545.
- SVOBODA P., 1952: Nauka o lese. Praha : Přírodovědecké vydavatelství, 324 s.
- ŠACH F., 2004: Meliorační a zpevňující dřeviny při obnově lesních porostů. In: PEŇÁZ J., MARTINEK J. (eds.): *Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století*. Brno : MZLÚ, s. 287-296.
- ŠEBEŇ V., 2003: Zalesňovanie v bioskupinách na umelo zníženej hornej hranici lesa. *Lesnícky časopis - Forestry Journal*, 49(1): 75-83.
- , BOŠELA M., 2012: Mladé lesné porasty a ich poškodzovanie zverou podľa NIML SR. In: *Aktuálne problémy v ochrane lesa 2012*. Zborník referátov z medzinárodnej konferencie konanej v Novom Smokovci, s. 116-123.
- , BOŠELA M., KULLA L., 2011: Terestrická sieť na sledovanie procesu revitalizácie tatranského kalamitiska a jeho okolia. In: *Štúdie o Tatranskom národnom parku*, 10(43): 13-24.
- TUČEKOVÁ A., 2011: Výsledky neceloplošnej obnovy v bukovej dúb-rave. In: *Proceedings of Central European Silviculture – 12th International Conference*, Opočno : VÚLHM, s. 11-20.
- ULBRICHOVÁ I., KUNEŠ I., 2004: Stav náletových drevin na vybraných plochách v Jizerských horách. In: PEŇÁZ J., MARTINEK J. (eds.): *Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století*. Brno : MZLÚ, s. 297-302.

Summary

The paper deals with non-whole-area reforestation as the new labor-saving method of reforestation, based on a combination of planting of desirable tree species with natural regeneration of other tree species from the surrounding stands. It presents the first preliminary results of the experiment established on the demonstration area Kysuce – locality Husárik.

The experiment was established on the calamity clearing of died spruce stand at an altitude of 770–800 m, on the northeast-oriented ridge closed slope with an inclination of 25%, on the mesotrophic mesophilic site on the cambisol. Three different methods of spatial arrangement of artificial reforestation were used: (I) non-whole-area schematic, (II) non-whole-area small groups, (III) whole area as control. Each variant was applied in two versions: (a) on the old clearing aged 2–4 years, (b) on the new clearing aged 1 year. Target tree species beech, fir, larch and maple were planted by pit planting in numbers corresponding to about 1/3 of the normative for variant I and II, and 100% of the normative for variant III. We measured time expenditure for planting and subsequent treatment of the cultures during the first year after planting. One year after planting, frequency and vitality of individuals of natural as well as artificial regeneration were statistically found and evaluated.

Based on the results obtained it can be concluded that non-whole-area reforestation can produce savings of up to 60% of costs for planting and subsequent treatment of plantings. More appropriate method of non-whole-area reforestation in terms of labour content is small-group reforestation with pre-marked centres. In terms of plantings survival both methods are equivalent. In addition to natural regeneration of pioneer tree species, the natural regeneration of target trees species – spruce, beech, fir and maple was found with high regularity, and with a greater abundance on the old than the new clearings. The observed overall frequency of the target tree species after using non-whole-area reforestation on the old clearing was 3200 ± 1200 pcs.ha⁻¹, and on the new clearing 1800 ± 900 pcs.ha⁻¹ (at 95% confidence level), which still does not guarantee the achievement of young forest according to current standards. Vitality of regeneration is quite good, game damage, and weed pressure were successfully eliminated by performed measures, only the individuals of artificial reforestation had noticeable physiological stress from adaptation.

A comprehensive evaluation of the experiment will be possible only after several years of monitoring of next succession, with an expected increase of target tree species number by next germination, and grow-up of already existing seedlings to registration height of 10 cm. Moreover, the effects of harmful agents as game and weeds are difficult to estimate.

Translated by authors

Revised by J. LÁSKOVÁ