

POTENCIÁL KOMBINOVANÉ OBNOVY LESA NA KALAMITNÍCH HOLINÁCH NIŽŠÍCH POLOH

POTENTIAL OF COMBINED FOREST REGENERATION METHOD ON DISTURBED AREAS AT LOWER ALTITUDES

ANTONÍN MARTINÍK ✉ - LUMÍR DOBROVOLNÝ - VÁCLAV HURT

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, CZ - 613 00 Brno, Czech Republic

✉ e-mail: martinik@mendelu.cz

ABSTRACT

The paper deals with analysis of different forest regeneration methods following natural disturbances. The experiment was carried out on two plots: Vranov and Soběšice (South Moravia, Czech Republic), where full-area planting, group planting, and succession were compared. The mortality of beech in the group planting treatment on the Vranov plot was lower (13.6%) than in the full-area planting treatment (18.6%) after three years of observation. Similar result was found for oak on the Soběšice plot (22.9 % and 24.9 % respectively). However, the success of group planting is low due to a lack of natural regeneration outside the planted groups. Total density of natural regeneration on the Vranov plot (5,128 trees/ha) and the Soběšice plot (1,707 trees/ha) in succession treatments and its spatial distribution is insufficient as well. The main limiting factor of natural regeneration is weed attack and browsing. The rationalization and decrease of regeneration costs in the area where we expected natural regeneration should be made through delay of artificial regeneration. Only unoccupied areas without natural regeneration should be planted with trees after 2 or 3 years.

Klíčová slova: kalamitní holina, výsadba, sukcese, buk, dub

Key words: disaster area, planting, succession, beech, oak

ÚVOD

Kalamitní události a nahodilé těžby doprovází lesní hospodářství od jeho vzniku (PĚNČÍK et al. 1958; OTTO 1994; SIMANOV 2013). Zvýšený podíl nahodilých těžeb lze očekávat také v budoucnosti, a to zejména v souvislosti s probíhajícími změnami klimatu (SCHELHAAS 2008; KULLA, SITKOVÁ 2012). Kromě znehodnocení dřeva jsou kalamity spojené také s vysokými náklady na obnovu lesa (GEBAUER et al. 2011; MARTINÍK et al. 2014). Tradiční způsoby obnovy lesa po kalamitní události vedou k tvorbě rozsáhlých stejnověkových a často i stejnorodých porostů s vysokou mírou nestability (ULRICH 1981; KOŠULIČ 2010). Naproti tomu přírodě bližší způsoby hospodaření, využívající tvořivých sil přírody, zpravidla vedou k vytváření lesních porostů s rozrůzněnou strukturou a vyšším odolnostním potenciálem (SANIGA, BRUCHÁNIK 2009; KOŠULIČ 2010; GREGOR, TUŽINSKÝ 2011). K přírodě bližším postupům lze řadit širší využívání přirozené obnovy (sukcese), a to včetně dřevin přípravných, sje a skupinovou neceloplošnou obnovu (PĚNČÍK et al. 1958; KAMENSKÝ, ŠTEFANČÍK 2010; KULLA, SITKOVÁ 2012). Kromě biologického opodstatnění těchto metod je jejich předností i nižší nákladovost ve srovnání s obnovou celoplošnou (KULLA, ŠEBEŇ 2012; MARTINÍK et al. 2013).

Úspěšnost přirozené obnovy na kalamitních holinách ovlivňuje řada faktorů, diskutována je role managementu (FISCHER, FISCHER 2012), přípravy půdy (KARLSSON 2001) a stavu mateřského porostu před

kalamitou (ŠEBEŇ, BOŠELA 2011). Obecně je na holinách očekáván větší podíl dřevin přípravných, výskyt dřevin cílových je často limitován úspěšností jejich obnovy pod porostem před kalamitní událostí a dalšími faktory (LEDER, KRUMNACKER 1998; ŠEBEŇ, BOŠELA 2011).

U přímých výsadeb cílových dřevin je možné uvažovat také s neceloplošnými (hnízda, skupiny) schémata obnovy (PĚNČÍK et al. 1958; CEITEL, SZYMANSKI 1975; SZYMANSKI 1986; MANGOLD 1988; GUSSONE, RICHTER 1994; GOCKEL 1995; GUERICKE 1996; GOCKEL et al. 2001; DONG et al. 2007; PETERSEN 2007; GUERICKE et al. 2008; KAMENSKÝ, ŠTEFANČÍK 2010; KULLA, SITKOVÁ 2012; SAHA et al. 2012, 2013a, 2013b, 2014). Neceloplošná (skupinová) umělá obnova cílových dřevin na holinu se v literatuře označuje jako „cluster planting“ (ŠINDELÁŘ 2001; KULLA, ŠEBEŇ 2012; SAHA et al. 2012; 2013a, 2013b, 2014). Principem neceloplošné obnovy je vytváření skupin, jejichž parametry a rozestupová vzdálenost umožňují vypěstování kvalitního sortimentu (STROBEL 2000; ŠINDELÁŘ 2001). Meziprostory nejsou obvykle uměle zalesňovány. Přirozená obnova mezi skupinami dřevin cílových však nemusí být nutnou podmínkou úspěchu metody. SAHA et al. (2012) uvádí jako perspektivní skupinovou alternativu (*group planting*), naproti tomu hnízdová (*nest planting*) se pro dub jeví jako neperspektivní. Kromě dubu je neceloplošná obnova doporučována zejména pro javor (HARARI, BRANG 2008). KULLA, ŠEBEŇ (2012) uvádí skupinovitou výsadbu rovněž pro jehličnaté dřeviny a další listnáče;

pro buk uvádí skupiny o velikosti 20 jedinců v odstupové vzdálenosti 8–9 metrů mezi středy skupin.

Cílem článku je na základě vyhodnocení úspěšnosti a nákladovosti různých variant obnovy lesa (celoplošná umělá obnova, skupinová neceloplošná výsadba) v rámci dvou kalamitních holin v odlišných porostních a stanovištních podmínkách doporučit optimální přístupy (metody) obnovy lesa, založené na kombinaci přirozené a umělé obnovy.

MATERIÁL A METODIKA

Experimentálními objekty jsou „Vranov“ a „Soběšice“, které se nacházejí na území ŠLP Masarykův les Křtiny. Lokalita Vranov (N 49°18.081', E 16°38.114') vznikla na holině o velikosti 1,7 ha a šířce cca 100 m po větrné kalamitě Antonín (červen 2010). Původním mateřským porostem (15C11) byla dospělá asi 100letá listnatá kmenovina se zastoupením: BK 30 %, DB 45 %, HB 14 %, MD 10 %, SM 1 % (LHP 2003–2012). Nadmořská výška se pohybuje mezi 430–500 m n. m. ve svahu o sklonu 25° s východní expozicí. Matečnou horninou je granodiorit spolu s příměsí deluviálních písků, hlín a štěrku kvarterního stáří, na nichž se vytvořila kambizem typická mezotrofní. Potenciální vegetací jsou zde dubové bučiny (*Querceto-fagetum*).

Lokalita Soběšice (N 49°16.104', E 16°36.880') o velikosti 0,63 ha a šířce přibližně 50 m vznikla rozvrácením borové tyčkoviny (porost 72E2, 1b, věk 19 let) mokřým sněhem (zima 2009). Nachází se v nadmořské výšce 360–375 m n. m. ve žlebu s jihovýchodní a západní expozicí o sklonu 20°. Matečnou horninou je směs deluviálních písků, hlín a štěrku kvarterního stáří, kde se vytvořily kambizemě typické oligotrofní a kambizemě typické mezotrofní. Potenciální vegetací jsou zde svěží bukové doubravy (*Fageto-quercetum*).

Na lokalitě Vranov byla v roce 2012 ve střední části holiny (mimo porostní okraje) stabilizována trvalá výzkumná plocha (TVP) o velikosti 70 m × 100 m, na které je pravidelně prováděna celoplošná ochrana výsadeb nátěrem. V rámci této TVP byly založeny následující varianty obnovy lesa:

- celoplošná výsadba (CV): 25 m × 25 m ve dvou opakováních, termín výsadby – jaro 2012, skladba dřevin – BK 80 %, DB 20 %, spon – 1 m × 1 m, sadební materiál – prostokořenné sazenice;
- neceloplošná (skupinová) výsadba (NV): 25 m × 25 m ve dvou opakováních, termín výsadby – jaro 2012, skladba dřevin (z pěstebních důvodů byl jako cílová dřevina do skupin zvolen pouze buk) – BK 100 %, počet jedinců na skupinu – 9 ks, výměra skupiny – 5,3 m², počet skupin na plochu (625 m²) – 9 (tj. 144 skupin na ha), rozestup středu skupin cca 10–12 m, tj. 1296 ks.ha⁻¹;
- sukcese (kontrolní – bezzásahová) plocha (S): 1 transekt 55 m × 15 m se sítí bodů (5 m × 5 m) umístěn uprostřed svahu kolmo na porostní okraje tak, aby pokrýval heterogenitu stanovištních podmínek a umožňoval srovnatelnost s umělou obnovou (2 dvojice ploch NV a CV byly šachovnicově umístěny nad transektem a pod ním, podrobněji viz MARTINÍK et al. 2014).

Na lokalitě Soběšice byla v roce 2012 stabilizována TVP o velikosti 0,81 ha, která byla kompletně oplocena proti zvěři, a následně zde byly založeny k dlouhodobému sledování následující varianty obnovy:

- celoplošná výsadba (CV): 30 m × 15 m (bez opakování), termín výsadby – jaro 2012, skladba dřevin – DB 100 %, spon 1 m × 1 m, sadební materiál – prostokořenné sazenice;
- neceloplošná (skupinová) výsadba (NV): 25 m × 25 m (bez opakování), termín výsadby – jaro 2012, skladba dřevin – DB 100 %, vlastní design skupin byl shodný jako v případě lokality Vranov. Odlišná velikost jednotlivých variant byla způsobena přítomností valů z těžebních zbytků, které byly vedeny přes holinu a ohraničovaly jednotlivé varianty;

- sukcese (kontrolní – bezzásahová) plocha (S): 1 transekt 15 m × 100 m se sítí bodů (5 m × 5 m) umístěn mezi valy (podrobněji viz níže).

Stav a nákladovost jednotlivých variant obnovy byly hodnoceny na jaře v r. 2015, tj. po 3 letech od výsadby a 5,5 (Soběšice), resp. 4,5 (Vranov) let od vzniku holiny. Pro varianty CV, NV byla zjišťována mortalita a poškození vysazených rostlin okusem. U každé živé rostliny byla změřena výška nadzemní části s přesností na cm a bylo zjišťováno, zda rostlina vykazuje známky poškození zvěří. Pro vývoj varianty NV může být také významný výskyt dřevin z přirozené obnovy v meziprostorech. Z tohoto důvodu byl analyzován stav (druh a výška) přirozené obnovy na ploše vysazených skupin (poloměr $r = 1,3$ m) a v jejím bezprostředním okolí (poloměr $r = 1,3$ – 3 m). Za tímto účelem byla každá skupina rozdělena do čtyř čtvrtkruhových vnitřních a stejného počtu vnějších segmentů: I – IV uvnitř skupiny o poloměru $r =$ do 1,3 m; a vně skupiny – poloměr $r = 1,3$ – 3 m. Zjišťována byla přítomnost dřevin a jejich druhové složení v segmentech skupin. Hodnota 0 znamená, že přirozená obnova minimálně jednoho jedince nebyla zaznamenána ani v jednom segmentu; 25 % – obnova je v jednom segmentu; 50 % – obnova zjištěna ve dvou segmentech, 75 % – obnova zjištěna ve třech segmentech, 100 % – obnova zjištěna ve všech čtyřech segmentech. Pro variantu S byl stav obnovy hodnocen dle počtu jedinců dané dřeviny a výšky nadzemní části každého z nich (v cm) na ploškách 1 m², jejichž středy jsou v rámci každého transektu fixovány v síti 5 m × 5 m (Vranov: 39 plošek, Soběšice: 41 plošek). Dále byla v rámci této varianty odhadnuta pokryvnost plošky buření (v %). Ekonomická nákladnost jednotlivých variant byla sledována od doby vzniku experimentu jako součet všech nákladových položek konkrétní plochy, přepočteno na ha. Jednalo se o tyto položky: sadební materiál, výsadba, ochrana proti zvěři (Vranov – letní a zimní nátěr, Soběšice – oplocení), ochrana proti buření. Jednotkové položky byly získány přímo z evidence platné pro ŠLP Křtiny za období 2012–2014.

VÝSLEDKY A DISKUSE

U umělé obnovy byla na obou lokalitách zjištěna nepatrně nižší mortalita rostlin u var. NV. Rozdíl u buku na ploše Vranov dosahoval 5 %, u dubu na ploše Soběšice pouze 2 % (tab. 1). Za jednu z možných příčin lze u CV považovat výsadbu i do méně vhodných podmínek při striktním dodržování pravidelného sponu. K opačnému zjištění, tedy nižší mortalitě u CV, dospěli po roce od založení experimentu v podmínkách Kysuckých Beskyd KULLA a ŠEBEŇ (2012). Zjištěnou mortalitu dřevin (pod 25 % za posuzované tříleté období) lze na základě srovnání s podklady tzv. Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství ČR (Zpráva 2014), které udávají ztráty 23 %, považovat spíše za průměrnou.

Poškození zvěří bylo z důvodu oplocení plochy Soběšice hodnoceno pouze na ploše Vranov. Evidentní známky poškození vysazených rostlin byly, i přes opakované nátěry, zaznamenány u obou variant v podobném a poměrně vysokém rozsahu – kolem 50 %. Z předchozího šetření provedeného pro rok 2013 (MARTINÍK et al. 2014) přitom vyplynulo poškození buku na ploše se skupinovou obnovou 45 % a na variantě s celoplošnou výsadbou pouze 28 %.

Hodnocení výšky rostlin po třech letech od výsadby neukázalo statisticky významné rozdíly mezi CV a NV (tab. 1). Vyšší rostliny na ploše Soběšice mohou souviset jednak s volbou způsobu ochrany proti zvěři (oplocení – nátěr), jednak s volbou rozdílných dřevin (dub – buk).

Úspěšnost varianty NV může být také ovlivněna výskytem dřevin z přirozené obnovy v prostorech mezi skupinami, kde se předpokládá jejich výchovná funkce (ŠINDELÁŘ 2001; SAHA et al. 2012). Za úspěšně obnovené skupiny lze považovat takové, u nichž byl zajištěn výskyt dřevin z přirozené obnovy ve všech částech (segmentech) v bezprostředním okolí skupiny. Výskyt dřevin ve vnitřní části segmentu, kde

budou významné především dřeviny cílové, nebude mít podstatný vliv na úspěšnost metody. Naopak vnější segment, kde budou významné jak dřeviny cílové, tak přípravné, bude pro hodnocení úspěšnosti zásadní. Z tohoto hlediska lze považovat za úspěšně obnovené 4 skupiny (z celkového počtu 18 ploch) na ploše Vranov a pouze jednu (z celkem 9) na ploše Soběšice (tab. 2). Potenciálně úspěšné mohou být také skupiny, kde byly dřeviny z přirozené obnovy zaznamenány ve třech segmentech, tj. u dalších 6 skupin na ploše Vranov a opět pouze u jedné na ploše Soběšice. Další změny mohou nastat až v delším časovém horizontu náletem dřevin do okolí skupin. Předmětem diskuse může být rovněž velikost poloměru pro hodnocení výskytu přirozené obnovy v okolí skupiny – do 3 m od vnějšího okraje skupiny. Celkově tak větší potenciál pro uplatnění neceloplošné obnovy byl zjištěn na ploše Vranov z důvodu vyššího výskytu dřevin z přirozené obnovy.

U varianty S byla hustota přirozené obnovy více jak dvojnásobně vyšší na ploše Vranov v porovnání se Soběšicemi. Zatímco na ploše Vranov se obnova vyskytovala na 20% hodnocených plošek, na Soběšicích pouze na 7% s prostorově nepravidelným rozmístěním na obou lo-

kalitách. Druhá diverzita obnovy byla na obou plochách obdobná, tj. 3 cílové dřeviny a 1 pionýrská (tab. 3). Na ploše Vranov dominovaly modřín a javory, na ploše Soběšice to byly především lípa a habr. Zastoupení stanovištně (i hospodářsky) vhodných druhů dřevin, tedy buku na ploše Vranov a dubu na ploše Soběšice (např. PRŮŠA 2001; BUČEK, LACINA 2007) bylo oproti výše uvedeným dřevinám nižší. To může souviset jednak s jejich absencí před vznikem holiny, jednak s nižším potenciálem obnovy těchto dřevin na holině (KOŠULIČ 2010). Z typických dřevin pionýrského charakteru se na ploše Vranov uplatňuje především vrba, na ploše Soběšice v menší míře pak bříza. Zatímco břízu lze považovat za pionýrskou dřevinu v jehličnatých porostech (HUTH 2009; MARTINÍK et al. 2013), vrba je známá právě z porostů, kde před disturbancí dominovaly listnaté dřeviny (KORPEL 1989). Překvapivě nízké zastoupení pionýrských dřevin, v porovnání např. s plochou Tipeček nacházející se ve stejných podmínkách (MARTINÍK et al. 2013), lze přičítat v případě vrby na nechráněném ploše Vranov tlaku zvěře, v případě břízy na Soběšicích zase nízkému zastoupení mateřských jedinců v okolních porostech. Na ploše Vranov je významně zastoupen také bez, u něhož na rozdíl od např. vrby nelze

Tab. 1.

Mortalita, poškození a výšky nadzemních částí rostlin u variant s umělou obnovou (CV – celoplošná výsadba; NV – neceloplošná výsadba) na plochách Vranov a Soběšice po třech letech od výsadby
Mortality, damage and height of trees for artificial regeneration treatments (CV – full-area planting; NV – group planting variants) on the Vranov and Soběšice plots, three years after planting

Plocha/Plot dřevina/species	Varianta/ Variant	Mortalita/ Mortality (%)	Poškození zvěří/ Game damage (%)	Výška/ Height (cm/SD)	p-value ($\alpha = 0,05$)
Vranov buk/beech	CV	18,6	51,6	60,8/21,0	0,263
	NV	13,6	49,4	62,98/18,8	
Soběšice dub/oak	CV	24,9	-	77,0/26,8	0,085
	NV	22,2	-	70,3/26,1	

Tab. 2.

Úspěšnost varianty NV (neceloplošné výsadby) na ploše Vranov a Soběšice dle výskytu dřevin z přirozené obnovy v jednotlivých segmentech uvnitř a v okolí (venku) skupin
Success rate of group planting (NV) variants within the Vranov and Soběšice plots according to occurrence of natural regeneration in individual segments inside and outside of groups

Plocha/ Plot 0 %	Podíl skupin s výskytem dřevin/ Proportion of groups with occurrence of trees (%)					Celkem pl./ Plots in total	Dřevinná skladba/Species composition*	
	25 %	50 %	75 %	100 %				
Vranov	uvnitř/ inside	33 %	28 %	11 %	22 %	6 %	18 (100 %)	KL – 37 %; JS – 12 %; VR – 16 %; HB – 9 %; MD 7 %; BR – 5 %, LP – 5 %; BK – 2 %; JV – 2 %; OS – 2 %; BO – 2 %
	venku/ outside	11 %	17 %	17 %	33 %	22 %	18 (100 %)	KL – 34 %; MD – 18 %; VR – 18 %; HB – 10 %; JS – 6 %; LP – 6 %; BK – 5 %; DB – 2 %; BR – 1 %
Soběšice	uvnitř/ inside	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	9 (100 %)	-
	venku/ outside	11 %	45 %	22 %	11 %	11 %	9 (100 %)	BR – 41 %; DB – 18 %; HB – 15 %; LP – 15 %; VR – 7 %; BK – 4 %

Poznámka: Počet skupin s výskytem dřevin v žádném = 0%, v jednom = 25%, ve dvou = 50%, ve třech = 75% a všech segmentech = 100%.

Note: Number of groups with occurrence of trees in no segment = 0%, one segment = 25%, two segments = 50%, three segments = 75%, and all segments = 100%.

*Zastoupení vypočteno z celkového počtu dřevin ve všech segmentech/Species composition calculated from the total number of trees in all segments.

Vysvětlivky/Captions: KL – javor klen/sycamore maple; JS – jasan ztepilý/ash; VR – vrba jíva/willow; HB – habr obecný/hornbeam; MD – modřín opadavý/European larch; BR – bříza bělokora/European white birch; BK – buk lesní/European beech; JV – javor mleč/Norway maple; OS – topol osika/European aspen; BO – borovice lesní/Scots pine; LP – lípa/lime; DB – dub/oak

předpokládat pozitivní efekt na cílové dřeviny, spíše naopak. Na ploše Soběšice byla dále u rostlin z přirozené obnovy zjištěna vyšší výška oproti Vranovu (tab. 3). Na ploše Vranov, kde byla přirozená obnova úspěšnější, byla průměrná pokryvnost buřené na ploškách 66 %, zatímco na ploše Soběšice to bylo 81 %. Příčinou může být mimo jiné opět spásání plochy zvěří na ploše Vranov.

I přes to, že na plochách byla zaznamenána dynamika v přirozené obnově a např. na ploše Vranov byl zaznamenán nárůst zastoupe-

ní modřínu (Květoň 2014), nelze obnovu na variantě S považovat za dostatečnou (vyhl. 139/2004). Kromě absolutní početnosti, která by za určitých podmínek mohla být dostatečná pro modřín na ploše Vranov (příloha č. 6 vyhl. 139/2004), je limitující nepravidelné prostorové rozmístění.

Největší náklady na obnovu a následnou péči po dobu 3 let od založení pokusu byly zjištěny dle očekávání pro variantu CV (tab. 4). Vyšší náklady na ploše Soběšice souvisí s použitou ochranou proti

Tab. 3.

Parametry přirozené obnovy na ploše sukcese
Parameters of natural regeneration on succession plots

Plocha/ Plot	Dřevina/Tree species	Početnost/Density (N/ha) jaro 2015/spring 2015	Výška/Height 2015 (cm/s.d.)
Vranov	Jehličnany/Conifers*	769	*
	Buk/Beech	513	24,5/13,5
	Javory/Maples	1 026	34,5/6,3
	Modřín/Larch	1 282	66,3/28,9
	Cílové druhy dřevin/Target species	3 590	
	Cílové druhy dřevin nad 20 cm/Target species over 20 cm	2 051	
	Vrba/Willow	1 538	53,8/36,1
	Σ vše/In total	5 128	
	Bez/European red elder, Black elder	1 026	91,8/53,7
	Soběšice	Dub/Oak	244
Lípa/Lime		732	150,5/53,7
Habr/Hornbeam		488	123,3/51,0
Cílové druhy dřevin/Target species		1 463	
Cílové druhy dřevin nad 20 cm/Target species over 20 cm		1 463	
Bříza/Birch		244	203
Σ vše/In total		1 707	
Bez/European red elder, Black elder		732	135/8,2

*Jednoleté semenáčky bez druhového vylišení a stanovení výšky/1-year-old seedlings without species determination and height measuring species determination; jehličnany/conifers (*Picea abies*, *Abies alba*, *Larix decidua*, *Pseudotsuga menziesii*); beech – *Fagus sylvatica*; maple – *Acer spp.*; larch – *Larix decidua*; willow – *Salix spp.*; oak – *Quercus spp.*; lime – *Tilia spp.*, hornbeam – *Carpinus betulus*; birch – *Betula pendula*

Tab. 4.

Nákladnost (v tis. CZK, %) jednotlivých variant dle položek pro plochu Vranov a Soběšice
Costs (in thousand CZK, %) of the regeneration methods according to items on the Vranov and Soběšice plots

Položka/Item	Celoplošná výsadba (CV)/ Full-area planting				Neceloplošná výsadba (NV)/ Group planting				Kontrolní plocha (S)/ Control plot (succession)			
	Vranov		Soběšice		Vranov		Soběšice		Vranov		Soběšice	
	tis. CZK	%	tis. CZK	%	tis. CZK	%	tis. CZK	%	tis. CZK	%	tis. CZK	%
Výsadba/Planting	53,9	71,7	88,0	75,7	9,6	66,5	11,4	29,6	0	0	0	0
Ochrana proti buření/Weed control	7,9	10,6	2,3	2,0	2,4	16,5	1,1	3,0	5,5	100,0	2,3	8,1
Ochrana proti zvěři/Game protection	13,2	17,7	26,0	22,3	2,4	17,0	26,0	67,4	0	0	26,0	91,9
Celkem/In total	75,0	100,0	116,3	100,0	14,4	100,0	38,5	100,0	5,5	100,0	28,3	100,0
Nákladovost oproti sukcesii/Cost comparison of the succession	69,5	1364	88,0	411	8,9	262	10,2	136	5,5	100	28,3	100

zvěři – oplocení. Nákladovost na variantě S dosahovala 7,3 % nákladovosti CV v případě plochy Vranov a 24,3 % v případě plochy Soběšice. Uvedené hodnoty se blíží údajům zjištěným pro plochu Tipeček, založenou v podobných podmínkách ŠLP Křtiny a po stejné kalamitě (MARTINÍK et al. 2014). Náklady na sukcesi po dvou letech od založení pokusu zde dosahovaly 17 % a 20 % nákladů na celoplošnou obnovu smrkem a bukem, přičemž jedinou položkou byla příprava stanoviště. Nákladovost varianty NV na plochách Vranov a Soběšice dosahovala 19,3 %, resp. 33,1 % celoplošné obnovy, což souvisí především s nižšími náklady na výsadbu. Hodnocení nákladovosti obnovy lze považovat za předběžný dílčí výsledek, jehož význam bude zřejmý až v pozdějších etapách vývoje porostu, kdy bude možné predikovat jeho kvalitativní i kvantitativní vývoj a potenciál.

ZÁVĚR

Výsledky analýzy odlišných metod obnovy lesa po kalamitě za dobu tří let od založení experimentu na plochách Vranov a Soběšice lze shrnout následovně:

- Výrazně limitujícími faktory úspěšné obnovy v daných stanovištních a porostních podmínkách jsou zvěř a buřeň.
- Zvolenou metodu umělé neceloplošné obnovy s nízkým počtem rostlin na relativně malé ploše podobné hnízdové výsadbě nelze vzhledem k zjištěné nedostatečné přirozené obnově (plnicí výchovnou a výplňovou funkci) mezi skupinami považovat v současnosti za vhodnou.
- Podobně nedostatečná se jeví samotná sukcese, a to jak z důvodu nízké hustoty jedinců cílových dřevin, tak především pro jejich nepravidelné (neceloplošné) prostorové rozmístění po ploše.
- Racionalizaci obnovy lesa v daných podmínkách lze spatřovat především ve využití potenciálu přirozené obnovy a použití umělé obnovy až následně, buď formou větších skupin, nebo celoplošně do míst, kde se přirozená obnova nedostává.
- Uvedené závěry se vztahují k současnému stavu obnovy, k aktuální legislativě a ke stávajícím hospodářským potřebám. Delší doba sledování vývoje obnovy na jednotlivých variantách pomůže dosavadní poznatky více konkretizovat a zpřesnit.

Poděkování:

Príspevek byl řešen v rámci projektu KUS QJ1230330 „Stabilizace lesních ekosystémů vyváženým poměrem přirozené a umělé obnovy lesa“.

LITERATURA

BUČEK A., LACINA J. 2007. Geobiocenologie II. Geobiocenologická typologie krajiny České republiky. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 251 s.

CEITEL J., SZYMANSKI S. 1975. Biological and economic effectiveness of methods of nest planting for the establishment of oak in mixed plantations. Práce Komisei Nauk Rolniczych i Komisei Nauk Lesnych, 40: 3–19 (in Polish).

DONG P.H., EDER W., MUTH M. 2007. Eichen-Nesterpflanzungsversuche in Rheinland-Pfalz – Ergebnisse eines 15jährigen Beobachtungszeitraums. In: Eiche im Pfälzerwald. Tippstadt, Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz: 4–22.

FISCHER A., FISCHER H. S. 2012. Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years after wind throw. European Journal of Forest Research, 131: 493–501.

GEBAUER R., URBAN J., BORJA I., GRYC V., VAVRČÍK H., VOLAŘÍK D., RYCHTECKÁ P., HURT V., SVOZILOVÁ M. 2011. Metodika sledování vitality lesních ekosystémů vystavených suchu k podpoře trvale udržitelného lesnictví. Recenzovaná metodika. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 55 s.

GOCKEL H. 1995. Die Trupp-Pflanzung, Ein neues Pflanzschema zur Begründung von Eichenbeständen. Forst und Holz, 50: 570–575.

GOCKEL H., ROCK J., SCHULTE A. 2001. Aufforsten mit Eichen-Truppplantagen. AFZ/Der Wald, 56: 223–226.

GREGOR J., TUŽINSKÝ L. 2011. Veterná kalamita a smrekové ekosystémy. Zvolen, TU Zvolen: 236 s.

GUERICKE M. 1996. Versuche zur Begründung von Eichenbeständen durch Nesterpflanzung. Forst und Holz, 51: 577–583.

GUERICKE M., PETERSEN R., BLANKE S. 2008. Wachstum und Qualität von Eichennestern in Nordwestdeutschland. Forst und Holz, 63: 58–63.

GUSSONE H., RICHTER A. 1994. Eichen-Nester – Zweiter Bericht der Versuche mit Nesterpflanzungen in Norddeutschland. Forst und Holz, 49: 300–304.

HARARI O., BRANG P. 2008. Truppplantagen-Experimente mit Stieleiche und Bergahorn in der Schweiz. Ergebnisse der Erhebungen 2007. Birmensdorf, Bericht Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL: 24 s.

HUTH F. 2009. Untersuchungen zur Verjüngungsökologie der Sand-Birke (*Betula pendula* Roth). Dissertation. Dresden, Technische Universität Dresden: 394 s.

KAMENSKÝ M., ŠTEFANČÍK I. 2010. Neceloplošné výsadby – príroda blízka metóda rekonštrukcií drevinovo nevhodných porastov. In: Sušková, M., Debnárová, G. (eds): Aktuálne problémy lesného škôlkarstva, semenárstva a umelej obnovy lesa. Zborník príspevkov z medzinárodného seminára. Liptovský Ján, 16–17. jún 2010. Zvolen, NLC: 104–110.

KARLSSON M. 2001. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden. Effects of silvicultural treatments and seed dispersal from surrounding stands. Alnarp, Swedish University of Agricultural Sciences: 44 s. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria, 196.

KORPEL Š. 1989. Pralesy Slovenska. Bratislava, Veda: 329 s.

KOŠULIČ M. 2010. Cesta k prírodě blízkému hospodářskému lesu. Brno, FSC: 449 s.

KULLA L., SITKOVÁ Z. 2012. Rekonštrukcie nepôvodných smrekových lesov: poznatky, skúsenosti, odporúčania. Zvolen, Národné lesnícke centrum: 207 s.

KULLA L., ŠEBEŇ V. 2012. Pokus s uplatnením neceloplošnej umelej obnovy kalamitnej holiny na demonstračnom objekte Husárik. Lesnícky časopis – Forestry Journal, 58 (3): 171–180.

KVĚTOŇ L. 2014. Potenciál využití sukcese při obnově kalamitní holiny. Bakalářská práce. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 73 s.

LEDER B., KRUMNACKER J. 1998. Zur Vegetations- und Gehölzentwicklung auf Sukzessionsflächen nach Fichtenwindwurf. In: LÖBF – Mitteilungen, 23 (1): 64–72.

MANGOLD S. 1988. Versuche mit Eiche-Nesterpflanzungen. Forst und Holz, 43: 460–461.

MARTINÍK A., DOBROVOLNÝ L., HURT V. 2013. Úspěšnost a nákladovost různých variant obnovy lesa po větrné kalamitě. In: Baláš, M. et al. (eds.): Proceedings of Central European Silviculture. 14th international conference. Kostelec nad Černými lesy, 2.–3. 7. 2013. Praha, ČZU: 151–158.

- MARTINÍK A., DOBROVOLNÝ L., HURT V. 2014. Comparison of different forest regeneration methods after windthrow. *Journal of Forest Science*, 60: 190–197.
- MARTINÍK A., DOBROVOLNÝ L., HURT V., BUREŠ M. 2014. Možnosti uplatnění neceloplošné obnovy buku na kalamitní holině - experiment Vranov. In: Bednářová, D. (ed.): Aktuální problémy v zakladání a pěstování lesa. Zborník referátov z 2. medzinárodnej konferencie, ktorá sa konala 10.–11. septembra 2014 na Štrbskom Plese. Zvolen, Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav: 9–17.
- OTTO H.J. 1994. Erfahrungen und Folgerungen aus der Sturmkatastrophe 1972 in Niedersachsen. *Der Wald*, Berlin, 44 (2): 52–55.
- PĚNČÍK J. et al. 1958. Zalesňování kalamitních holin. Praha, SZN: 261 s.
- PETERSEN R. 2007. Eichen-Trupp-Pflanzung – erste Ergebnisse einer Versuchsfläche im NFA Neuhaus. *Forst und Holz*, 62: 19–25.
- PRŮŠA E. 2001. Pěstování lesů na typologických základech. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 590 s.
- SAHA S., KÜHNE C., KOHNLE U., BRANG P., EHRLING A., GEISL J., LEDER B., MUTH M., PETERSEN R., PETER J., RUHM W., BAUHUS J. 2012. Growth and quality of young oaks (*Quercus robur* and *Quercus petraea*) grown in cluster plantings in central Europe: a weighted meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 283: 106–118. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.07.021
- SAHA S., KÜHNE C., KOHNLE U., BAUHUS J. 2013a. Wie kommt die Mischung in den Wald? *Landwirtschaftliches Wochenblatt*, 30: 21–23.
- SAHA S., KÜHNE CH., KOHNLE U., BAUHUS J. 2013b. Zur Eignung von Nester- und Truppplantagen für die Begründung von Eichenbeständen. *AFZ-Der Wald*, 68 (2): 37–39.
- SAHA S., KÜHNE C., BAUHUS J. 2014. Intra- and interspecific competition differently influence growth and stem quality of oaks (*Quercus robur* L. and *Q. petraea* (Mattuschka) Liebl.). *Annals of Forest Science*, 71: 381–393. DOI: 10.1007/s13595-013-0345-1
- SANIGA M., BRUCHÁNIK R. 2009. Príroda blízke obhospodarovanie lesa. Zvolen, NLC: 104 s.
- SCHELHAAS M.J. 2008. Impacts of natural disturbances on the development of European forest resources: application of model approaches from tree and stand levels to large-scale scenarios. Wageningen, Alterra: 168 s. Alterra scientific contributions, 23.
- SIMANOV V. 2013. Nahodilé těžby. *Lesnická práce*, 92: 718–720.
- STROBEL G. 2000. Eichen-Biogruppen. *AFZ/Der Wald*, 55 (8): 396–398.
- SZYMANSKI S. 1986. Die Begründung von Eichenbeständen in Nest-Kulturen. *Forst und Holzwirt*, 41: 3–7.
- 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: 163–172.
- ŠINDELÁŘ J. 2001. Hnízdový způsob zalesňování není zcela zapomenut. *Lesnická práce*, 80: 110–113.
- ULRICH B. 1981. Zur Stabilität von Waldökosystemen. *Forstarchiv*, 52: 165–169.
- Vyhláška č. 139/2004, kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa, v aktuálním znění. Dostupné na/Available on: http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/legislativa/zakony-a-vyhlasky/uplna-zneni/_obsah_cz_mze_ministerstvo-zemedelstvi-legislativa_Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2004-139-lesnictvi.html
- Zpráva. 2014. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013. [on-line]. [cit. 2015-07-01]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 134 s. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/vyrocnni-a-hodnotici-zpravy/zpravy-o-stavu-lesa-a-lesního/zprava-o-stavu-lesa-2013.html>

POTENTIAL OF COMBINED FOREST REGENERATION METHOD ON DISTURBED AREAS AT LOWER ALTITUDES

SUMMARY

The paper introduces different regeneration methods employed three years after calamity events. Variants of full-area planting, group planting and succession were compared on two plots: Vranov (*Querceto-fagetum*) and Soběšice (*Fageto-querquetum*) that both lies in the South Moravia (Czech Republic).

The full-area planting method was established usually with a density of 10,000 trees/ha. Total density of the group planting method was 1,296 trees/ha (groups of 9 trees on areas of 5.3 m²), being spaced 8–10 m apart. The succession variant was evaluated on 1 m² patches on a grid with 5 m × 5 m spacing. In addition to mortality, growth of and damage on planted trees, the parameter of success on the group planting variants was the occurrence of natural regeneration around these groups. There were also observed regeneration costs for all variants throughout the three-year period (2012–2014).

Mortality of beech of the group planting variant on the Vranov plot was lower (NV = 13.6%) than on the full-area planting variant (CV = 18.6%) after three years of observation. Similar result was found for oak on the Soběšice plot (22.9% and 24.9%, respectively). There were no significant differences in height between the trees in the full-area and group planting variants (Tab. 1). The insufficient occurrence of natural regeneration around the planting groups currently indicates a failure (Tab. 2).

The total density of natural regeneration of the succession variants (Vranov – 5,128 trees/ha and Soběšice – 1,707 trees/ha) and its spatial distribution are also insufficient (Tab. 3). The dominant tree species were maple and larch on the Vranov plot, and lime tree and hornbeam on the Soběšice plot (Tab. 3).

The main factors limiting natural regeneration are weed attacks (Vranov, Soběšice) and browsing (Vranov).

Results indicate that in order to attain success of the group planting method there should be a two-to-three-year delay in the artificial regeneration only in the areas where no natural regeneration occurs. This would also reduce regeneration costs (Tab. 4).

Zasláno/Received: 06. 08. 2015

Přijato do tisku/Accepted: 11. 02. 2016