

MODELOVÉ EKONOMICKÉ SROVNÁNÍ VARIANT OBNOVY LESA PO KALAMITĚ ALOCHTHONNÍ SMRČINY: KONVENČNÍ UMĚLÁ OBNOVA VS. PŘÍPRAVNÝ BŘEZOVÝ POROST

MODEL ECONOMIC COMPARISON OF FOREST REGENERATION TREATMENTS AFTER CALAMITY EVENTS OF ALLOCHTHONOUS SPRUCE STANDS: CONVENTIONAL ARTIFICIAL REGENERATION VS. PREPARATORY-BIRCH STAND

ZBYNĚK ŠAFRÁNEK¹⁾ - ANTONÍN MARTINÍK²⁾ ✉ - VLASTIMIL VALA³⁾

¹⁾Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, ÚLDEP, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic

²⁾Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, ÚZPL, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic

³⁾Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, 130 00 Praha 3 - Žižkov, Czech Republic

✉ e-mail: martinik@mendelu.cz

ABSTRACT

The paper deals with comparison of economic parameters of different regeneration treatments (silviculture approaches) after calamity events in the conditions of an oak-beech zone of Central Europe. There were analysed: net present value (NPV), NPV/rotation period – both with an interest rate of 1–3%, economic result, the economic result/rotation period and payback time for the following treatments: A – artificial regeneration of target species on clearcut; B – artificial regeneration of target species after preparatory stands at the age of 20 (20) or 35 (35) years; C – underplanting of target species. Silver birch regenerated by seeding was used as a preparatory species in the case of B and C treatments. The target species were Norway spruce (SM) and European beech (BK) for all treatments. From a theoretical point of view, spruce showed better economic characteristics in comparison to beech. On the other hand, the climate change disadvantages the spruce stands in the analysed conditions. Although economic parameters for spruce stands were better without preparatory stands, in the case of beech stands the preparatory stands showed economic justification.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: ekonomika hospodaření; obnova lesa; přípravné porosty; produkce; rentabilita
Key words: economy; forest regeneration; pioneer stands; production; profitability

ÚVOD

Vysoký podíl nahodilých těžeb, způsobený chřadnutím nepůvodních smrčín, disturbancemi a probíhajícími klimatickými změnami (SCHELHAAS 2008; KULLA, SITKOVÁ 2012) vede k nutnosti revidovat zaběhlé pěstební a hospodářsko-úpravnické postupy (TESAŘ et al. 2004; KOŠULIČ 2010; BRANG et al. 2014). Za východisko eliminace rizik jsou považovány různověké, bohatě strukturované porosty (SCHÜTZ 2011; KULLA, SITKOVÁ 2012; BRANG et al. 2014; O'HARA 2014).

V případě obnovy lesa na rozsáhlejších holinách po disturbancích jsou doporučovány postupy využívající prvků sukcese včetně porostů přípravných dřevin (POMMERENING, MURPHY 2004; SANIGA, BRUCHÁNIK 2009). Jedná se přitom o postupy a dřeviny, které byly do nedávna považovány za hospodářsky méněcenné a nežádoucí (LOKVENC, CHROUST 1987; KOŠULIČ 2010).

Studiu přípravných porostů byla věnována pozornost již v minulosti, a to především po rozsáhlých kalamitách ve 40. a 50. letech (PĚNČÍK

1958; ZAKOPAL 1955) a následně letech 80. (KULA 2011; TESAŘ et al. 2011). Příznivě byly hodnoceny především environmentální efekty přípravných dřevin, resp. porostů náhradních dřevin (ZAKOPAL 1955; KANTOR, ŠACH 1988; KANTOR 1989; PODRÁZSKÝ 1992). Hodnocení produkčního potenciálu a ekonomické efektivity bylo problematikou spíše okrajovou (ZAKOPAL 1958; JIRGLE, TICHÝ 1981; SLODIČÁK 2008).

V současnosti se kromě environmentálních přínosů dostává do popředí zájmů také produkce a ekonomická efektivnost přípravných porostů (MARTINÍK et al. 2014; ŠPULÁK et al. 2014). Zkušenosti ze zahraničí přitom naznačují, že kromě zmiňovaných mimoprodukčních přínosů mohou tyto dřeviny při vhodně volených pěstebních postupech přinést i odpovídající hospodářský profit (STARK et al. 2015).

Pracovní hypotézou článku bylo, zda při využívání pěstebních postupů pracujících s přípravnými dřevinami dochází ke zhoršení produkčních a ekonomických ukazatelů lesní výroby. Konkrétně byly pro podmínky živných stanovišť dubo-bukového vegetačního stupně

srovnávány následující pěstební postupy v prvním obmýti po větrné kalamitě: a) přímá výsadba cílových dřevin (smrk ztepilý, buk lesní) na holinu, b) výsadba cílových dřevin po odtěžení březového (přípravného) porostu ve 20 nebo 35 letech a c) podsadba cílových dřevin pod březový (přípravný) porost ve 20 letech s dotěžením březového porostu v 35 letech (tab. 1).

MATERIÁL A METODIKA

a) Obecné předpoklady

Experiment vycházel z reálných porostních, stanovištních a socio-ekonomických podmínek, a to do věku pěti let od jeho založení, pro další hodnocení bylo použito modelování.

Vstupním východiskem experimentu byla TVP „Tipeček“, resp. varianta sije a výsadba založená v r. 2010 po větrné kalamitě Antonín na území ŠLP „Masarykův les Křtiny“ (DOBROVOLNÝ et al. 2011; MARTINÍK 2014).

Bonita posuzovaných dřevin (bříza, buk, smrk) byla zjištěna dle růstu dřevin na ploše, resp. z původního porostu a porostu v bezprostředním okolí plochy. Dosažitelná produkce byla odvozena z objemových tabulek (ÚHÚL 1989; ČERNÝ, PAŘEZ 1998).

Pěstební činnosti a ekonomické kalkulace byly odvozeny pro konkrétní stanoviště a dřeviny dle dosavadních poznatků (MARTINÍK et al. 2014), provozních zkušeností a dále dle platné legislativy (vyhl. 84/1999). Zdrojem dat pro ekonomické kalkulace byly: SIMANOV (2004) – sortimentace; ČSÚ (2013) – ceny sortimentů dříví; VALA, PECHÁČEK (2014) – náklady výkonů.

b) Specifikace jednotlivých variant

Model A (SM): výsadba smrku na holinu

Základní údaje:

Holina – připravená plocha pro sadbu.

Bonita budoucích porostů (RVB): smrk 4.

Schéma modelu:

- Řadová výsadba SM (4 tis./ha), bez oplocení – 1. rok.
- Péče o založenou kulturu (zajištění 7 let).
- Výchova porostů (prořezávka a probírky).
- Těžba obnovní – jednorázově ve 100 letech.
- Příprava pro další obnovní cyklus – úklid klestu, příprava pro obnovu.
- Produkční cyklus 100 let.

Model A (BK): výsadba buku na holinu

Základní údaje:

Holina – připravená plocha pro sadbu.

Bonita budoucích porostů (RVB): buk 4.

Schéma modelu:

- Řadová výsadba BK (9 tis./ha), bez oplocení – 1 rok.
- Péče o založenou kulturu (zajištění 9 let).
- Výchova porostů (prořezávka a probírky).
- Těžba obnovní – jednorázově ve 100 letech.
- Příprava pro další obnovní cyklus – úklid klestu, příprava pro obnovu.
- Produkční cyklus 100 let.

Model B (SM – 20): následná obnova smrkem po vytěžení 20letého přípravného porostu

Základní údaje:

Holina – připravená plocha pro siji.

Bonita budoucích porostů (RVB): smrk 4, bříza 1.

Schéma modelu:

- Přípravný porost břízy:
 1. rok: iniciace (založení) přípravného porostu siji břízou na ploše připravené pro obnovu.
 4. rok: slabá celoplošná prostřihávka v březovém porostu.
 9. rok: celoplošný výchovný zásah; rozčlenění porostu. Plocha linek 0,12 ha.
 13. rok: pročistka v březovém porostu (samovýroba).
 20. rok: odtěžení přípravného porostu.
- Výsadba cílových dřevin po těžbě porostu dřeviny přípravné: 20 let: odtěžení přípravného porostu (0,88 ha) a výsadba smrku;
- Vývoj porostů založených na holinách po těžbě břízy: Smrk založený na holinách po těžbě břízy ve 20 letech řadovou výsadbou 4 tis./ha. Bez oplocení. Péče o založenou kulturu (zajištění 6 let). Výchova porostů (prořezávka a probírky). Těžba obnovní – jednorázově ve 100 letech. Příprava pro další obnovní cyklus – úklid klestu, příprava pro obnovu a další cyklus. Produkční cyklus obnovy s přípravnou dřevinou 119 let.

Tab. 1.

Specifikace obnovních variant
Characteristic of regeneration treatments

Metoda/ Method	Cílová dřevina/ Target species	Výsadba (rok)/ Planting (year)	Varianta/ Treatment
Výsadba cílové dřeviny na holinu/ Planting of target species on clearcut	smrk/spruce	1	A (SM)
	buk/beech	1	A (BK)
Výsadba cílové dřeviny po přípravném březovém porostu/ Planting of target species after preparatory birch stands	smrk/spruce	20	B (SM – 20)
	smrk/spruce	35	B (SM – 35)
	buk/beech	20	B (BK – 20)
	buk/beech	35	B (BK – 35)
Podsadba cílové dřeviny pod přípravný březový porost/ Underplanting of target species under preparatory birch stands	smrk/spruce	20	C (SM)
	buk/beech	20	C (BK)

Model B (BK – 20): následná obnova bukem po vytěžení 20letého přípravného porostu

Základní údaje:

Holina – připravená plocha pro síji.

Bonita budoucích porostů (RVB): buk 4, bříza 1.

Schéma modelu:

- Přípravný porost břízy:
 1. rok: iniciace (založení) přípravného porostu síjí břízou na ploše připravené pro obnovu.
 4. rok: slabá celoplošná prostřihávka v březovém porostu.
 9. rok: celoplošný výchovný zásah; rozčlenění porostu. Plocha lišek 0,12 ha.
 13. rok: pročistka v březovém porostu (samovýroba).
 20. rok: odtěžení přípravného porostu.
- Výsadba cílových dřevin po těžbě porostu dřeviny přípravné: 20 let: odtěžení přípravného porostu (0,88 ha) a výsadba buku;
- Vývoj porostů založených na holinách po těžbě břízy: Buk založený na holinách po těžbě břízy ve 20 letech řadovou výsadbou 9 tis./ha. Bez oplocení. Péče o založenou kulturu (9 let). Výchova porostů (prořezávka a probírky). Těžba obnovní – jednorázově ve 100 letech. Příprava pro další obnovní cyklus – úklid klestu, příprava pro obnovu pro další cyklus. Produkční cyklus obnovy s přípravnou dřevinou 119 let.

Model B (SM – 35): následná obnova smrkem po vytěžení 35letého přípravného porostu

Základní údaje:

Holina – připravená plocha pro síji.

Bonita budoucích porostů (RVB): smrk 4, bříza 1.

Schéma modelu:

- Přípravný porost břízy:
 1. rok: iniciace (založení) přípravného porostu síjí břízou na ploše připravené pro obnovu.
 4. rok: slabá celoplošná prostřihávka v březovém porostu.
 9. rok: celoplošný výchovný zásah; rozčlenění porostu. Plocha lišek 0,12 ha, prodej vytěženého dříví (palivo).
 35. rok: odtěžení přípravného porostu.
- Výsadba cílových dřevin po těžbě porostu dřeviny přípravné: 35 let: odtěžení přípravného porostu (0,88 ha) a výsadba smrku;
- Vývoj porostů založených na holinách po těžbě břízy: Smrk založený na holinách po těžbě břízy ve 35 letech řadovou výsadbou 4 tis./ha. Bez oplocení. Péče o založenou kulturu (zajištění 6 let). Výchova porostů (prořezávka a probírky). Těžba obnovní – jednorázově ve 100 letech. Příprava pro další obnovní cyklus – úklid klestu, příprava pro obnovu pro další cyklus. Produkční cyklus obnovy s přípravnou dřevinou 134 let.

Model B (BK – 35): následná obnova bukem po vytěžení 35letého přípravného porostu

Základní údaje:

Holina – připravená plocha pro síji.

Bonita budoucích porostů (RVB): buk 4, bříza 1.

Schéma modelu:

- Přípravný porost břízy:

1. rok: iniciace (založení) přípravného porostu síjí břízou na ploše připravené pro obnovu.

4. rok: slabá celoplošná prostřihávka v březovém porostu.

9. rok: celoplošný výchovný zásah; rozčlenění porostu. Plocha lišek 0,12 ha, prodej vytěženého dříví (palivo).

35. rok: odtěžení přípravného porostu.

- Výsadba cílových dřevin po těžbě porostu dřeviny přípravné: 35 let: odtěžení přípravného porostu (0,88 ha) a výsadba smrku;
- Vývoj porostů založených na holinách po těžbě břízy: Buk založený na holinách po těžbě břízy ve 35 letech řadovou výsadbou 9 tis./ha. Bez oplocení. Péče o založenou kulturu (zajištění 6 let). Výchova porostů (prořezávka a probírky). Těžba obnovní – jednorázově ve 100 letech. Příprava pro další obnovní cyklus – úklid klestu, příprava pro obnovu pro další cyklus. Produkční cyklus obnovy s přípravnou dřevinou 134 let.

Model C (SM): podsadba smrku pod přípravný porost

Základní údaje:

Holina – připravená plocha pro síji.

Bonita budoucích porostů (RVB): smrk 4, bříza 1.

Schéma modelu:

- Přípravný porost břízy:
 1. rok: iniciace (založení) přípravného porostu síjí břízou na ploše připravené pro obnovu.
 4. rok: slabá celoplošná prostřihávka v březovém porostu.
 9. rok: celoplošný výchovný zásah (prořezávka současně s rozčleněním porostu); dříví ponecháno v porostu.
 - 13.–15. rok: celoplošný výchovný zásah (prořezávka s těžbou hroubí 10 % intenzita); prodej vytěženého dříví (palivo).
 20. rok: redukce zakmenění těžbou v přípravném porostu na hodnotu 0,7; vytvoření 10 pracovních polí o velikosti 50 m × 16 m a sítě vyklizovacích linek, prodej vytěženého dříví (palivo), úklid klestu, prodej klestu, příprava plochy pro podsadbu, jednorázová podsadba cílovými dřevinami.
 - 27 let: prosvětlení přípravného porostu těžbou na polovinu dosavadního zápoje (cílová hodnota 0,3–0,4). Prodej vytěženého dříví (palivo), úklid klestu z plochy podsadeb, prodej klestu.
 - 35 let: dotěžení přípravného březového porostu, prodej vytěženého dříví (palivo), úklid klestu z podsadeb, prodej klestu.
- Jednorázová podsadba cílovými dřevinami ve věku přípravného porostu 20 let a vývoj založených porostů probíhaly dle následujícího schématu: Plošná podsadba smrku (8000 m²) na 10 pracovních polí (10 × 800 m²) bez oplocení. Péče o založenou kulturu vzniklou podsadbou (zajištění 8 let). Výchova porostů (prořezávky a probírky). Těžba obnovní – jednorázově, ve 100 letech. Příprava ploch pro další obnovní cyklus – úklid klestu, příprava ploch pro obnovu. Produkční cyklus 119 let.

Model C (BK): podsadba buku pod přípravný porost

Základní údaje:

Holina – připravená plocha pro síji.

Bonita budoucích porostů (RVB): buk 4, bříza 1.

Schéma modelu:

- Přípravný porost břízy:

1. rok: iniciace (zalození) přípravného porostu s jíjí břízou na ploše připravené pro obnovu.

4. rok: slabá celoplošná prostřihávka v březovém porostu.

9. rok: celoplošný výchovný zásah (prořezávka současně s rozčleněním porostu; dříví ponecháno v porostu).

13.–15. rok: celoplošný výchovný zásah (prořezávka s těžbou hroubí 10 % intenzita); prodej vytěženého dříví (palivo).

20. rok: redukce zakmenění těžbou v přípravném porostu na hodnotu 0,7; vytvoření 10 pracovních polí o velikosti 50 m × 16 m a sítě vyklizovacích linek, prodej vytěženého dříví (palivo), úklid klestu, prodej klestu, příprava plochy pro podsadbu, jednorázová podsadba cílovými dřevinami.

27 let: prosvětlení přípravného porostu těžbou na polovinu dosa-
vadního zápoje (cílová hodnota 0,3–0,4). Prodej vytěženého dříví (palivo), úklid klestu z plochy podsadeb, prodej klestu.

35 let: dotěžení přípravného březového porostu, prodej vytěženého dříví (palivo), úklid klestu z podsadeb, prodej klestu.

- Jednorázová podsadba cílovými dřevinami ve věku přípravného porostu 20 let a vývoj založených porostů probíhaly dle následujícího schématu:

Plošná podsadba buku (8000 m²) na 5 pracovních polích (10 × 800 m²) bez oplocení. Péče o založenou kulturu vzniklou podsadbou (zajištění 8 let). Výchova porostů (prořezávky a probírky). Těžba obnovní – jednorázově, ve 100 letech. Příprava ploch pro další obnovní cyklus – úklid klestu, příprava ploch pro obnovu.

- Produkční cyklus 119 let.

c) Analýza ekonomických ukazatelů

Za účelem předkládaného šetření byly veškeré náklady a výnosy od založení nového porostu až po jeho smýcení považovány za běžnou investici. Počátek investice byl uvažován jako rok nula, to znamená holina připravená k obnově. Veškeré náklady i výnosy až do doby obmýti byly modelově sestaveny do tabulek podle roků jejich vzniku. Pro zjednodušení dalších výpočtů byly tyto náklady a výnosy sdruženy do věkových stupňů (po deseti letech), ve kterých nastaly (tab. 2).

Do výpočtů nebyly započítávány režijní a správní náklady na obhospodařování majetku (práce lesníka, kancelářské potřeby a cestovní náklady, daň z nemovitosti, údržba odvozních cest apod.).

Základní metodou, která byla využita pro hodnocení efektivnosti investic, je výpočet čisté současné hodnoty investice (ČSH), často také používáno anglické označení „net present value“ (NPV).

Obecný vzorec pro výpočet ČSH lze vyjádřit následovně:

$$\text{ČSH} = \text{SHP} - \text{SHN} = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{N_t}{(1+i)^t}$$

kde:

ČSH = čistá současná hodnota investice

SHP = současná hodnota výnosů

SHN = současná hodnota nákladů

n = celková doba (obmýti)

t = jednotlivá decenia

P = výnosy

N = náklady

i = úroková míra

Veškeré výpočty byly prováděny v programu MS Excel, u každé varianty pro hodnoty úrokových měr 1, 2 a 3 %. Vzhledem k velmi dlouhým časovým obdobím (doba obmýti), se kterými se v příspěvku

počítá, nejsou výjimkou záporné výsledky hodnot ČSH. Vzhledem k tomu, že největší investice jsou u obnovy lesa obvykle na začátku produkčního cyklu (náklady na zalesnění a péče do doby zajištění), jsou výsledky ČSH tím horší, čím je vyšší použitá úroková míra. Aby bylo možné porovnat jednotlivé varianty mezi sebou, bylo nutné přepočítat výslednou hodnotu ČSH na hektar produkční plochy a rok (ČSH/obmýti).

Jako doplňková metoda hodnocení investice byl vypočten rozdíl mezi náklady a výnosy jednotlivých variant bez započtení faktoru času. Dále také prostá návratnost investice (věk porostu, ve kterém se celková suma nákladů a výnosů vyrovná nule).

VÝSLEDKY

V tab. 3 jsou zobrazeny výsledky ČSH pro jednotlivé varianty obnovy a úrokové míry 1, 2 a 3 %. Nejvyšší absolutní hodnoty ČSH za použití úrokové míry 1 % bylo dosaženo u varianty A (SM) – 621 235 Kč/ha. Při použití úrokových měr 2, resp. 3 % bylo dosaženo nejvyšší absolutní ČSH u varianty B (SM – 35) – 177 072 Kč/ha, resp. 67 685 Kč/ha. Nejnižších absolutních hodnot ČSH bylo dosaženo u všech použitých hodnot úrokových měr u varianty A (BK) – 335 479 Kč/ha, resp. mínus 51 633 Kč/ha a mínus 150 040 Kč/ha. Podílem absolutních hodnot ČSH a roků obmýti bylo zjištěno, že nejvyšší roční výnos při úrokové míře 1 % dosahovala varianta A (SM) 6212 Kč/ha/rok, u úrokových měr 2, resp. 3 % varianta B (SM – 35) – 1321 Kč/ha/rok, resp. 505 Kč/ha/rok. Nejnižší výnos za použití úrokové míry 1 % po přepočtu na roky obmýti potom vykazovala varianta B (BK – 20) – 3012 Kč/ha/rok. U úrokových měr 2, resp. 3 % byl nejnižší výnos u varianty A (BK) – mínus 516 Kč/ha/rok, resp. mínus 1 500 Kč/ha/rok.

Tabulka 4 zobrazuje některé základní ekonomické ukazatele bez zohlednění faktoru času, resp. bez použití úrokových měr. Jedná se zejména o rozdíl mezi náklady a výnosy za celý produkční cyklus (obmýti). Při tomto výpočtu byla ekonomicky nejvýhodnější varianta B (SM – 35) – 1 409 664 Kč/ha. Nejméně výhodná pak varianta A (BK) – 878 041 Kč/ha. Po přepočtu na roky obmýti vycházela nejlépe varianta A (SM) – 11 530 Kč/ha/rok, nejhůře varianta B (BK – 20) – 8264 Kč/ha/rok. Pro praktické využití je důležité také období, ve kterém se celková suma nákladů vyrovná s celkovou sumou výnosů. V tabulce 4 je zobrazeno desetiletí od počátku investice, ve kterém došlo k vyrovnání nákladů s výnosy. Dle tohoto hlediska byla nejvýhodnější varianta B (SM – 35), stejně jako varianta C (SM), ve 31–40 letech. Nejpozději (v 91–100 letech) k tomuto vyrovnání došlo u varianty B (BK – 20). Podělíme-li decennium, ve kterém dochází k návratnosti investice obmýtím, zjistíme koeficient prosté návratnosti investice. Ten vycházel nejlépe (0,3) u varianty B (SM – 35), nejhůře (0,9) u varianty A (BK).

Celkově lze konstatovat, že zatímco pro smrk se i přes pomalou návratnost a zhoršující se parametry s rostoucí úrokovou měrou jeví jako ekonomicky výhodnější varianty bez přípravného porostu, v případě buku nejsou výsledky jednoznačné. Hospodářské využití břízy při jejím delším obmýti se zde stává významným komponentem lesní výroby.

DISKUSE

Cílem předkládané práce bylo pro konkrétní stanovištní a porostní podmínky odpovědět na otázku, zda a do jaké míry dojde při využití břízy, resp. březového porostu jako první fáze obnovy lesa ke zhoršení ekonomických ukazatelů lesní výroby. Výsledky naznačily, že mnohem zásadnější se jeví volba dřeviny, než volba obnovního postupu (tab. 1, 3 a 4). Lepší ukazatele pro smrk jsou plně v souladu s obecným trendem poptávky po jehličnaté surovině v současnosti (KULLA, SITKOVÁ 2012; ČSÚ 2013).

Tab. 2.

Ukázka pěstebních činností a nákladovosti/výnosovosti ve věkových stupních pro variantu A (SM)

Tab. 2.

Silviculture treatments and costs/revenue in age classes for treatment A (SM)

Varianta A (SM) / Variant A (SM)										
1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*	11*
1	1-10	První sadba – SM	SM	1	tis.	4	11700	46800		
1	1-10	Postřik – klikoroh	SM	1	tis.	4	700	2800		
1	1-10	Postřik – buřeň	SM	0,5	ha	1	3600	3600		
1	1-10	Ožínání – pruhově	SM	0,5	ha	1	6000	6000		
1	1-10	Postřik – klikoroh	SM	1	tis.	4	700	2800		
1	1-10	Nátěry – zvěř	SM	1	tis.	4	650	2600		
2	1-10	Opakovaná sadba - SM	SM	0,13	tis.	1	11700	11700		
2	1-10	Postřik – klikoroh	SM	1	tis.	4	700	2800		
2	1-10	Postřik – buřeň	SM	1	ha	1	3600	3600		
2	1-10	Ožínání – pruhově	SM	1	ha	1	6000	6000		
2	1-10	Ožínání – pruhově	SM	1	ha	1	6000	6000		
2	1-10	Nátěry – zvěř	SM	1	tis.	4	650	2600		
2	1-10	Opakovaná sadba – SM	SM	0,13	tis.	1	11700	11700		
3	1-10	Postřik – buřeň	SM	1	ha	1	3600	3600		
3	1-10	Ožínání – pruhově	SM	1	ha	1	6000	6000		
3	1-10	Ožínání – pruhově	SM	1	ha	1	6000	6000		
3	1-10	Nátěry – zvěř	SM	1	tis.	4	650	2600		
4	1-10	Postřik – buřeň	SM	1	ha	1	3600	3600		
4	1-10	Ožínání – pruhově	SM	1	ha	1	6000	6000		
4	1-10	Nátěry – zvěř	SM	1	tis.	4	650	2600		
5	1-10	Postřik – buřeň	SM	1	ha	1	3600	3600		
5	1-10	Ožínání – pruhy	SM	1	ha	1	6000	6000		
5	1-10	Nátěry – zvěř	SM	1	tis.	4	650	2600		
6	1-10	Postřik – buřeň	SM	1	ha	1	3600	3600		
6	1-10	Ožínání – pruhy	SM	1	ha	1	6000	6000		
6	1-10	Nátěry – zvěř	SM	1	tis.	4	650	2600		
7	1-10	Nátěry – zvěř	SM	1	tis.	2	650	1300		
15	11-20	Prořezávky jehličnaté	SM	1	ha	1	7400	7400		
15	11-20	Zpřístupnění – linky	SM	1	km	0,4	6500	2600		
15	11-20	Výroba vánočních stromů	SM	1	ks	150	10	1500	100	15000
25	-30	Těžba výchovná do 40 let	SM	1	m ³	22	649	14601	1063	23916
35	31-40	Těžba výchovná do 40 let	SM	1	m ³	36	540	19173	1063	37745
45	41-50	Těžba výchovná nad 40 let	SM	1	m ³	44	344	15244	1438	63740
55	51-60	Těžba výchovná nad 40 let	SM	1	m ³	38	275	10449	1800	68393
65	61-70	Těžba výchovná nad 40 let	SM	1	m ³	32	222	7021	1911	60418
65	61-70	Lapače	SM	1	ks	2	2000	4000		
75	71-80	Těžba výchovná nad 40 let	SM	1	m ³	31	222	6805	1971	60407
75	71-80	Lapače	SM	1	ks	2	2000	4000		
85	81-90	Těžba nahodilá	SM	1	m ³	112	201	22437	1980	221056
85	81-90	Lapače	SM	1	ks	2	2000	4000		
100	91-100	Těžba obnovní	SM	1	m ³	492	154	75816	1990	979666
100	91-100	Lapače	SM	1	ks	2	2000	4000		
100	91-100	Úklid klestu – snášení	SM	1	m ³	492	53	26093	35	17231
100	91-100	Příprava plochy – dočištění	SM	1	ha	1	4300	4300		

1* věk od prvního zalesnění (roky)/age from reforestation (years)

2* věkový stupeň od prvního zalesnění (decenium)/age class from reforestation (decade)

3* název výkonu/name of operation

4* dřevina/tree species

5* plocha (ha)/area size (ha)

6* měrná jednotka/unit of measure

7* množství/quantity

8* náklady na měrnou jednotku (Kč)/costs per unit of measure (CZK)

9* náklady celkem (Kč)/total costs (CZK)

10* výnosy na měrnou jednotku (Kč)/revenue per unit of measure (CZK)

11* výnosy celkem (Kč)/total revenue (CZK)

V ekologické rovině lze současně považovat pěstování smrkových porostů v uvedených podmínkách za hospodářský hazard. Naopak perspektivní se jeví porosty bukové, ale i dubové (HLÁSNÝ et al. 2014; PRETZSCH et al. 2014; www.klimatickazmena.cz).

Dalším významným faktorem, který nebyl brán při řešení na zřetel a může významně ovlivnit uvedené výsledky, je kvalita smrkových a bukových porostů pěstovaných odlišnými postupy. Ta bývá obecně lepší u postupů využívajících přípravných dřevin ke kultivaci dřevin cílových (LEONHARDT, WAGNER 2006; KOŠULIČ 2010). Nezanedbatelnými jsou rovněž ekologické přínosy pionýrských dřevin, resp. jejich příznivé působení na půdu, které se může příznivě projevit také v růstu a produkci dřevin následně obnovených – tzv. cílových (ZAKOPAL 1958; KANTOR 1989; MARTINÍK et al. 2017). V neposlední řadě lze očekávat pozitivní vliv netržních efektů a ostatních nedřevních produktů březového porostu (SLODIČÁK et al. 2008).

Obecným ekonomickým pozitivem při využívání přípravných dřevin jsou nižší náklady na obnovu lesa, a to jak pro vlastní pionýrské dřeviny, tak pro následnou obnovu dřevin cílových (HURT, MAUER 2016; SOUČEK et al. 2016). Nižší náklady na obnovu přípravného březového

porostu byly zjištěny rovněž v prvních letech od založení uvedeného experimentu (MARTINÍK et al. 2014). V dalších letech pro následnou umělou obnovu dřevin cílových, a to jak formou podsadby, tak výsadby do úzkých náseků, bylo rovněž počítáno s nižšími náklady. Důvodem jsou jednak nižší hektarové počty sazenic při obnově, jednak nižší náklady na eliminaci negativního vlivu buřeně (HURT, MAUER 2016).

Předpokládaný rychlý růst březového porostu a jeho následné hospodářské využití se výrazněji projevilo především u bukové varianty (tab. 3, 4), tedy u dřeviny pro dané stanoviště optimální (HLÁSNÝ et al. 2014). Rovněž pozitivní vliv pionýrských dřevin na celkovou bilanci hospodaření v obdobných podmínkách Německa, ale s dubem jako cílovou dřevinou uvádí STARK et al. (2015). Naše výsledky současně naznačují lepší ukazatele pro „delší“ pěstování břízy, resp. její využití jako kulatiny (tab. 3, 4). To je ve shodě se zjištěním ze sousedního Německa (HEIN et al. 2009), přitom lze předpokládat ještě zlepšení celkové bilance při orientaci pěstování na hodnotovou produkci břízy. K potvrzení zjištěných skutečností by bylo vhodné analyzované modely rozšířit také na ty, které pracují s delším obmýtim břízy.

Tab. 3.

Čistá současná hodnota investic pro analyzované varianty obnovy lesa a úrokové míry 1–3%
Net present value for analysed treatments and interest rate 1–3%

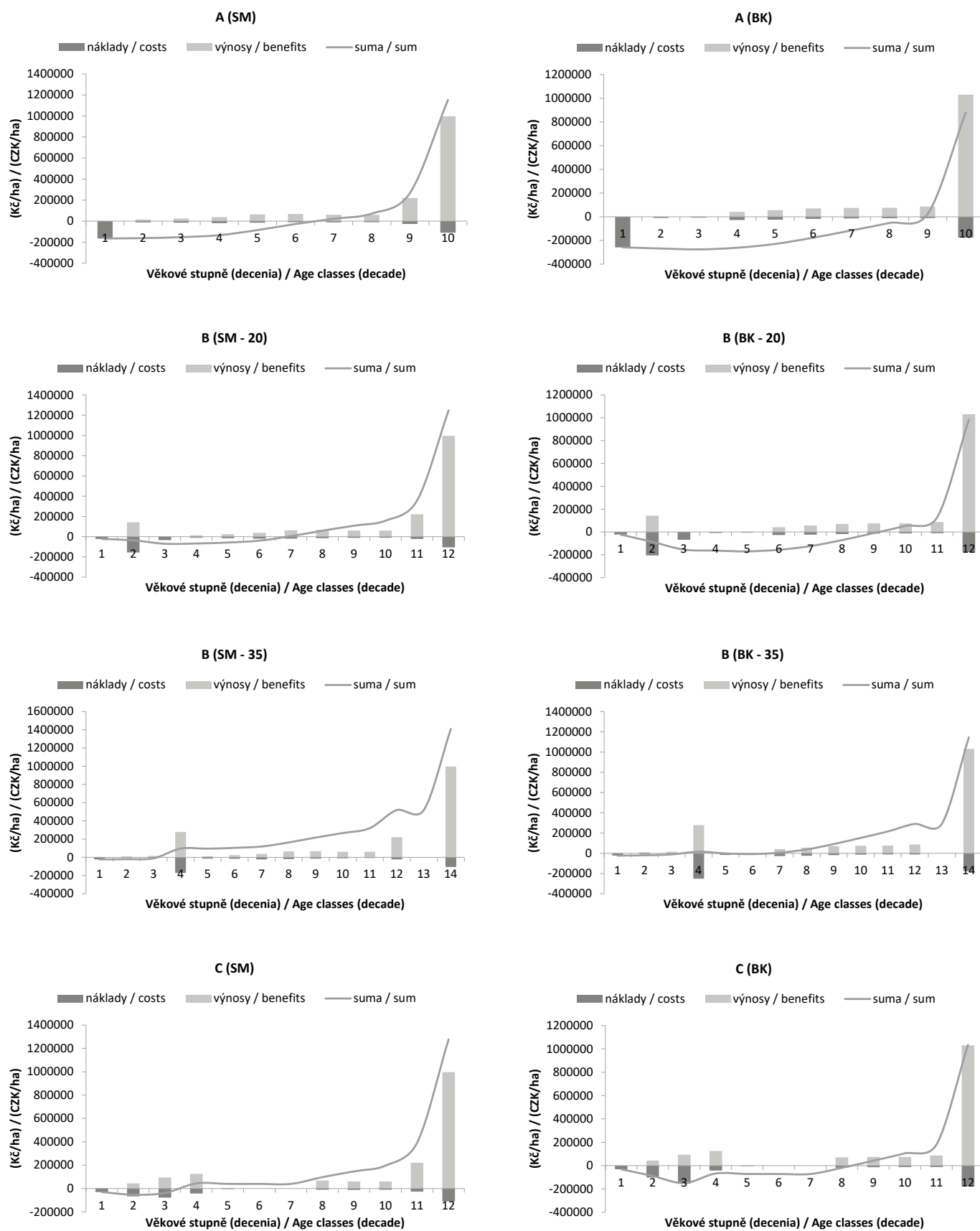
Varianta/ Treatment	Obmýtí (roky)/ Rotation period (years)	Úroková míra/Interest rate					
		1%		2%		3%	
		ČSH (Kč/ha)/ NPV (CZK/ha)	ČSH/obmýtí (Kč/rok/ha)/ NPV/rotation period (CZK/year/ha)	ČSH (Kč/ha)/ NPV (CZK/ha)	ČSH/obmýtí (Kč/rok/ha)/ NPV/rotation period (CZK/year/ha)	ČSH (Kč/ha)/ NPV (CZK/ha)	ČSH/obmýtí (Kč/rok/ha)/ NPV/rotation period (CZK/year/ha)
A (SM)	100	621 235	6 212	105 382	1 054	-32 011	-320
A (BK)	100	335 479	3 355	-51 633	-516	-150 040	-1 500
B (SM – 20)	119	563 241	4 733	122 321	1 028	17 986	151
B (BK – 20)	119	358 376	3 012	22 401	188	-48 733	-410
B (SM – 35)	134	619 248	4 621	177 072	1 321	67 685	505
B (BK – 35)	134	451 479	3 369	104 514	780	25 766	192
C (SM)	119	613 667	5 157	156 842	1 318	43 866	369
C (BK)	119	421 441	3 542	60 311	507	-22 190	-186

ČSH – čistá současná hodnota investice; NPV – net present value

Tab. 4.

Ekonomické ukazatele nezohledňující faktor času
Economic indicators not taking into account the time factor

Varianta/ Treatment	Obmýtí (roky)/ Rotation period (years)	Rozdíl mezi náklady a výnosy (Kč/ha)/ Economic result (CZK/ha)	Rozdíl mezi náklady a výnosy/ obmýtí (Kč/ha/rok)/ Economic result/ rotation period (CZK/ha/year)	Návratnost investice (roky)/ Payback time (years)	Koeficient prosté návrtnosti investice/ Coefficient of payback time
A (SM)	100	1 153 033	11 530	70	0,70
A (BK)	100	878 041	8 780	90	0,90
B (SM – 20)	119	1 247 411	10 482	70	0,59
B (BK – 20)	119	983 394	8 264	100	0,84
B (SM – 35)	134	1 409 664	10 520	40	0,30
B (BK – 35)	134	1 145 647	8 550	70	0,52
C (SM)	119	1 277 556	10 736	40	0,34
C (BK)	119	1 035 514	8 702	90	0,76



Obr. 1.
 Průběh nákladů a výnosů pro jednotlivé varianty dle věkových stupňů
Fig. 1.
 Course of costs and revenues for individual treatments by age classes

Praktickou ekonomickou předností při pěstování pionýrských dřevin je kromě snížených nákladů na obnovu také dřívější produkce dříví, a tedy i finanční příjem (obr. 1; STARK et al. 2015). Naproti tomu vysoké náklady na obnovu dřevin cílových se následně ukázaly jako limitní především při vyšší úrokové míře – faktor času (tab. 3). Její hodnotu přitom nelze zcela přesně vypočítat, resp. pro její výpočet je možné použít více metod. Výsledná hodnota úrokové míry závisí především na odhadnuté míře rizikovosti investic. Investice do lesa je dle mnoha autorů pokládána za méně rizikovou (ENDRES 1923; MANTEL 1994), proto se zde investoři obecně spokojí s nižší úrokovou mírou. Často je v souvislosti s úrokovou mírou v lesnictví používán pojem „lesní úroková míra“ (MATĚJČEK et al. 2013). Tato lesní úroková míra nemá danou přesnou hodnotu, ale obecně je nižší než úrokové míry, s nimiž se pracuje v rizikovějším byznysu. Její hodnota se obvykle pohybuje v rozmezí 2–3 % (MATĚJČEK et al. 2013).

Při zjišťování přiměřené úrokové míry mají rozhodující vliv zejména: riziko, dlouhodobost, mobilita, likvidita, místní a odvětvové představy o úrokové míře, nemateriální užítky, administrativní náklady (MATĚJČEK et al. 2013). Zřejmě nejbližší k investicím do lesa mají z hlediska rizikovosti státní dluhopisy, hypoteční úvěry prvního řádu, bezrizikové zástavní listy atd. Výše úrokových měr použitých v příspěvku částečně vycházela i z těchto zdrojů. Bylo třeba najít nejpravděpodobnější výši úrokové míry, jakou investoři v podobných případech vyžadují. Úroková míra oscilující v rozmezí 1–3 % odpovídá také hodnotám použitým v českých právních předpisech, vztahujících se k lesu (zákon č. 289/1995 Sb.; vyhláška č. 55/1999 Sb.; vyhláška č. 441/2013 Sb.); ve všech případech je uvažováno se 2 %.

Závěrem lze podotknout, že výpočty ČSH použité v tomto příspěvku jsou principiálně založeny na tzv. „teorii nejvyššího čistého výnosu z půdy“ (MATĚJČEK, SKOBLÍK 1993). Pohlížíme zde na les z perspektivy investora stojícího před konkrétní holinou připravenou k obnově. Investor zde hledá ekonomicky nejvýhodnější řešení počítané na dobu jednoho obmýtí. Tato teorie se více blíží dnešní realitě hledající řešení při zalesňování velkých kalamitních holin (ekologická hlediska nejsou ve výpočtech brána v potaz). Naproti tomu u „teorie nejvyššího čistého výnosu z lesa“ (MATĚJČEK, SKOBLÍK 1993) je na les pohlíženo jako na odkaz předků, kteří zde dlouhodobě vyrovnaně hospodařili a les předávali z generace na generaci stále ve stejném stavu. Požadovali pouze každoroční vyrovnanou rentu a nepojímali les jako investiční kapitál, jehož hodnotu je třeba maximalizovat. Předpokladem bylo rovnoměrné zastoupení věkových tříd; logicky to musely být lesy větších výměr. Do lesa v rámci jednoho roku nemuseli nikdy jednorázově investovat, proto zde faktor času a úrokové míry ztrácely na významu.

ZÁVĚR

Na základě zjištěných výsledků není možné vyvozovat jednoznačné praktické závěry, a to z důvodu využití modelů, jejichž vstupní parametry nelze jednoznačně definovat – bonita budoucích porostů, stabilita a vitalita dřevin, úroková míra. Také ostatní mimoprodukční efekty, které nebyly zahrnuty do výpočtů, mohou výrazně posunout uvedené výsledky ve prospěch některé z analyzovaných variant. Přesto je možné konstatovat, že u smrkové varianty docházelo při využití přípravného porostu ke zhoršení ekonomických parametrů. Na stranu druhou, v případě buku, jako cílové dřeviny pro dané stanoviště jednoznačně vhodnější, tomu bylo za předpokladu využití vhodného postupu obnovy obráceně. Za vhodné postupy (varianty) obnovy lze všeobecně považovat takové, při níž je bříza dopěstována do dimenzí pilařské kulatiny, resp. dochází k jejímu maximálnímu hospodářskému zhodnocení.

Poděkování:

Příspěvek byl řešen díky podpoře projektů IGA: LDF_VT_2015004 „Produkční a ekonomické možnosti přípravných porostů“, LDF_PSV_2018002 „Pěstění pionýrských dřevin – bříza na živném stanovišti po alochtonních smrčínách“ a NAZV č. QJ1530032 „Aktuální a strategické možnosti trvale udržitelného poskytování funkcí lesa a služeb polyfunkčního lesního hospodářství veřejnosti z hlediska sociálně - ekonomického, politického a právního v České republice“.

Použité technické a právní zdroje:

- ČSÚ. 2013. Český statistický úřad, ČR - tuzemsko, průměr za r. 2013, vlastníci, fco OM, bez DPH.
- Vyhláška č. 55/1999 Sb., o způsobu výpočtu výše újmy nebo škody způsobené na lesích.
- Vyhláška č. 84/1999 Sb., o lesním hospodářském plánování.
- Vyhláška č. 139/2004 Sb., 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.
- Vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška).
- Zákon č. 289/1995 Sb. o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon).

On-line zdroje:

<http://www.klimatickazmena.cz/cs/>

LITERATURA

- BRANG P., SPATHELF P.J., LARSEN B., BAUHUS J., BONCČINA A., CHAUVIN CH., DRÖSSLER L., GARCÍA-GÜEMES C., HEIRI C., KERR G., LEXER M.J., MASON B., MOHREN F., MÜHLETHALER U., NOCENTINI S., SVOBODA M. 2014. Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 87 (4): 492–503. DOI: 10.1093/forestry/cpu018.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J. 1998. Růstové tabulky dřevin České republiky. Modřín, jedle, jasan, bříza, olše černá, topol, habr, akát, douglaska. Jílové u Prahy, Ústav pro výzkum lesních ekosystémů: 119 s.
- DOBROVOLNÝ L., HURT V., MARTINÍK A. 2011. Založení experimentálních ploch s různými způsoby obnovy lesa na ploše po větrné kalamitě. In: Kacálek D. et al. (eds): Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí. 12. Mezinárodní symposium věnované diskuzi otázek pěstování lesů. Opočno 28. – 29. 6. 2011. Opočno, VÚLHM: 43–54. Proceedings of Central European Silviculture.
- ENDRES M. 1923. *Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik*. Berlin, Springer: 326 s.
- HEIN S., WINTERHALTER D., WILHELM G.J., KOHNLE U. 2009. Wertholzproduktion mit der Sandbirke (*Betula pendula* Roth): waldbauliche Möglichkeiten und Grenzen. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 180 (9–10): 206–219.
- HĽÁSNY T., MÁTYÁS C., SEIDL R., KULLA L., MERGANIČOVÁ K., TROMBIK J., DOBOR L., BARCZA Z., KONÓPKA B. 2014. Climate change increases the drought risk in Central European forests: what are the options for adaptation? *Lesnícky časopis – Forestry Journal*: 5–18.

- HURT V., MAUER O. 2016. Podsadby přípravných porostů břízy bělokoré, olše a jeřábu ptačího bukem lesním a jedlí bělokorou: certifikovaná metodika. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 38 s.
- JIRGLE J., TICHÝ J. 1981. Zhodnocení produkce břízy a jeřábu jako náhradních dřevin v Krušných horách. Práce VÚLHM, 58: 123–137.
- KANTOR P., ŠACH F. 1988. Hydrická účinnost mladých náhradních porostů smrku omoriky a břízy bradavičnaté. Lesnictví, 11 (34): 1017–1040.
- KANTOR P. 1989. Meliorační účinky porostů náhradních dřevin. Lesnictví, 35 (12): 1047–1066.
- KOŠULIČ M. 2010. Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu. Brno, FSC: 449 s.
- KULA E. 2011. Bříza a její význam pro trvalý rozvoj lesa v imisních oblastech. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 276 s.
- KULLA L., SITKOVÁ Z. 2012. Rekonstrukce nepůvodních smrekových lesů: poznatky, zkušenosti, doporučení. Zvolen, Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen: 207 s.
- LEONHARDT B., WAGNER S. 2006. Qualitative Entwicklung von Buchen-Voranbauten unter Fichtenschirm. Forst und Holz, 61: 454–461.
- LOKVENEC T., CHROUST L. 1987. Vliv břízy na odrůstání smrkové kultury. Lesnictví, 11 (33): 993–1010.
- MANTEL W. 1994. Waldbewertung: Einführung und Anleitung. Wien, BLV Buchverlag: 343 s.
- MATĚJÍČEK J., SKOBLÍK J. 1993. Oceňování lesa /I./ Všeobecný úvod do problematiky. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 172 s.
- MATĚJÍČEK J., ŠAFAŘÍK D., VALA V., SEBERA J., LENOCH J. 2013. Úroková míra v lesnictví. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 160 s.
- MARTINÍK A. 2014. Obnova lesa sítí břízou – zkušenosti ze smrkového porostu po větrné kalamitě. Zprávy lesnického výzkumu, 59 (1): 35–39.
- MARTINÍK A., DOBROVOLNÝ L., HURT V. 2014. Comparison of different forest regeneration methods after windthrow. Journal of Forest Science, 60: 190–197.
- MARTINÍK A., ADAMEC Z., HOUSKA J. 2017. Production and soil restoration effect of pioneer tree species in a region of allochthonous Norway spruce dieback. Journal of Forest Science, 63: 34–44.
- O'HARA K.L. 2014. Multiaged silviculture – managing for complex forest stand structures. New York, Oxford University Press: 213 s.
- PĚNČÍK J. et al. 1958. Zalesňování kalamitních holin. Praha, SZN: 261 s.
- PODRÁZSKÝ V. 1992. Meliorační účinky porostů náhradních dřevin. Práce Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, 77: 75–100.
- POMMERENING A., MURPHY S.T. 2004. A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. Forestry, 77: 27–44.
- PRETZSCH H., BIDER P., SCHÜTZE G., UHL E., RÖTZER T. 2014. Forest stand growth dynamics in Central Europe have accelerated since 1870. Nature communications, 1–10/5:4967. DOI: 10.1038/ncomms5967.
- SANIGA M., BRUCHÁNIK R. 2009. Prírode 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.
- SCHÜTZ J.P. 2011. Výběrné hospodářství a jeho různé formy. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 160 s.
- SIMANOV V. 2004. Tabulky pro sortimentaci těžebního fondu. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 44 s.
- SLODIČÁK M., BALCAR V., NOVÁK J., ŠRÁMEK V. et al. 2008. Lesnické hospodaření v Krušných horách. Hradec Králové, LČR; Strnady, VÚLHM: 480 s.
- SOUČEK J., ŠPULÁK O., LEUGNER J., PULKRAB K., SLOUP R., JURÁSEK A., MARTINÍK A. 2016. Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 35 s. Lesnický průvodce 10/2019.
- STARK H., NOTHDURFT A., BLOCK J., BAUHUS J. 2015. Forest restoration with *Betula* ssp. and *Populus* ssp. nurse crops increases productivity and soil fertility. Forest Ecology and Management, 339: 57–70. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.12.003
- ŠPULÁK O., SOUČEK J., LEUGNER J. 2014. Variabilita struktury mladých převážně březových porostů vzniklých sukcesí na holinách kalamitního charakteru. In: Štefančík, E. (ed.): Pestovanie lesa v strednej Európe. Zborník vedeckých prác. Zvolen, Národné lesnícke centrum 2014, s. 68–74. Proceedings of Central European Silviculture.
- TESAŘ V., KLIMO E., KRAUS M., SOUČEK J. 2004. Dlouhodobá přestavba jehličnatého lesa na Hetlíně. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 60 s.
- TESAŘ V., BALCAR V., LOCHMAN V., NEHYBA J. 2011. Přestavba lesa zasaženého imisemi na Trutnovsku. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 176 s.
- ÚHŮL. 1989. Taxační tabulky. Platnost od 1. 1. 1990. Brandýs nad Labem, ÚHŮL; Jíloviště-Strnady, VÚLHM.
- VALA V., PECHÁČEK O. 2014. Ekonomická efektivnost LH [online]. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 160 s. [cit. 2016-06-01]. Dostupné z: https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Ekonomicka_efektivnost_LH_skripta.pdf
- ZAKOPAL V. 1955. Zlepšené způsoby zalesnění rozsáhlých kalamitních holin na Křivoklátsku. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, 8: 7–42.
- ZAKOPAL V. 1958. Vliv březových porostů na půdní stav holin v oblasti křivoklátské. Lesnictví, 10: 877–896.

MODEL ECONOMIC COMPARISON OF FOREST REGENERATION TREATMENTS AFTER CALAMITY EVENTS OF ALLOCHTHONOUS SPRUCE STANDS: CONVENTIONAL ARTIFICIAL REGENERATION VS. PREPARATORY-BIRCH STAND

SUMMARY

The paper analyses differences of silviculture approaches (treatments) after calamity events in terms of their economic parameters. The analyses were based on real data from experiment conducted from 2010 till 2016. After this year all data were found according to models.

The actual experiment was established after wind disturbance of allochthonous spruce stands in the conditions of oak-beech vegetation zone of the Czech Republic. Basic data for fitting the models of stands development were obtained according to site index and available experience.

The economic parameters influenced by time (Interest rate 1–3%) as a net present value (NPV) and NPV/rotation period and also parameters independent on time as an economic result, economic result/rotation period and payment time were analysed for these treatments (Tab. 1): A – artificial regeneration of targets species on clearcut (Fig. 1); B – artificial regeneration of target species after preparatory stands cut at the age of 20 (20) or 35 (35) years; C – underplanting of targets species. Silver birch regenerated by seeding was used as a preparatory species in case of B and C treatments. Target species were Norway spruce (SM) and European beech (BK) for all treatments.

In general, using of preparatory stand leads to decrease of early investment into regeneration process, and is conducted by earlier return of investment (Fig. 1). On the contrary, high level of investment into regeneration obviously decreases NPV in the case of higher interest rate (Tab. 3).

Theoretically, spruce stands showed better economic results in comparison to beech stands. The NPV/rotation period for spruce treatments ranged from 4,621 to 6,212 CZK/year/ha, and for beech treatments from 3,012 to 3,542 CZK/year/ha in the case of interest rate 1 %. The same parameters for interest rate of 3 % varied from -320 to +505 CZK/year/ha for spruce treatments, and from -1500 to 192 CZK/year/ha for beech treatments (Tab. 3). The payment time of spruce treatments ranged from 40 to 70 years, and in the case of beech treatments from 70 to 100 years (Tab. 4). The highest economic results/rotation period showed A (SM) treatment (11,530 CZK/year/ha), and the lowest value 8,264 CZK/year/ha was found for B (BK - 20) treatment (Tab. 4).

On the other hand, the climate change disadvantages the spruce stands in the analysed conditions. Although economic parameters for spruce stands were better without preparatory stands, in the case of beech stands the preparatory stands showed economic justification (Tab. 3, 4). In general, longer duration of preparatory stand led to increase of the economic parameters of beech treatment. For example, the NPV/rotation period was 3,012 CZK/year/ha for B (BK - 20) and 3,369 CZK/year/ha for B (BK - 35) (Tab. 4). The beech underplanting C (BK) showed 3,542 CZK/year/ha, and it was the best beech treatment. The payment time for this treatment (90 years) was the same as for beech plating on clearcut A (BK), but expected higher beech stem quality.

Zasláno/Received: 12. 10. 2017

Přijato do tisku/Accepted: 07. 02. 2018