

MODELOVÉ DRUHOVÉ SKLADBY S ROZDÍLNÝM ZASTOUPENÍM CÍLOVÝCH A PŘÍPRAVNÝCH DŘEVIN: KOMPARACE NÁKLADŮ NA OBNOVU LESA A VYHODNOCENÍ POTENCIÁLNÍ HODNOTY POROSTŮ V MÝTNÍM VĚKU

MODEL SPECIES COMPOSITIONS WITH DIFFERENT SPECIES SHARE OF TARGET TREE SPECIES AND PIONEER TREE SPECIES: COMPARISON OF THE FOREST REGENERATION COSTS AND THE EVALUATION OF THE POTENTIAL VALUE OF STANDS AT THE ROTATION AGE

KAREL ŠVÉDA  - KAREL PULKRAB - JAN BUKÁČEK

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchdol, Czech Republic

 e-mail: kafitra@seznam.cz

ABSTRACT

Climate oscillations have been affecting forests over last years, and a shift in tree species composition is expected. The objective of this study is the development of three model tree species compositions with different share of the natural regeneration of target and pioneer species and the evaluation of the reforestation costs and the costs of plantation establishments. The species compositions were composed according to the basis for the determination aggregated target species composition (ÚHÚL 2019a). The stand type of oak of the normal quality represented lower-altitude-sites, and the stand type of beech of the normal quality represented higher-altitude sites. The potential value of the rotation age stands (120 years) was also assessed. The regeneration costs and the costs of the stands' establishment were calculated using the output standards. The calculation included the really reported natural regeneration. Model A was composed of targeted species, Model B contained 20% of pioneer species and Model C consisted of 40% pioneer species. The results at all sites confirmed a decrease in the costs of regeneration and stands' establishment, which corresponded to the natural regeneration share. The value of the rotation aged stands, which contained the significant share of pioneer species, mostly did not achieve the value level of the stands with the standard species composition (Model A). It will be important to focus the attention to the selection of a suitable species composition used for the forest regeneration and to the quality of the stand tending. The stands that regenerated by a new species, through spatially and time differentiated composition should be able to create the high value of the society-wide functions appropriately.

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

Klíčová slova: obnova lesa; přirozená obnova; přípravné dřeviny; druhová skladba; náklady

Key words: forest regeneration; natural regeneration; pioneer tree species; species composition; costs

ÚVOD

Změna klimatických podmínek v posledních letech vážně narušuje nastavenou rovnováhu lesních ekosystémů. Aby mohly být minimalizovány negativní účinky klimatické změny na lesní hospodářství, jsou vytvářeny modely jejího krátkodobého i dlouhodobého vývoje. Podle modelu ALADIN-CLIMATE/CZ (portal.chmi.cz) se v krátkodobém časovém horizontu (střed k roku 2030) průměrná roční teplota vzduchu na našem území zvýší cca o 1 °C.

V souvislosti se změnou teplot a úhrnu srážek jsou vytvářeny modely posunu přirozeného prostředí jednotlivých dřevin (frameadapt.cz). Na jejich základě se predikuje zhoršení podmínek pro pěstování smrkových porostů ve středních polohách a jeho minimalizace v polohách nízkých (MIKITA et al. 2014; CIENCIALA et al. 2014). Dřevinná skladba

bude podle prognóz ve středních a nižších polohách tvořena především listnatými dřevinami, mezi nimiž bude dominovat buk a dub (HANEWINKEL et al. 2013). Vtroušeně se budou vyskytovat dřeviny jako habr, jilm, lípa a javor, z nichž poslední dvě budou dosahovat výraznějšího zastoupení na humóznějších stanovištích. Se změnou klimatických podmínek dochází ke změně druhové skladby s vyšší ekologickou stabilitou, zpravidla však nižší hodnotovou produkcí. Rozšiřování zón vhodných pro obnovu lesa druhovou skladbou s majoritou dubů může přinášet zvýšené náklady na obnovu (ŠIŠÁK et al. 2017a).

Dalšími faktory ovlivňujícími volbu druhové skladby jsou rychlý nárůst velkoplošných kalamitních holin, dočasný přebytek smrkového dříví na trhu, který je obchodovatelný za minimální ceny, a vysoké finanční nároky na obnovu lesa se stabilním ekologickým i ekonomickým potenciálem.

Možnostmi obnovy lesa, vedoucími k zajištění ekologické a ekonomické trvalosti a stability nově vznikajících lesních porostů, se zabývá stále více studií u nás (PULKRAB et al. 2015; PODRÁZSKÝ et al. 2016; HURT, MAUER 2016; PODRÁZSKÝ 2016; MARTINÍK 2016; NOVÁK et al. 2017a, 2017b; DUDÍK et al. 2018; ŠAFRÁNEK et al. 2018) i v zahraničí (HUTH, WAGNER 2006; HYNYNEN et al. 2010; LÉVESQUE et al. 2013; BARNA, BOSELA 2015; VITALI et al. 2018)

Společným tématem je zejména výběr dřevin odolnějších vůči změně klimatu, a dále využití přirozené obnovy a pionýrských dřevin nejen jako dřevin přípravných, ale také jako důležitého prvku cílové druhové skladby. Mezi ně se řadí zejména bříza bělokorá, jeřáb ptačí, olše, osika, modřín. Tyto dřeviny popisuje ve svém výzkumu také SOUČEK et al. (2019). Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou v Praze a Lesy města Olomouce, a. s., řeší v období 2018–2022 projekt „Zakládání a výchova směsí přípravných a cílových dřevin plnicích produkční a mimoprodukční funkce lesa v oblasti velkoplošně hynoucích smrkových porostů“, podporovaný Ministerstvem zemědělství České republiky. Jeho cílem je stanovit efektivní postupy obnovy s využitím přípravných dřevin tak, aby budoucí porosty byly dostatečně diferencované, měly vysokou stabilitu a trvale plnily produkční i mimoprodukční funkce.

Při řešení této práce, srovnávající modelové druhové skladby s rozdílným zastoupením cílových a přípravných dřevin, byla brána v úvahu probíhající změna současné dřevinné skladby, při které dochází zejména k ústupu SM z nižších a středních poloh. Klimatické podmínky jednotlivých stanovišť se mění (www.frameadapt.cz) a šetřené polohy 3. a 4. LVS budou v letech 2020–2040 vhodné zejména pro dubové hospodářství, polohy 5. LVS pak pro hospodářství bukové.

Cílem studie bylo na základě vytvořených modelů druhové skladby vyhodnotit možný vliv výše přirozené obnovy a využití přípravných dřevin na celkové náklady při obnově kalamitních holin a porovnat potenciální hodnotu modelových porostů v mýtním věku.

MATERIÁL A METODIKA

Studie byla řešena jako dílčí úkol disertační práce, zabývající se vyhodnocením zvolené skladby dřevin při obnově kalamitních holin ve vybraných oblastech severní a střední Moravy, postižených chřadnutím smrku. Data pro účely této práce byla primárně se souhlasem státního podniku Lesy České republiky (LČR) získávána z datového portálu sloužícího k lesní hospodářské evidenci. Vše pro období od 1. 1. 2008 do 31. 12. 2017.

V rámci úkolu byly vytvořeny tři modelové druhové skladby, jejichž základem byl podklad o agregované cílové dřevinné skladbě (ÚHÚL 2019a), užívaný pro potřeby aktualizace oblastního plánu rozvoje lesů (OPRL). Cílový hospodářský soubor na stanovištích středních polohách zastupoval porostní typ DB běžné kvality, na stanovištích vyšších BK běžné kvality.

Náklady na obnovu a zajištění porostu

Obnova lesa tvořená modelovými druhovými skladbami byla situována do zájmového území disertační práce, v plošných objemech potřeby reprodukčního materiálu odpovídajících skutečně provedené obnově lesa ve sledovaném období. Zájmové území představovaly pozemky ve správě Lesů České republiky, s. p., v regionu Moravskoslezského kraje, které byly seskupeny do tří oblastí s podobnými přírodními podmínkami a postupem odumírání smrkových porostů. „Oblast 1“ zahrnovala lesní hospodářské celky Opava, Ostrava a Vítkov, „Oblast 2“ zahrnovala lesní hospodářské celky Město Albrechtice, Bruntál a Šternberk a „Oblast 3“ lesní hospodářské celky Prostějov a Frenštát pod Radhoštěm.

Model A:

- je tvořen druhovou skladbou odpovídající výše zmíněné agregované cílové druhové skladbě, s minimální přirozenou obnovou (její podíl odpovídá zastoupení BR na jednotlivých SLT),
- standardní druhová skladba, slouží jako srovnávací.

Model B:

- do druhové skladby je zahrnuta skutečně vykazovaná přirozená obnova na zájmovém území ve sledovaném období,
- modelová skladba je ovlivněna 20% zastoupením pionýrských dřevin, prezentovaných přirozenou obnovou BR,
- do nákladů na péči o založené kultury je v tomto případě zahrnuta 1. prořezávka v pionýrských dřevinách.

Model C:

- představuje využití přípravných dřevin ve dvoufázové obnově,
- pro výpočet nákladů na obnovu a následnou péči je v první fázi uvažováno kromě vykázané přirozené obnovy jiných dřevin také 40% zastoupením přirozené obnovy dřevin přípravných, opět prezentovaných BR,
- do nákladů na péči o založené kultury je také v tomto případě zahrnuta 1. prořezávka v pionýrských dřevinách,
- po 30 letech od založení odstranění 50 % přípravných dřevin je uvažováno s následnou náhradou dřevinami cílovými – druhá fáze,
- dřevinná skladba ve druhé fázi obnovy odpovídá druhové skladbě modelu B,
- náklady spojené náhradou přípravných dřevin dřevinami cílovými jsou pro jednotlivé kategorie kalkulovány s výnosy z produkce přípravného porostu, převzatými z kapitoly „Efektivita dvoufázové obnovy“, certifikované metodiky „Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin“ (SOUČEK et al. 2016).

Modely dřevinných skladeb byly pomocí kontingenčních tabulek v programu Excel zpracovány pro čtyři sdružené skupiny ekologických řad (1. – extrémní, 2. – kyselá, 3. – živná a obohacená humusem, 4. – skupina řad na vodou ovlivněných stanovištích – vodou obohacená, oglejená, podmáčená a rašelinná) ve 3., 4. a 5. LVS. Takto bylo vytvořeno 12 různých stanovišť v každé oblasti.

Pro každou sdruženou skupinu ekologických řad v jednotlivých LVS v rámci dotčených oblastí byly vypočteny přímé náklady na výkony:

- zalesnění jamkovou sadbou 25 cm × 25 cm a velikost sazenic 25–36 cm, v počtech odpovídajících základní dřevinně dle vyhlášky 139/2004 Sb. Opakovaná obnova byla kalkulovaná dle skutečného podílu vykazovaného na jednotlivých stanovištích
- příprava půdy. Byla uvažovaná mechanická i chemická příprava pro přirozenou i umělou obnovu dle typu stanoviště; při použití přípravných dřevin bylo uvažováno s opakovanou chemickou přípravou půdy
- ochrana proti buření. Byla uvažovaná mechanická i chemická ochrana proti buření podle typu stanoviště, po dobu 5 let
- ochrana proti zvěři volená podle druhu chráněné dřeviny, po dobu 7 let
- ochrana proti dalším biotickým škůdcům. Volena v objemech dle použité dřeviny s ohledem na vykazovanou skutečnost v jednotlivých oblastech
- prořezávka byla kalkulována na jeden zásah v ploše přípravné dřeviny.

Při výpočtu nákladů na umělou obnovu byla od modelové plochy jednotlivých dřevin vždy odečtena skutečně vykázaná přirozená obnova. Pokud byla u některé z dřevin plocha vykázané přirozené obnovy vyšší než plocha vycházející z modelu, umělá obnova u této dřeviny nebyla uvažována a přebytečná plocha obnovy přirozené byla odečtena od modelové plochy další dřeviny s podobnými stanovištními nároky.

Výpočet přímých nákladů pěstební činnosti byl na základě evidenčních údajů proveden podle výkonových norem (NOUZA, NOUZOVÁ 2001). Dále: a) byla započítána průměrná a jednotná přírážka k základní normě ve výši 15 %, b) byl uvažován jednotný mzdový tarif ve výši 100 Kč, c) byla započítána jednotná výše sociálního a zdravotního pojištění (34 % ke mzdovým nákladům) a d) byly jednotně započítány režie (ve výši 30 % k vynaloženým přímým nákladům).

Vyhodnocení potenciální hodnoty v mýtním věku

K porovnání hodnot modelových porostů v mýtním věku nebylo použito vyjádření ve formě čisté současné hodnoty (diskontované) a výsledky nezahrnují možné dílčí náklady nebo výnosy během vývoje porostu do jeho sledovaného mýtního věku (120 let).

Potenciální hodnota lesních porostů byla vyhodnocena podle vyhlášky č. 441/2013, k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška), platné před její novelizací vyhlášky č. 188/2019 Sb. z 1. 8. 2019, která nově zohledňuje plošně odumírající porosty.

Postupováno bylo podle § 40, odst. 2, následujícím způsobem:

1. Dřeviny skutečné i modelové druhové skladby byly rozděleny do skupin dle přílohy č. 28 uvedené vyhlášky.
2. Relativní bonita byla váženým průměrem přiřazena dle jednotlivých dřevin na konkrétních SLT dle publikace PLIVA (2000).
3. Obmýti bylo pro všechny hlavní dřeviny uvažováno ve věku 120 let. Pro pionýrské dřeviny (BR, OL) bylo počítáno obmýti 60 let, zahrnuty byly dvě generace dřeviny. Ceny (Kč/m²) mýtní výtěže při zakmenění 1,0 podle skupin lesních dřevin byly převzaty podle přílohy č. 30 zmíněné vyhlášky.
4. Pro výpočet hodnoty dřevin doplňovaných v druhé fázi obnovy (model C) byl uvažován věk 90 let.
5. Ke srovnání vhodnosti užití jednotlivých modelů byla dále zpracována souhrnná tabulka s vyjádřením potenciální hodnoty modelových mýtních porostů po odečtení vypočtených nákladů na obnovu lesa a následnou pěstební péči.

VÝSLEDKY

Na výsledných přímých nákladech na obnovu a zajištění porostu a také na potenciální hodnotě těchto porostů v mýtním věku se významně podílí stanovištní podmínky (tab. 1) a zastoupení jednotlivých dřevin v druhové skladbě (obr. 1, 2, 3), které mají své specifické nároky na pěstební péči. Další významný faktor, jenž ovlivňoval výši pěstebních nákladů, je objem přirozené obnovy (obr. 4.), její dřevinná skladba (obr. 5.) a využití dvoufázového systému obnovy na části ploch.

Oblast 1

V Oblasti 1 byly obnova lesa a zajištění porostu v ekologické řadě extrémní prováděny na malé ploše (3. LVS – 0,12 ha). Přímé pěstební náklady byly v tomto případě ovlivněny vysokým podílem opakované obnovy, jsou uvažovány jako marginální a výrazně neovlivňují celkové výsledky. Proti Modelu A vycházely náklady u Modelu B v ekologické řadě kyselé nižší o 32 %, u Modelu C o 63 %; ve sdružené ekologické řadě živné, obohacené humusem u Modelu B nižší o 31 %, u Modelu C o 54 %; ve sdružené ekologické řadě ovlivněné vodou u Modelu B

nižší o 29 %, u Modelu C o 54 %. Průměrné přímé pěstební náklady z Oblasti 1 uvádí tab. 2.

Potenciální hodnota porostů v mýtním věku vycházela oproti Modelu A u Modelu B v ekologické řadě kyselé nižší o 2 %, u Modelu C o 10 %; ve sdružené ekologické řadě živné, obohacené humusem u Modelu B nižší o 13 %, u Modelu C o 17 %; ve sdružené ekologické řadě ovlivněné vodou u Modelu B nižší o 20 %, u Modelu C o 28 %. Potenciální hodnota porostů ve věku 120 let je pro Oblast 1 prezentována v tab. 3.

Proti Modelu A vycházela hodnota porostů ve věku 120 let po odečtení nákladů na obnovu a zajištění kultur u Modelu B v ekologické řadě kyselé vyšší o 13 %, u Modelu C o 16 %; ve sdružené ekologické řadě živné, obohacené humusem u Modelu B nižší o 8 %, u Modelu C o 5 %; ve sdružené ekologické řadě ovlivněné vodou u Modelu B i Modelu C nižší o 16 %. Souhrnné výsledky pro Oblast 1 předkládá tab. 4.

Oblast 2

V Oblasti 2 byly obnova lesa a zajištění porostu v ekologické řadě extrémní prováděny na malé ploše (5. LVS – 0,30 ha). Přímé pěstební náklady jsou v tomto případě uvažovány jako marginální a výrazně neovlivňují celkové výsledky. Proti Modelu A vycházely náklady u Modelu B v ekologické řadě kyselé nižší o 20 %, u Modelu C o 41 %; ve sdružené ekologické řadě živné, obohacené humusem u Modelu B nižší o 34 %, u Modelu C o 61 %; ve sdružené ekologické řadě ovlivněné vodou u Modelu B nižší o 43 %, u Modelu C o 65 %. Průměrné přímé pěstební náklady z Oblasti 2 udává tab. 5.

Potenciální hodnota porostů v mýtním věku vycházela proti Modelu A u Modelu B v ekologické řadě kyselé nižší o 9 %, u Modelu C o 15 %; ve sdružené ekologické řadě živné, obohacené humusem u Modelu B nižší o 15 %, u Modelu C o 18 %; ve sdružené ekologické řadě ovlivněné vodou u Modelu B nižší o 11 %, u Modelu C o 18 %. Potenciální hodnota porostů ve věku 120 let je pro Oblast 2 prezentována v tab. 6.

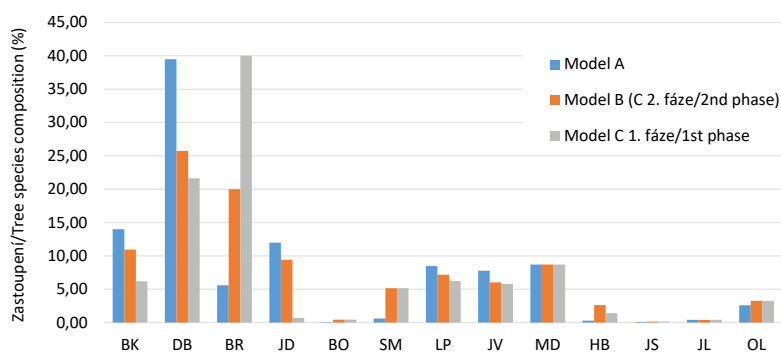
Proti Modelu A vycházela hodnota porostů ve věku 120 let po odečtení nákladů na obnovu a zajištění kultur u Modelu B v ekologické řadě kyselé nižší o 5 %, u Modelu C o 4 %; ve sdružené ekologické řadě živné, obohacené humusem u Modelu B nižší o 10 %, u Modelu C o 6 %; ve sdružené ekologické řadě ovlivněné vodou u Modelu B nižší o 6 %, u Modelu C o 4 %. Souhrnné výsledky jsou pro Oblast 2 uvedeny v tab. 7.

Oblast 3

V Oblasti 3 nebyla obnova lesa a zajištění porostu v ekologické řadě extrémní prováděna. Proti Modelu A vycházely náklady u Modelu B v ekologické řadě kyselé nižší o 35 %, u Modelu C o 65 %; ve sdružené ekologické řadě živné, obohacené humusem u Modelu B nižší o 36 %, u Modelu C o 62 %; ve sdružené ekologické řadě ovlivněné vodou u Modelu B nižší o 27 %, u Modelu C o 54 %. Průměrné přímé pěstební náklady z Oblasti 3 předkládá tab. 8.

Potenciální hodnota porostů v mýtním věku vycházela proti Modelu A u Modelu B v ekologické řadě kyselé nižší o 8 %, u Modelu C o 14 %; ve sdružené ekologické řadě živné, obohacené humusem u Modelu B nižší o 14 %, u Modelu C o 16 %; ve sdružené ekologické řadě ovlivněné vodou u Modelu B nižší o 23 %, u Modelu C o 30 %. Potenciální hodnota porostů ve věku 120 let je pro Oblast 3 prezentována v tab. 9.

Proti Modelu A vycházela hodnota porostů ve věku 120 let po odečtení nákladů na obnovu a zajištění kultur u Modelu B v ekologické řadě kyselé vyšší o 5 %, u Modelu C o 12 %; ve sdružené ekologické řadě živné, obohacené humusem u Modelu B nižší o 8 %, u Modelu C o 2 %; ve sdružené ekologické řadě ovlivněné vodou u Modelu B nižší o 11 %, u Modelu C o 20 %. Souhrnné výsledky jsou pro Oblast 3 uvedeny v tab. 10.

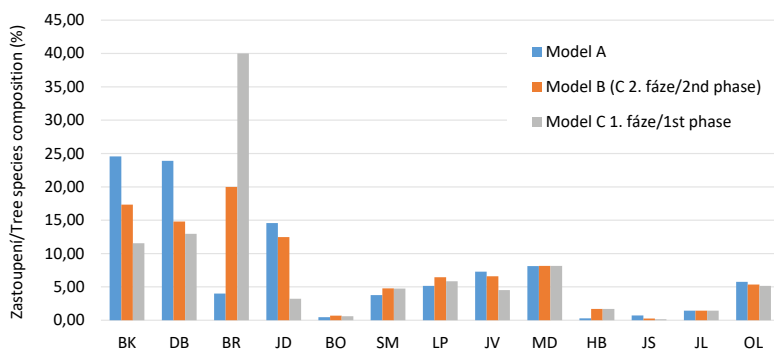


Obr. 1.

Modelová druhová skladba při obnově v Oblasti 1

Fig. 1.

Model tree species composition in the process of regeneration – Area 1

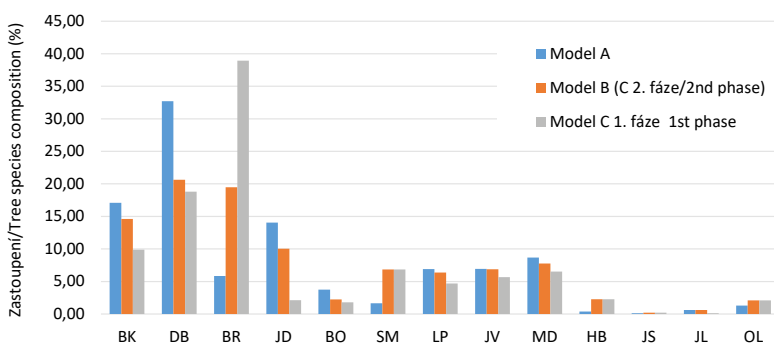


Obr. 2.

Modelová druhová skladba při obnově v Oblasti 2

Fig. 2.

Model tree species composition in the regeneration – Area 2

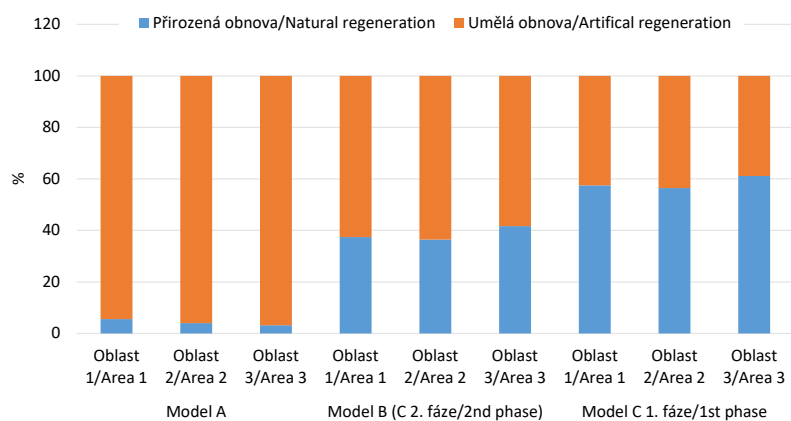


Obr. 3.

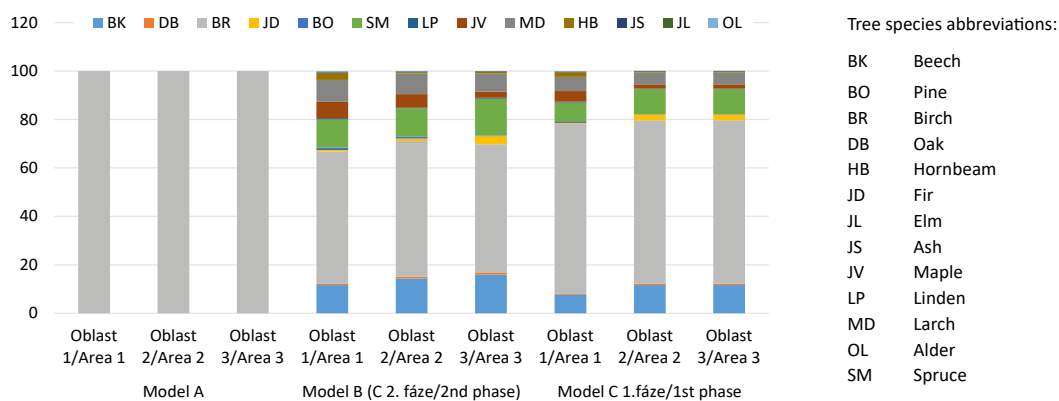
Modelová druhová skladba při obnově v Oblasti 3

Fig. 3.

Model tree species composition in the regeneration – Area 3



Obr. 4.
Podíl přirozené obnovy na celkové obnově
Fig. 4.
Share of the natural regeneration in the total regeneration



Obr. 5.
Zastoupení dřevin v přirozené obnově
Fig. 5.
Tree species representation in the natural regeneration

Tab. 1.
Podíl sdružených ekologických řad ve 3.–5. LVS (%)
Share of associated ecological series in the 3rd, 4th, and the 5th altitudinal zone (%)

		Živná, obohacená humusem/ Fertile, enriched by humus	Kyselá/Acidic	Ovlivněná vodou/ Influenced by water	Extrémní/ Extreme
Oblast 1/ Area 1	Opava	88,94	0,19	10,79	0,08
	Ostrava	78,46	0,01	20,02	1,51
	Vítkov	95,54	0,46	3,54	0,06
Oblast 2/ Area 2	Město Albrechtice	97,27	0,23	2,32	0,18
	Bruntál	69,82	3,58	26,57	0,03
	Šternberk	79,08	8,82	11,95	0,15
Oblast 3/ Area 3	Prostějov	44,61	49,31	6,05	0,03
	Frenštát pod Radhoštěm	83,53	1,15	15,23	0,09

Tab. 2.

Náklady na obnovu a zajištění kultur ve 3.–5. LVS Oblasti 1

Costs on the reforestation and plantation establishment in the 3rd, 4th, and 5th altitudinal zone (LVS) – Area 1 (thsd. CZK/ha)

Oblast 1/ Area 1	ha	Modelová druhová skladba A/ Model tree species composition A		Modelová druhová skladba B/ Model tree species composition B		Modelová druhová skladba C / Model tree species composition C		Model B/ Model A	Model C/ Model A
		tis. Kč/ha/ thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha bez režii/ thsd. CZK/ha without overheads	tis. Kč/ha/ thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha bez režii/thsd. CZK/ha without overheads	tis. Kč/ha/ thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha bez režii/ thsd. CZK/ha without overheads	%	%
3. LVS	1 057	218	283	166	215	105	137	76	48
4. LVS	2 745	201	261	132	171	91	118	66	45
5. LVS	287	181	236	137	178	80	105	76	44
Celkem/ Total	4 089	204	265	141	183	94	122	69	46

Tab. 3.

Potenciální hodnota porostů v mýtním věku (120 let) bez odečtení nákladů na obnovu a zajištění kultur – Oblast 1

Potential value of stands in the rotation age (120 years) without deducted costs on the reforestation and the plantation establishment – Area 1

Oblast 1/ Area 1	ha	Model A	Model B	Model C	Model B/ Model A	Model C/ Model A
		tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	%	%
3. LVS	1 057	818	725	688	89	84
4. LVS	2 745	837	718	687	86	82
5. LVS	287	901	751	715	83	79
Celkem/Total	4 089	837	722	689	86	82

Tab. 4.

Potenciální hodnota porostů v mýtním věku (120 let) s odečtením nákladů na obnovu a zajištění kultur – Oblast 1

Potential value of stands in the rotation age (120 years) with deducted costs on the reforestation and plantation establishment – Area 1

Oblast 1/ Area 1	ha	Model A	Model B	Model C	Model B/ Model A	Model C/ Model A
		tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	%	%
3. LVS	1 057	600	559	583	93	97
4. LVS	2 745	636	586	596	92	94
5. LVS	287	719	614	635	85	88
Celkem/Total	4 089	633	581	595	92	94

Tab. 5.

Náklady na obnovu a zajištění kultur ve 3.–5. LVS Oblasti 2

Costs required on the reforestation and the plantation establishment in the 3rd, 4th, and 5th altitudinal zone (LVS) – Area 2

Oblast 2/ Area 2	ha	Modelová druhová skladba A/ Model tree species composition A		Modelová druhová skladba B/ Model tree species composition B		Modelová druhová skladba C/ Model tree species composition C		Model B/ Model A	Model C/ Model A
		tis. Kč/ha/ thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha bez režii/ thsd. CZK/ha without overheads	tis. Kč/ha/ thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha bez režii/thsd. CZK/ha without overheads	tis. Kč/ha/ thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha bez režii/ thsd. CZK/ha without overheads	%	%
3. LVS	699	175	228	120	156	68	88	68	39
4. LVS	2 075	185	241	126	164	74	96	68	40
5. LVS	1 616	186	242	126	164	69	90	68	37
Celkem/ Total	4 390	184	239	125	163	71	93	68	39

Tab. 6.

Potenciální hodnota porostů v mýtním věku (120 let) bez odečtení nákladů na obnovu a zajištění kultur – Oblast 2

Potential value of stands in the rotation age (120 years) without deducted costs on the reforestation and the plantation establishment – Area 2

Oblast 2/ Area 2	ha	Model A	Model B	Model C	Model B/ Model A	Model C/ Model A
		tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	%	%
3. LVS	699	674	605	568	90	84
4. LVS	2 075	835	717	687	86	82
5. LVS	1 616	887	745	707	84	80
Celkem/Total	4 390	828	709	675	86	82

Tab. 7.

Potenciální hodnota porostů v mýtním věku (120 let) s odečtením nákladů na obnovu a zajištění kultur – Oblast 2

Potential value of stands in the rotation age (120 years) with deducted costs on the reforestation and the plantation establishment – Area 2

Oblast 2/ Area 2	ha	Model A	Model B	Model C	Model B/ Model A	Model C/ Model A
		tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	%	%
3. LVS	699	498	485	500	97	100
4. LVS	2 075	649	591	613	91	94
5. LVS	1 616	700	619	638	88	91
Celkem/Total	4 390	644	584	604	91	94

Tab. 8.

Náklady na obnovu a zajištění kultur ve 3.–5. LVS Oblasti 3

Costs required for the reforestation and the plantation establishment in the 3rd, 4th, and 5th altitudinal zone (LVS) – Area 3

Oblast 3/ Area 3	ha	Modelová druhová skladba A/ Model tree species composition A		Modelová druhová skladba B/ Model tree species composition B		Modelová druhová skladba C/Model tree species composition C		Model B/ Model A	Model C/ Model A
		tis. Kč/ha/ thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha bez režii/ thsd. CZK/ha without overheads	tis. Kč/ha/ thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha bez režii/thsd. CZK/ha without overheads	tis. Kč/ha/ thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha bez režii/ thsd. CZK/ha without overheads	%	%
3. LVS	891	208	270	163	212	104	136	78	50
4. LVS	965	188	244	119	155	69	89	63	37
5. LVS	326	183	238	57	73	14	18	31	8
Celkem/ Total	2 182	195	254	128	166	75	98	65	38

Tab. 9.

Potenciální hodnota porostů v mýtním věku (120 let) bez odečtení nákladů na obnovu a zajištění kultur – Oblast 3

Potential value of stands in the rotation age (120 years) without deducted costs on the reforestation and the plantation establishment – Area 3

Oblast 3/ Area 3	ha	Model A	Model B	Model C	Model B/ Model A	Model C/ Model A
		tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	%	%
3. LVS	891	769	678	644	88	84
4. LVS	965	817	675	673	83	82
5. LVS	326	837	759	727	91	87
Celkem/Total	2 182	800	689	669	86	84

Tab. 10.

Potenciální hodnota porostů v mýtním věku (120 let) s odečtením nákladů na obnovu a zajištění kultur – Oblast 3

Potential value of stands in the rotation age (120 years) with deducted costs on the reforestation and the plantation establishment – Area 3

Oblast 3/ Area 3	ha	Model A		Model B		Model C		Model B/ Model A	Model C/ Model A
		tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	tis. Kč/ha/thsd. CZK/ha	%	%		
3. LVS	891	561	515	540	92	96			
4. LVS	965	630	557	604	88	96			
5. LVS	326	654	702	713	107	109			
Celkem/Total	2 182	605	561	594	93	98			

DISKUSE

Výše prostředků na obnovu kalamitních ploch je v současné době omezena nízkým výnosem z prodeje smrkového dříví, způsobeným zejména výrazným přebytkem kalamitní hmoty na trhu. Při současné situaci lze z důvodu plošného odumírání zralých smrkových porostů očekávat úbytek přirozené obnovy dřevin základních cílových, který však může podle charakteru stanoviště nahrazovat přirozená obnova dřevin základních přípravných, případně dřevin zpevňujících a melioračních.

Modely cílové druhové skladby A, B a C byly vytvořeny za účelem konfrontace s hypotézou, že podíl přirozené obnovy určuje, v závislosti na stanovišti, výši nákladů na zalesnění a následnou péči o obnovované porosty.

Proti modelu A, který disponoval základní výchozí dřevinnou skladbou dubového a bukoveho hospodářství podle vyhlášky 298/2018, deklarovanou ÚHŮL (2019) s minimálním podílem přirozené obnovy, vyjádřeným zastoupením břízy v dřevinné skladbě, byl postaven model B s podílem v zájmovém území skutečně vykázané přirozené obnovy navýšené o 20% zastoupení břízy.

Jak dokládá tab. 2, celkové pěstební náklady v modelu B byly ve všech případech nižší než v modelu A. Pozitivní význam má především plocha přirozené obnovy, u které jsou náklady na pěstební činnost výrazně omezenější než ve stejném časovém období v modelu A.

Výsledky modelu C rozdíly v nákladech od modelu A ještě více prohlubují. V tomto modelu byla realizována myšlenka dvoufázové obnovy, při níž je určitá část obnovovaných ploch zalesňována v delším časovém období, s využitím výnosu z prodeje hrubí přípravné dřeviny, sklizené v první fázi obnovy. Modelový výnos z prodeje hrubí byl schopen pokrýt následné náklady na vnos cílových dřevin ve druhé fázi obnovy. Kladné výsledky v nákladech na obnovu lesa s využitím výnosu z prodeje hrubí z přípravné dřeviny ve svých řešených pracích získal DUDÍK (2018) a udávají je i ve své certifikované metodice autoři SOUČEK et al. (2016). ŠAFRÁNEK (2018) ve svém výzkumu také dosahoval nižších nákladů na pěstební práce při založení porostů s využitím přirozené obnovy proti srovnávacím plochám primárně uměle obnovovým.

Vyhodnocení potenciální hodnoty modelových porostů v mýtním věku po odečtení vypočtených nákladů na obnovu lesa a následnou péči o založené kultury naopak zpravidla zvýhodňuje Model A, od počátku jednorázově uměle založený standardní dřevinnou skladbou s nízkým podílem pionýrských dřevin. Proto se podle výsledků této studie zdá být významnější využití pionýrských dřevin v obnově lesa v dlouhodobém horizontu neekonomické. To však může být způsobeno zejména jejich dosavadním nedostatečným zhodnocením v dřevozpracujícím průmyslu. V této oblasti se nacházejí zjevné rezervy, které mohou být v budoucnu řešitelné (např. HERÄJÄRVI 2004; PONCSAK et al. 2006; DUDÍK et al. 2010; SOUČEK et al. 2016; ŠAFRÁNEK et al. 2018; BORŮVKA et al. 2018, 2019).

Další rezerva ve vyjádření hodnoty porostů je v doposud málo využívaném oceňování celospolečenských funkcí lesa, při níž nelze také opomenout důležitost lesnické typologie podle lesnického typologického klasifikačního systému (ÚHŮL 2019a), upraveného pro potřeby vyhlášky 298/2018 Sb. (ÚHŮL 2019b), která popisuje stanovištní nároky a produkční schopnost jednotlivých dřevin (PULKRAB et al. 2010).

Využití oceňování celospolečenských funkcí lesa bude mít před jednoduchým oceněním produkčních funkcí lesa jako konečného ohodnocení lesního majetku stále vyšší váhu a uplatnitelnost, zejména při současném trendu změny dřevinné skladby v důsledku klimatických změn a narušené stability lesních monokultur (VYSKOT et al. 2003; ŠIŠÁK et al. 2010; MATĚJČEK, DUDÍK 2011; VYSKOT et al. 2014; ŠIŠÁK et al. 2017b).

Využití oceňování celospolečenských funkcí lesa bude mít před jednoduchým oceněním produkčních funkcí lesa jako konečného ohodnocení lesního majetku stále vyšší váhu a uplatnitelnost, zejména při současném trendu změny dřevinné skladby v důsledku klimatických změn a narušené stability lesních monokultur (VYSKOT et al. 2003; ŠIŠÁK et al. 2010; MATĚJČEK, DUDÍK 2011; VYSKOT et al. 2014; ŠIŠÁK et al. 2017b).

ZÁVĚR

Výsledek na všech stanovištích potvrdil pokles nákladů na obnovu a zajištění porostů, pokud se na ní podílela přirozená obnova, která je méně náročná na počáteční pěstební péči. Při rychlém nárůstu kalamitních holin však není možné v plné míře řízené iniciovat nástup přirozeného zmlazení dřevin s vysokou hodnotovou produkcí. Porosty obnovované pomocí dřevin přípravných, vhodných svými ekologickými nároky k obsazování velkých odlesněných ploch, nemusí však bez cílené výchovy dosahovat ve zralém věku očekávanou produkci. Je ale velmi pravděpodobné, že budou, např. s využitím ŠIŠÁKEM et al. (2017b) zpracované certifikované metodiky hodnocení společenské sociálně-ekonomické významnosti ekosystémových služeb lesa v ČR (stupeň přirozenosti, ekologická stabilita), dosahovat vysoké hodnoty celospolečenských funkcí.

Výsledné hodnoty v této studii jsou ovlivněny použitím mzdových tarifů, které jsou v současné době nestabilního trhu s prací a dřívím velmi pohyblivé. Také konečnou cenu mýtních porostů lze posuzovat jen jako hrubý odhad. Tím spíše bude potřebné dále sledovat efektivitu volených způsobů obnovy lesa na kalamitních holinách. Bude nutné důsledně zaměřit pozornost na kvalitu výchovy porostů s novou, druhově, prostorově i časově diferencovanou skladbou tak, aby byly schopny adekvátně vytvářet vysokou hodnotu funkce celospolečenské.

Poděkování:

Článek byl zpracován v rámci disertační práce: „Efektivnost alternativních scénářů druhové skladby dřevin v obnově lesa ve vybraných oblastech“. Data k vyhodnocení obnovy v zájmovém území byla použita se souhlasem subjektu Lesy České republiky, s. p.

LITERATURA

- BARNA M., BOSELA M. 2015. Tree species diversity change in natural regeneration of a beech forest. *Forest Ecology and Management*, 2015, 342: 93–102. DOI: /10.1016/j.foreco.2015.01.017
- BORŮVKA V., ZEIDLER A., HOLEČEK T., DUDÍK R. 2018. Elastic and strength properties of heat-treated beech and birch wood. *Forests*, 9 (4): 197. DOI: 10.3390/f9040197
- BORŮVKA V., DUDÍK R., ZEIDLER A., HOLEČEK T. 2019. Influence of site conditions and quality of birch wood on its properties and utilization after heat treatment. Part I. Elastic and strength properties, relationship to water and dimensional stability. *Forests*, 10 (2): 189. DOI: 10.3390/f10020189
- CIENCIALA E., ZATLOUKAL V., BERANOVÁ J., KUČERA J. 2014. Lesnická adaptační strategie pro měnící se prostředí v podmínkách Moravskoslezských Beskyd (LASPROBES). Závěrečná zpráva z řešení projektu – Výzkumné projekty grantové služby LČR. IFER. Jílové u Prahy, Ústav pro výzkum lesních ekosystémů: 108. Dostupné na/Available on: <https://lesycr.cz/wp-content/uploads/2016/12/lasprobes-web.pdf>
- DUDÍK R., MATĚJÍČEK J., ŠAFAŘÍK D., LIŠKOVÁ B., HÁDKOVÁ D. 2010. Ekonomické souvislosti obhospodařování lesů bohatých struktur – zahraniční zkušenosti. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 138 s.
- DUDÍK R., ŠIŠÁK L., REMEŠ J., ŠÁLEK L., SOUČEK J., LEUGNER J., PAVLÍČEK A., VEJPUSTKOVÁ M., FLORA M., RIEDL M., SLOUP R., DRAGON R., ŠPANIHEL J., TROCHTOVÁ L. 2018. Vyhodnocení plnění funkcí lesa u březových porostů, ekonomiky březového hospodářství a návrh východisek pro hospodaření s břizou v ČR. Závěrečná zpráva z řešení projektu. Výzkumné projekty grantové služby LČR. Praha, ČZU: 126 s.
- HANEWINKEL M., CULLMANN D.A., SCHELHAAS M.-J., NABUURS G.-J., ZIMMERMANN N.E. 2013. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*, 3: 203–207. DOI:10.1038/nclimate1687
- HERÄJÄRVI H. 2004. Static bending properties of Finnish birch wood. *Wood Science and Technology*, 37: 523–530. DOI: 10.1007/s00226-003-0209-1
- HURT V., MAUER O. 2016. Podsadby přípravných porostů břízy bělokoré, olše a jeřábu ptačích bukem lesním a jedlí bělokorou. Certifikovaná metodika. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 38 s.
- HUTH F., WAGNER S. 2006. Gap structure and establishment of Silver birch regeneration (*Betula pendula* Roth.) in Norway spruce stands (*Picea abies* L. Karst.). *Forest Ecology and Management*, 229 (1–3): 314–324. DOI: 10.1016/j.foreco.2006.04.010
- HYNYNEN J., NIEMISTÖ P., VIHÄRÄ-AARNIO A., BRUNNER A., HEIN S., VELLING P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry*, 83: 103–119. DOI: 10.1093/forestry/cpp035
- LÉVESQUE M., SAURER M., SIEGWOLF R., EILMANN B., BRANG P., BURGMANN H., RIGLING H. 2013. Drought response of five conifer species under contrasting water availability suggests high vulnerability of Norway spruce and European larch. *Global Change Biology*, 19: 3184–3199. DOI: 10.1111/gcb.12268
- MARTINÍK A. 2016. Zkušenosti se zakládáním přípravných porostů s jí břízou. In: *Funkce lesa v měnících se podmínkách prostředí. Sborník původních vědeckých prací u příležitosti 17. vědecké konference pěstitelů lesa*. 30.–31. 8. 2016. Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 29–36. *Proceedings of Central European Silviculture*, vol. 6.
- MATĚJÍČEK J., DUDÍK R. 2011. Analýza očekávaných změn v informačním zabezpečení ocenění lesů bohatých struktur. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56 (4): 310–319.
- MIKITA T., ČERMÁK P., TRNKA M., JUREČKA F. 2014. Modelování podmínek pro pěstování smrku, buku a dubu. Projekt EHO-CZ02-OV1-019-2014. Frameadapt: Rámce a možnosti lesnických adaptačních opatření a strategií souvisejících se změnami klimatu. Brno, Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta: 27 s. Dostupné na/Available on: http://www.frameadapt.cz/coajdfadlf/uploads/2015/07/1-3_Modelovani_podminek_pro_pestovani_SM_BK_DB.pdf
- MZE. 2019. Veřejná vyhláška. 2019. Opatření obecné povahy ze dne 3. 4. 2019 (v aktualizovaném znění). Praha, Ministerstvo zemědělství ČR.
- NOUZA J., NOUZOVÁ J. 2001. Výkonové normy v lesním hospodářství. Praha, Silvaco: 136 s.
- NOVÁK J., HLÁSNÝ T., MARUŠÁK R., DUŠEK D., SLODIČÁK M. 2017a. Využití dubu při adaptaci lesů ČR na změnu klimatu. *Pěstování a hospodářská úprava lesa*. Certifikované metodiky. pro praxi. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 49 s. Lesnický průvodce, 11/2017.
- NOVÁK J., DUŠEK D., KACÁLEK D., SLODIČÁK M., SOUČEK J. 2017b. Pěstební postupy pro březové porosty 1. a 2. lesního vegetačního stupně. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 28 s. Lesnický průvodce, 13/2017.
- PLÍVA K. 2000. Trvalé obhospodařování lesů podle souboru lesních typů. Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů: 238 s.
- PODRÁZSKÝ V. 2016. Možná substituce smrku douglaskou v podmínkách České republiky. In: *Funkce lesa v měnících se podmínkách prostředí. Sborník původních vědeckých prací u příležitosti 17. vědecké konference pěstitelů lesa*. 30.–31. 8. 2016. Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 99–104. *Proceedings of Central European Silviculture*, vol. 6.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., SLOUP R., NOVOTNÝ S. 2016. Douglas-fir – partial substitution for declining conifer timber supply – review of Czech data. *Wood Research (Bratislava)*, 61: 525–529.
- PONCSAK S., KOCAEFE D., BOUAZARA M., PICHETTE A. 2006. Effect of high temperature treatment on the mechanical properties of birch (*Betula papyrifera*). *Wood Science and Technology*, 40: 647–663. DOI: 10.1007/s00226-006-0082-9
- PULKRAB K. et al. 2010. Modely efektivnosti hospodaření organizačních jednotek LČR. [Zpráva za projekt]. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská: 57 s. Dostupné na/Available on: <https://lesycr.cz/wp-content/uploads/2016/12/modely-efektivnosti-hospodareni-web.pdf>
- PULKRAB K., SLOUP R., PODRÁZSKÝ V. 2015. Production potential of the forest in the Czech Republic. *BioResources*, 10 (3): 4711–4725.
- 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 2016: 35 s. Lesnický průvodce 10/2016.

- SOUČEK J., ŠPULÁK O., LEUGNER J. 2019. Vývoj porostu s dominancí břízy a osiky na kalamitní holině. Zprávy z lesnického výzkumu, 64 (4): 191–197.
- ŠAFRÁNEK Z., MARTINÍK A., VALA V. 2018. Modelové ekonomické srovnání variant obnovy lesa po kalamitě alochtonné smrčiny: konvenční umělá obnova vs. přípravný březový porost. Zprávy lesnického výzkumu, 63 (2): 92–101.
- ŠIŠÁK L., ŠACH F., ŠVIHLA V., PULKRAB K., ČERNOHOUS V. 2010. Metodika hodnocení společenské sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesa. Recenzovaná metodika. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze: 36 s.
- ŠIŠÁK L., PULKRAB K., BUKÁČEK J., NOVOTNÝ S., ŠVÉDA K. 2017a. Komparace nákladů v obnově lesa prostokořenným a krytokořenným sadebním materiálem. Zprávy lesnického výzkumu, 62 (1): 59–65.
- ŠIŠÁK L., ŠACH F., ŠVIHLA V., PULKRAB K., ČERNOHOUS V., DUDÍK R. 2017b. Metodika hodnocení společenské sociálně-ekonomické významnosti ekosystémových služeb lesa v České republice. Certifikovaná metodika. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze: 33 s.
- ÚHŮL. 2019a. Podklad pro stanovení cílové druhé skladby pro potřeby aktualizace OPRL [online]. Brandýs nad Labem, ÚHŮL [cit. 2019-12-17]. Dostupné na/Available on: <http://www.uhul.cz/nase-cinnost/oblastni-plany-rozvoje-lesu>
- ÚHŮL. 2019b. Přehled lesních typů a souborů lesních typů v ČR [online]. Brandýs nad Labem, ÚHŮL [cit. 2019-12-17]. Dostupné na/Available on: <http://www.uhul.cz/nase-cinnost/87-lesnicka-typologie/92-uvod>
- VITALI V., FORRESTER D.I., BAUHUS J. 2018. Know your neighbours: drought response of Norway spruce, silver fir and Douglas fir in mixed forests depends on species identity and diversity of tree neighbourhoods. *Ecosystems*, 21: 1215–1229. DOI: 10.1007/s10021-017-0214-0
- VYSKOT I., KAPOUNEK L., KREŠL J., KUPEC P., MACKŮ J., ROŽNOVSKÝ J., SCHNEIDER J., SMÍTKA D., ŠPAČEK F., VOLNÝ S. 2003. Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky. Praha, Ministerstvo životního prostředí: 193 s.
- VYSKOT I., SCHNEIDER J., KLIMÁNEK M., HOLUŠOVÁ K. 2014. Ekologické a ekonomické hodnocení celospolečenských funkcí variantně strukturních typů lesů: Metodika. Závěrečná zpráva k řešení projektu MŽP Sp-2d3-56-072. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 83 s.

MODEL SPECIES COMPOSITIONS WITH THE DIFFERENT SPECIES SHARE OF TARGET TREE SPECIES AND PIONEER TREE SPECIES: THE COMPARISON OF THE FOREST REGENERATION COSTS AND THE EVALUATION OF THE POTENTIAL VALUE OF STANDS AT THE ROTATION AGE

SUMMARY

The climate change has been disturbing the balance of forest ecosystems seriously in last years. There are models of natural range shifts for individual species developed for the expected changes in temperatures and precipitation. Based on them, it is possible to predict the worsening of conditions for the cultivation of spruce stands in middle locations as well as minimising of spruce growing in lower locations. The species composition should consist of broadleaved species mostly at both middle and lower sites; beech and oak should be dominant.

This study dealt with the currently changing species composition being exhibited by the spruce decline at lower and middle altitudes. The climate conditions at our study sites change and, in the period 2020–2040, the 3rd and 4th forest altitudinal zones are expected to become suitable mostly for the oak management and 5th forest altitudinal zone for the beech management.

The objective of the study was the development of three model tree species compositions using the natural regeneration and accepting pioneer species share for which the reforestation costs and the costs of plantation establishment were evaluated. The species composition was based on the target species composition (ÚHÚL 2019a). The target management at middle and higher sites represented the stand types with oak and beech of the common quality, respectively. The potential value of stands at the rotation age of 120 years was also assessed.

Demand for the planting stock was equal to the need resulting from reforestation area in three selected locations managed by the state-owned company Forests of the Czech Republic in the northern and central Moravia in the period 2008–2017. The Area 1 included the regions of Ostrava, Opava and Vítkov. The Area 2 included the regions of Bruntál, Město Albrechtice and Šternberk. The Area 3 included the regions of Prostějov and Frenštát pod Radhoštěm.

The species composition models were prepared for four associated ecological series (1st – extreme, 2nd – acidic, 3rd – fertile and enriched with humus, and 4th – influenced by water) in the 3rd, 4th, and 5th forest altitudinal zones. There were 12 different localities utilised in this way in each region. Shares of associated ecological series in individual areas are shown in Tab. 1. The Model A consisted of target species – the standard species composition, the Model B included 20% of pioneer species. In the Model C the representation of pioneer species was doubled to 40% for the first reforestation phase. In the second phase, this model was considered to remove half of pioneer species. Therefore, the target species composition of Model C is identical to the species composition of Model B at the rotation age. Model species compositions of individual areas are shown in Fig. 1, 2 and 3.

The costs of reforestation and the plantation establishment were calculated using the output standards. The calculations include the really registered natural regeneration. In the model C, second phase of reforestation, the pioneer stands' production yields at the age of 30 years (SOUČEK et al. 2016) were deducted from the costs related to the replacement of pioneer species by the target species.

Potential value of rotation-aged forest stands was evaluated using the valuation regulation valid in 2017. The rotation period for all main species was considered as 120 years. The rotation period of fast-growing species such as birch and alder was considered as 60 years.

Results from all sites confirmed lower costs of the reforestation and the stand establishment. They were inversely proportional to the share in the natural regeneration (Tab. 2, 5 and 8). Important factors affecting the level of the cultivation costs are the volume of the natural regeneration (Fig. 4), its species composition (Fig. 5), and the use of two-stage regeneration system on parts of clearings.

The stands composed of the standard tree species (Model A) reached the highest value at the rotation age. The stands with a 20% share of pioneer tree species (Model B) generally reached a higher value at the same age (120 years) than stands with doubly share of pioneer tree species (Model C), which were partially (20%) regenerated in the second phase of reforestation (Tab. 3, 6 and 9).

After derivation of the costs of forest regeneration and planting treatment from the value of stands at rotation age, the differences between the models changed. Model B values were generally lower than values of Model C. This was caused by a higher share of natural regeneration with low demands on silvicultural treatment. The highest values were again achieved in Model A (Tab. 4, 7 and 10).

However, this might be also caused by their current unsatisfactory appreciation by the wood-processing industry. Another resource exists in the stand value presentation in the so far unsatisfactory evaluation of forest functions within the societal life. The importance of the forest typology also should not be forget. It will be necessary to consistently focus our attention on the selection of a suitable species composition for the stand regenerations and on the quality of stand tending. The stands established with the new species, through spatially and time differentiated compositions should be able to create the high society-wide functions appropriately.

Zasláno/Received: 14. 02. 2020

Přijato do tisku/Accepted: 16. 04. 2020