

VLIV ZPŮSOBU HOSPODAŘENÍ, DRUHOVÉ SKLADBY A FLUKTUACE CEN DŘÍVÍ NA EKONOMICKÝ VÝSLEDEK LESNÍHO HOSPODAŘENÍ

INFLUENCE OF THE SILVICULTURAL SYSTEM, SPECIES COMPOSITION AND THE FLUCTUATION OF WOOD PRICES ON THE ECONOMIC RESULT OF FOREST MANAGEMENT

JIŘÍ REMEŠ ✉ - KAREL PULKRAB

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, Katedra lesnické a dřevařské ekonomiky, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchbátka, Czech Republic

✉ e-mail: remes@fd.czu.cz

ORCID: J. Remeš 0000-0003-4277-615X

ABSTRACT

The aim of this paper was to assess the influence of the silvicultural system (clear-cut and shelterwood), species composition of forest stands, in relation to the fluctuation of raw wood prices, on the economic results of forest management. Model analyses were performed on the example of the conditions of the CZU Forests, specifically for the third forest vegetation zone, SLT 3K. The input to the model evaluation was: data on the growth and production of the investigated tree species in the given site conditions from growth tables, the costs of forestry measures were derived from standards, the assortment was carried out on the basis of assortment tables, the prices of assortments of raw wood were taken from the data of the Czech Statistical Office for 2015 and 2019. The synthetic result of the model evaluations was the gross profit of forest production per hectare and year. The results of the analysis prove the economic advantage and greater stability of the shelterwood silvicultural system, especially with regard to lower silvicultural costs, higher volume of timber production and mutual compensation of the decrease and increase in the prices of raw wood of the evaluated tree species.

[For more information see Summary at the end of the article.](#)

Klíčová slova: holosečná obnova lesa; podrostní obnova lesa; náklady a výnosy; kůrovcová kalamita; zisk lesní výroby; přeměna porostů; adaptace na klimatickou změnu

Key words: clear-cut forest regeneration; shelterwood forest regeneration; costs and revenues; bark beetle calamity; forest production profit; conversion of forest stands; adaptation to climate change

ÚVOD

Změna klimatu stále výrazněji ovlivňuje lesní ekosystémy. Ve střední Evropě vedla v posledních letech k výraznému nárůstu teplot a deficitu srážek (HANEL et al. 2018), což má velmi negativní dopad na vitalitu a zdravotní stav lesních porostů. Smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ Karst.), který je dosud hlavní produkční dřevinou v České republice, není v nižších a středních polohách ČR považován za dlouhodobě perspektivní. Důvodem jsou zejména negativní projevy stejnověkých a stejnorodých smrkových porostů na prostředí a stabilitu lesa (TESAŘ et al. 2004) a také zhoršující se zdravotní stav v souvislosti s rostoucí teplotou vzduchu a periodou sucha (REMEŠ et al. 2020; REMEŠ, PULKRAB 2022). Bylo přitom konstatováno, že ačkoliv je zřejmé, že klimatickou změnou a celkovým narušením prostředí je v různé míře ohrožena velká část lesních dřevin, je v současnosti nejvíce ohrožen smrk (KUPČÁK et al. 2019). Příkladem narůstajících problémů je pro-

bíhající rozsahem bezprecedentní kůrovcová kalamita, při které bylo vytěženo v letech 2018–2021 ca 120 mil. m³ jehličnatého dříví a plocha holin dosáhla k roku 2021 více než 76 tis. ha (MZE 2022). Bylo tak potvrzeno, že dlouhodobé sucho může vést k hospodářským a sociálním ztrátám. Lesy přitom hrají zásadní roli nejen v produkci dřeva, ale nabízejí také mnoho ekosystémových služeb, jako je ukládání uhlíku, prevence eroze půdy a udržování biologické rozmanitosti (BRÈTEAU-AMORES et al. 2019).

V posledních letech byly popsány koncepce, jak přizpůsobit lesní hospodaření změnám klimatu (BRANG et al. 2014; HAGERMAN, PELAI 2018; FRISCHBIER et al. 2019). Jedním z nejdůležitějších opatření je úprava druhové skladby lesních porostů zvýšením podílu dřevin s vysokým adaptačním potenciálem (BRANG et al. 2014). Dalším opatřením je zvyšování strukturní diverzity lesních porostů spolu s využíváním přirozených procesů při procesu tvorby lesa. Důsledkem je od-

klon od holosečného hospodaření a upřednostňování alternativních pěstebních postupů, mezi které patří podrostní způsob hospodaření.

Cílem této studie bylo zhodnotit, jaký potenciální ekonomický dopad má druhová skladba dřevin v lesních porostech v kombinaci se způsobem, jakým jsou lesy pěstovány, a to v době fluktuace trhu se surovým dřívím v důsledku kúrovcové kalamity.

MATERIÁL A METODIKA

Modelové analýzy byly provedeny na příkladu podmínek Lesů České zemědělské univerzity (bývalého Školního lesního podniku) v Kostelci nad Černými lesy (ŠLP). Toto území reprezentuje střední polohy (třetí a čtvrtý lesní vegetační stupeň), kde je přeměna nesmíšených smrkových porostů velmi aktuální (REMEŠ et al. 2020). Modelové kalkulace byly provedeny pro podmínky SLT 3K.

Zájmové území ŠLP leží v nadmořské výšce 300–520 m cca 30–55 km jihovýchodně od Prahy, průměrná roční teplota zde kolísá mezi 7,5–8,5 °C (v posledních 10 letech až 9,5 °C) a dlouhodobý roční úhrn srážek je na úrovni cca 660 mm. Perioda mezi roky 2014–2019 však byla velmi suchá s negativním dopadem na životaschopnost lesů. Roční úhrn srážek dosáhl pouze 563 mm (2014), 451 mm (2015), 525 mm (2016), 533 mm (2017), 389 mm (2018) a 528 mm (2019). Rozloha obhospodařovaného lesa je ca 6 670 ha (5 300 ha ve vlastnictví ČZU), lesy rostou v nadmořské výšce 280 až 529 metrů.

Jediným objektivním kritériem hodnocení výsledků hospodaření pro podnik typu Lesů ČZU je zisk, definovaný jako rozdíl výnosů a úplných vlastních nákladů, které přichází každoročně (není tedy třeba uvažovat faktor času). Režijní náklady nebyly v těchto modelech započítány s ohledem na jejich variabilitu při různých typech vlastnictví a různé velikosti majetku. Časovou hladinou je proto při této analýze jeden rok. Analýza vyžaduje splnění následujících předpokladů:

- všechny očekávané vstupy a výstupy musí být popsány kvantitativně (kvantifikovány),
- u každého vstupu a výstupu musí být definován časový horizont (musí být zařazen do časového rámce),
- každý vstup a výstup musí být vyjádřen i hodnotově (peněžně),
- jedinou vhodnou prostorovou jednotkou hodnocení je soubor lesních typů (SLT), neboť tato jednotka umožňuje kvantifikovat ekologické limity a ekonomické parametry hospodaření; to je důležité především pro porovnávání různých způsobů hospodaření.

Hrubý zisk lesní výroby byl vykalkulován podle modelu:

$$HZLV = Vu - Nu$$

kde HZLV – hrubý zisk lesní výroby,

Vu – výnosy za analyzovanou periodu,

Nu – náklady za analyzovanou periodu (na pěstební a těžební činnost, na ochranu lesa).

Přímé náklady byly vykalkulovány podle následujícího modelu:

$$PN = [(N_h + N_{hp}) \cdot MT] + SZP + N_1 + N_2$$

kde PN = přímé náklady,

N_h = počet normohodin pro jednotlivý výkon,

N_{hp} = počet normohodin vyplývajících z přírůžky k základní normě,

MT = mzdový tarif,

SZP = sociální a zdravotní pojištění,

N_1 = materiálové náklady (u výkonů, kde přicházejí v úvahu),

N_2 = náhrady (u výkonů, kde přicházejí v úvahu).

Pro výpočet spotřeby času byly využity výkonové normy (NOUZA, NOUZOVÁ 2003).

Typologické limity modelu

Vyhláška č. 289/95 Sb. + principy trvale udržitelného hospodaření (PLÍVA 2000):

Obmýtní doba: smrk (SM), borovice (BO) 100 (90–130), buk (BK) 120 (100–130), jedle (JD) 120 (110–140), dub (DB) 130 (120–140)

Obnovní doba: SM, BK, DB 30–40, JD 40, BO 20–30

Min. podíl stabilizačních a melioračních dřevin (MZD): 35 %

Cílová druhová skladba pro podrostní způsob: SM 30, BK 30, DB 20, JD 10, MD 10

Cílová druhová skladba pro holosečný způsob: SM 60, BK 20, MD 20

Bonita dřevin: SM 5, BK 6, DB 6, JD 5, MD 5

U jednotlivých dřevin je nutné stanovit průměrnou výšku (m), průměrnou tloušťku (cm), počet stromů (ks/ha), zásobu s kúrou (růstové a taxační tabulky hlavních dřevin – SM, BO, BK, DB dle ČERNÝ et al. 1996), průměrnou hmotnatost (zásoba/počet stromů).

Porovnávané varianty způsobu hospodaření

1. Holosečný způsob

Podíl umělé/přirozené obnovy: a) 100/0 %; b) 80/20 %

Cílová druhová skladba: I. SM 60, BK 20, MD 20; II. BK 60, SM 20, MD 20

Doba obmýtní: 95 let

Doba obnovní: 20 let

Použité těžební procento dle legislativy (příloha č. 3 k vyhlášce č. 298/2018 Sb. a příloha č. 5 k vyhlášce č. 84/1996 Sb.)

Zakmenění: 0,88

2. Podrostní způsob

Podíl umělé/přirozené obnovy: a) 0/100 %; b) 40/60 %

Cílová druhová skladba: I. SM 60, BK 20, MD 20; II. BK 60, SM 20, MD 20; III. SM 30, BK 30, DB 20, JD 10, MD 10

Doba obmýtní: 110 (I. a II.); 130 (III.) let

Doba obnovní: 50 let

Použité těžební procento dle legislativy (příloha č. 3 k vyhlášce č. 298/2018 Sb. a příloha č. 5 k vyhlášce č. 84/1996 Sb.)

Zakmenění: 0,88

Světlostní přírůst – stanoven na základě upraveného Gehrahtova vzorce (upraveného o zásobu); světlostní přírůst v prvním období 13 % – SM, JD, BK a 8 % – MD, DB; v dalších obdobích se světelný přírůst snižuje, dále se proto nepočítá.

Údaje o zásobě, tloušťce, výšce a objemu byly získány z růstových tabulek. Sortimentace byla provedena na základě sortimentačních tabulek (PAŘEZ 1987a, 1987b).

Cenové hladiny

Ceny sortimentů surového dříví byly převzaty z údajů Českého statistického úřadu pro rok 2015 a pro rok 2019 (tab. 1).

Tab. 1.

Průměrné ceny surového dříví (Kč.m³) v České republice v letech 2015 a 2019 (podle ČSÚ)
Average prices of raw timber (CZK.m³) in the Czech Republic in 2015 and 2019 (source: Czech Statistical Office)

Sortimenty/Assortments	Dřevina/Species	2015	2019
Jehličnany/Coniferous			
I. třída jakosti/1st quality class	smrk/spruce	2 597	---
	borovice/pine	1 731	---
	modřín/larch	2 958	---
II. třída jakosti/2nd quality class	smrk/spruce	2 933	2 654
	borovice/pine	2 367	2 604
	modřín/larch	3 759	4 318
III. A/B třída jakosti/3rd quality class A/B	smrk/spruce	2 256	1 550
	borovice/pine	1 743	1 480
	modřín/larch	2 451	2 446
III. C třída jakosti/3rd quality class C	smrk/spruce	1 996	1 252
	borovice/pine	1 568	1 269
	modřín/larch	2 113	2 155
III. D třída jakosti/3rd quality class D	smrk/spruce	1 688	880
	borovice/pine	1 381	866
	modřín/larch	1 549	1 333
IV. třída jakosti pro výrobu dřevoviny/4th quality class		1 239	841
V. třída jakosti pro výrobu buničiny/5th quality class	smrk/spruce	992	509
	borovice/pine	973	544
VI. třída jakosti palivové dříví/6th quality class		812	587
Listnáče/Deciduous			
I. třída jakosti/1st quality class	dub/oak	13 068	17 424
	buk/beech	---	---
II. třída jakosti/2nd quality class	dub/oak	5 280	9 318
	buk/beech	2 255	2 802
	bříza/birch	---	
III. A/B třída jakosti/3rd quality class A/B	dub/oak	2 990	4 208
	buk/beech	1 605	1 905
	bříza/birch	1 375	
III. C třída jakosti/3rd quality class C	dub/oak	2 447	3 495
	buk/beech	1 447	1 641
	bříza/birch	1 119	
III. D třída jakosti/3rd quality class D	dub/oak	1 681	2 407
	buk/beech	1 267	1 412
	bříza/birch	1 123	
V. třída jakosti pro výrobu buničiny/5th quality class	dub/oak	1 049	1 254
	buk/beech	1 149	1 246
VI. třída jakosti palivové dříví/6th quality class		1 111	1 108

VÝSLEDKY

Náklady

Roční náklady na pěstební činnost a ochranu lesa pro porovnávané varianty jsou uvedeny v tabulkách 2 a 3. Nejvýhodnější variantou z pohledu pěstebních nákladů byl podrostní způsob hospodaření se 100 % přirozené obnovy (680–863 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹). Naopak pěstebně nejnákladnější variantou byl holosečný způsob se 100% umělou obnovou (2 523–2 633 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹). Holosečný způsob byl tedy z pohledu nákladů na pěstební činnost přibližně 3–4krát dražší než způsob podrostní. Náklady na těžební činnost jsou naopak o ca 35 % vyšší u podrostního způsobu hospodaření (2 407–2 692 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹) oproti holosečnému hospodaření (1 819–1 954 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹). Přehled o těžební činnosti je uveden v tabulkách 4–8 odděleně pro holosečný a podrostní způsob hospodaření.

Výnosy

Z hlediska výnosů byl ve všech analyzovaných variantách vždy výhodnější podrostní způsob v porovnání s holosečnou obnovou (rozdíl od ca 1 600 do 2 900 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹), velký vliv měla ale i uvažovaná dru-

hová skladba a rok, pro které byly analýzy prováděny. V roce 2015 byly výnosově nejproduktivnější varianty s vyšším zastoupením smrku (a to jak u holosečného, tak u podrostního způsobu). V roce 2019 došlo vlivem dramatického poklesu cen smrkového dříví k propadu výnosů u variant s vyšším podílem smrku, a naopak k nárůstu výnosů u variant s vyšším zastoupením dubu a buku. Tím se porovnávané varianty druhové skladby výnosově téměř vyrovnaly (u holosečného způsobu a jedné varianty podrostního způsobu), nebo došlo k tomu, že listnatá varianta byla dokonce výnosově produktivnější než jehličnatá (smrková) varianta (jedna varianta podrostního způsobu).

Celkový výsledek hospodaření

Celkový výsledek hospodaření byl kalkulován po odečtení nákladů na pěstební činnost a ochranu lesa od výnosů, ke kterým se přičetl zisk z předemýtních těžeb (mezi 550–1 000 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹). Tím se ještě zvýraznil rozdíl mezi porovnávanými způsoby hospodaření (obr. 1). Jako nejvýhodnější se ukázal podrostní způsob při uplatnění 100 % přirozené obnovy, a to jak v roce 2015 (od 5 670 do 7 107 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹), tak i v roce 2019 (od 5 716 do 6 518 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹). Hrubý zisk se u holosečných variant pohyboval v roce 2015 v rozmezí od 2 429 do 4 522 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹ a v roce 2019 od 2 464 do 2 955 Kč.ha⁻¹.rok⁻¹.

Tab. 2.

Náklady na pěstební činnost (obnova, ochrana kultur, výchova) a ochranu lesa pro varianty holosečné obnovy
Costs of silvicultural activities (regeneration, culture protection, tending) and forest protection for variants of clear-cut regeneration

Nákladové druhy/Types of costs	Holosečný způsob hospodaření/Clear-cutting system			
	Varianta a) umělá obnova/artificial regeneration 100 %		Varianta b) umělá obnova/artificial regeneration 80 %	
	I.	II.	I.	II.
Zalesňování a obnova lesa/Planting and forest regeneration	69 705	82 861	58 980	54 833
Ochrana kultur/Culture protection	75 857	80 489	63 474	73 873
Ochrana lesa a výchova mladých porostů/ Forest protection and tending of young stands	94 155	86 800	73 354	80 958
Celkem za obměty (Kč.ha ⁻¹)/Total for rotation period (CZK.ha ⁻¹)	239 717	250 150	195 808	209 664
Celkem za rok (Kč.ha⁻¹.rok⁻¹)/Total per year (CZK.ha⁻¹.year⁻¹)	2 523	2 633	2 061	2 207

Tab. 3.

Náklady na pěstební činnost (obnova, ochrana kultur, výchova) a ochranu lesa pro podrostní varianty obnovy
Costs of silvicultural activities (regeneration, culture protection, tending) and forest protection for variants of shelterwood regeneration

Nákladové druhy/Types of costs	Podrostní způsob hospodaření/Shelterwood system					
	Varianta a) přirozená obnova/ natural regeneration 100 %			Varianta b) přirozená obnova/ natural regeneration 60 %		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Zalesňování a obnova lesa/Planting and forest regeneration	3 678	3 678	3 678	43 282	56 837	49 939
Ochrana kultur/Culture protection	24 381	32 508	28 445	40 984	46 753	42 690
Ochrana lesa a výchova mladých porostů/Forest protection and tending of young stand	66 944	48 680	56 230	59 194	46 850	53 133
Celkem za obměty (Kč.ha ⁻¹)/Total for rotation period (CZK.ha ⁻¹)	95 003	84 866	88 353	143 460	150 440	145 762
Celkem za rok (Kč.ha⁻¹.rok⁻¹)/Total per year (CZK.ha⁻¹.year⁻¹)	863	772	680	1 304	1 368	1 121

Tab. 4.

Náklady a výnosy z těžby dříví u varianty holosečného způsobu hospodaření při cílové druhové skladbě SM 60, BK 20, MD 20
 Costs and revenues from wood harvesting in the variant of the clear-cut system with target species composition SM (spruce) 60, BK (beech) 20, MD (larch) 20

Dřevina/ Species	Vytěžený objem dříví/ Harvested timber volume (m ³)		Výnosy/Revenues (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Náklady/Costs (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Zisk/Profit (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Zisk/Profit (Kč.ha ⁻¹ .rok ⁻¹ / CZK.ha ⁻¹ .year ⁻¹)	
	s.k.	b.k.	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
SM	329	296	538 601	375 144	123 605	414 996	251 539	4 368	2 648	
BK	88	79	95 519	117 254	34 873	60 646	82 381	638	867	
MD	73	65	93 407	98 271	27 145	66 262	71 126	697	749	
Celkem/Total	490	440	727 527	590 669	185 623	541 904	405 046	5 704	4 264	

Tab. 5.

Náklady a výnosy z těžby dříví u varianty holosečného způsobu hospodaření při cílové druhové skladbě BK 60, SM 20, MD 20
 Costs and revenues from wood harvesting in the variant of the clear-cut system with target species composition BK (beech) 60, SM (spruce) 20, MD (larch) 20

Dřevina/ Species	Vytěžený objem dříví/ Harvested timber volume (m ³)		Výnosy/Revenues (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Náklady/Costs (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Zisk/Profit (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Zisk/Profit (Kč.ha ⁻¹ .rok ⁻¹ / CZK.ha ⁻¹ .year ⁻¹)	
	s.k.	b.k.	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
SM	109	99	178 983	124 662	41 077	137 906	83 585	1 452	880	
BK	262	237	289 556	351 762	104 619	184 937	24 7143	1 947	2 602	
MD	73	65	93 407	98 271	27 145	66 262	71 126	697	749	
Celkem/Total	444	401	561 946	574 695	172 841	389 105	40 1854	4 096	4 230	

Tab. 6.

Náklady a výnosy z těžby dříví u varianty podrostního způsobu hospodaření varianta druhové skladby SM 60, BK 20, MD 20
 Costs and revenues from wood harvesting in the variant of the shelterwood system with target species composition SM (spruce) 60, BK (beech) 20, MD (larch) 20

Dřevina/ Species	Vytěžený objem dříví/ Harvested timber volume (m ³)		Výnosy/Revenues (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Náklady/Costs (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Zisk/Profit (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Zisk/Profit (Kč.ha ⁻¹ .rok ⁻¹ / CZK.ha ⁻¹ .year ⁻¹)	
	s.k.	b.k.	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
SM	497	455	859 920	600 430	204 186	655 734	396 244	5 961	3 602	
BK	148	134	169 515	215 921	62 595	106 920	153 326	972	1 394	
MD	33	30	43 010	44 502	12 444	30 566	32 058	278	291	
Celkem/Total	678	619	1 072 445	860 853	279 225	793 220	581 628	7 211	5 288	

Tab. 7.

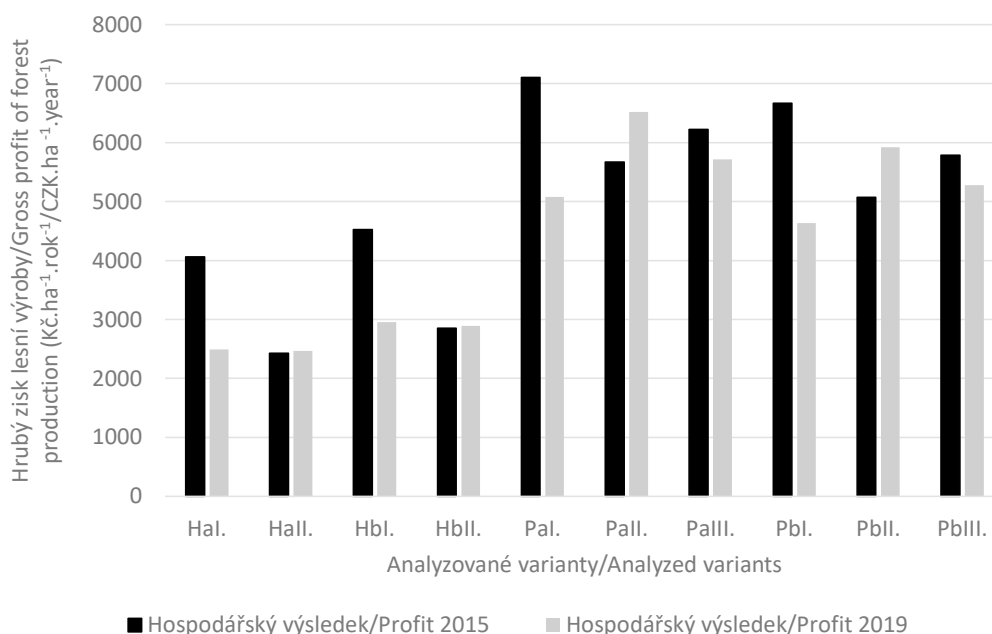
Náklady a výnosy z těžby dříví u varianty podrostního způsobu hospodaření varianta druhové skladby BK 60, SM 20, MD 20
 Costs and revenues from wood harvesting in the variant of the shelterwood system with target species composition BK (beech) 60, SM (spruce) 20, MD (larch) 20

Dřevina/ Species	Vytěžený objem dříví/ Harvested timber volume (m ³)		Výnosy/Revenues (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Náklady/Costs (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Zisk/Profit (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Zisk/Profit (Kč.ha ⁻¹ .rok ⁻¹ / CZK.ha ⁻¹ .year ⁻¹)	
	s.k.	b.k.	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
SM	166	152	286 640	200 143	68 062	218 578	132 081	1 987	1 201	
BK	509	460	583 208	743 082	215 619	367 589	527 463	3 342	4 795	
MD	33	30	43 010	44 502	12 444	30 566	32 058	278	291	
Celkem/Total	708	642	912 858	987 727	296 125	616 733	691 602	5 607	6 287	

Tab. 8.

Náklady a výnosy z těžby dříví u varianty podrostního způsobu hospodaření varianta druhové skladby SM 30, BK 30, DB 20, JD 10, MD 10
Costs and revenues from wood harvesting in the variant of the shelterwood system with target species composition SM (spruce) 30, BK (beech) 30, DB (oak) 20, JD (fir) 10, MD (larch) 10

Dřevina/ Species	Vytěžený objem dříví/ Harvested timber volume (m ³)		Výnosy/Revenues (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Náklady/Costs (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Zisk/Profit (Kč.ha ⁻¹ /CZK.ha ⁻¹)		Zisk/Profit (Kč.ha ⁻¹ .rok ⁻¹ / CZK.ha ⁻¹ .year ⁻¹)	
	s.k.	b.k.	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
SM	255	231	441 106	307 010	106 499	334 607	200 511	2 574	1 542	
BK	208	189	241 810	308 464	90 018	151 792	218 446	1 168	1 680	
DB	84	81	148 032	223 408	38 715	109 317	184 693	841	1 421	
JD	131	118	231 260	157 706	54 679	176 581	103 027	1 358	793	
MD	55	45	73 772	75 973	23 108	50 664	52 865	390	407	
Celkem/Total	733	664	1 135 980	991 422	313 019	822 961	759 542	6 330	5 843	



Vysvětlivky/Captions:

HaI.: holosečný způsob/clear-cut, umělá obnova/artificial reg. 100 %, SM 60, BK 20, MD 20

HaII.: holosečný způsob/clear-cut, umělá obnova/artificial reg. 100 %, BK 60, SM 20, MD 20

HbI.: holosečný způsob/clear-cut, umělá obnova/artificial reg. 80 %, SM 60, BK 20, MD 20

HbII.: holosečný způsob/clear-cut, umělá obnova/artificial reg. 80 %, BK 60, SM 20, MD 20

PaI.: podrostní způsob/shelterwood, přirozená obnova/natural reg. 100 %, SM 60, BK 20, MD 20

PaII.: podrostní způsob/shelterwood, přirozená obnova/natural reg. 100 %, BK 60, SM 20, MD 20

PaIII.: podrostní způsob/shelterwood, přirozená obnova/natural reg. 100 %, SM 30, BK 30, DB 20, JD 10, MD 10.

PbI.: podrostní způsob/shelterwood, přirozená obnova/natural reg. 60 %, SM 60, BK 20, MD 20

PbII.: podrostní způsob/shelterwood, přirozená obnova/natural reg. 60 %, BK 60, SM 20, MD 20

PbIII.: podrostní způsob/shelterwood, přirozená obnova/natural reg. 60 %, SM 30, BK 30, DB 20, JD 10, MD 10.

BK – beech, SM – spruce, MD – larch, DB – oak, JD – fir

Obr. 1.

Hrubý zisk lesní výroby v letech 2015 a 2019 podle modelových variant

Fig. 1.

Gross profit of forest production in 2015 and 2019 according to model variants

DISKUSE

V průběhu dlouhého vývoje lesního hospodářství se postupně vyvinuly odlišné způsoby pěstování lesa. Vedle modelu normálního lesa založeném na pěstování stejnověkých monokultur a holosečné obnově, který v českých zemích převládl, se postupně etablovala alternativa v podobě různých forem přírodě blízkého pěstování lesa (O'HARA 2016). Volba hospodářského způsobu má spolu s volbou druhové skladby vliv na ekonomické výsledky hospodaření.

Podle HANEWINKELA (2002) a KNOKEHO (2009) existují v zásadě dvě metody ekonomického hodnocení a porovnávání odlišných hospodářských způsobů – empirické studie konkrétních hospodářských jednotek a modelové hodnocení jednotlivých pěstebních systémů na základě známých souborů parametrů a předpokladů. První postup, prováděný prakticky pouze ve střední Evropě (KNOKE 2009), vyžaduje existenci porovnatelných hospodářských jednotek, tj. podniků, které se od sebe významně neliší druhovou skladbou, stanovištními podmínkami a výměrou lesní půdy. Zároveň je nutné mít k dispozici dlouhodobé údaje o výsledcích a parametrech hospodaření. Je ovšem velmi problematické nalézt takové dva lesní podniky, které jsou si ve všech uvedených parametrech tak podobné, že by rozdíly v ekonomických ukazatelích mohly být prokazatelně způsobeny jenom odlišným způsobem hospodaření (princip *CETERIS PARIBUS* – za jinak stejných podmínek). Z těchto důvodů se mnohem častěji aplikuje druhá metoda modelového hodnocení (HANEWINKEL 2002), a proto bylo k této variantě přistoupeno i v této studii.

Rozhodujícími faktory, které ovlivňují ekonomickou efektivnost hospodaření, jsou intenzita pěstební činnosti (ekonomicky vyjádřená náklady na zalesňování, ochranu kultur a výchovu porostů), výše a časové rozložení objemové a kvalitativní produkce dřeva. Pravidelné a vyrovnané těžební možnosti v relativně krátkých intervalech přitom znamenají pravděpodobně vyšší současnou hodnotu lesních porostů obhospodařovaných přírodě blízkým způsobem (KNOKE, PLUSCZYK 2001). Možnost využít moderních těžebně dopravních technologií s nižšími náklady na těžbu a přibližování, které úzce souvisí s vysokou produktivitou práce, zase ekonomicky zvýhodňují holosečné hospodaření (REMEŠ 2018).

Z hlediska nákladů na pěstební činnost jsou přírodě bližší postupy pěstování lesa zpravidla výrazně výhodnější (MOHR, SCHORI 1999). To potvrzuje i tato studie, protože nejvýhodnější variantou z pohledu nákladů byl podroستní způsob hospodaření se 100 % přirozené obnovy. Naopak nejnákladnější varianta byl holosečný způsob se 100% umělou obnovou. Tyto relace v zásadě odpovídají předchozím studiím (PULKRAB et al. 2010; REMEŠ et al. 2011). Využití přirozené obnovy může zásadním způsobem snížit náklady na vlastní obnovu lesa. V konceptu přírodě blízkého pěstování lesa, kdy se nárosty i mlaziny dlouhodobě vyvíjejí pod mateřským porostem, se mohou zásadně zredukovat i náklady na první výchovné zásahy díky využití přirozených autoregulačních procesů (REMEŠ 2018).

Také u výnosů byla zjištěna výhoda podroستního způsobu, kdy díky delšímu obmýtní a obnovní době a světlostnímu přírůstu došlo k navýšení objemu vytěženého dříví (o ca 1,6–2,2 m³.ha⁻¹.rok⁻¹), což se projevilo vyššími výnosy, ale samozřejmě i vyššími náklady na těžbu a přibližování dříví. Dále se zde projevilo významný vliv změny situace na trhu se surovým dřívím mezi roky 2015 a 2019. Rok 2019 ovlivněný kůrovcovou kalamitou se vyznačoval propadem cen zejména smrkového a do značné míry i borového dříví (tab. 1). Zásadní vliv kůrovcové kalamity na ceny surového smrkového dříví byl detailně analyzován a potvrzen např. v práci TOTH et al. (2020). Tento propad se však netýkal cen surového dříví modřínu, které zůstaly stabilní. U listnatých dřevin byl zaznamenán opačný trend – výrazný nárůst cen dubového surového dříví – a poměrně významný byl i nárůst cen bukového dříví.

Tyto protichůdné trendy poněkud zmírnily dopad kůrovcové kalamity na celkový výsledek analyzovaných modelů hospodaření. To odpovídá zkušenostem, že kalamity velkého rozsahu způsobují krátkodobé výrazné navýšení nabídky spojené s negativním cenovým skokem, což ale na druhou stranu vede k dlouhodobému zvýšení hodnoty zbytkové zásoby lesa (KLEPÁČKA et al. 2017).

Propad výnosů u smrku mezi sledovanými roky byl u porovnávaných variant kolem 35 %. Pokud bychom uvažovali variantu se 100 % zastoupením smrku, pak by byl u holosečného způsobu hospodaření pokles výnosů o 39 %, což odpovídá dříve provedeným propočtům (REMEŠ, PULKRAB 2022), a zisk z mýtní těžby by se snížil ze 7 163 Kč na hektar a rok v roce 2015 na 4 341 Kč v roce 2019.

Při zahrnutí všech parametrů je možné vyjádřit celkový výsledek hospodaření. Jako nejvýhodnější se jednoznačně ukázal podroستní způsob při uplatnění 100 % přirozené obnovy (kombinace pozitivních vlivů nižších pěstebních nákladů a vyšších výnosů). Z pohledu druhové skladby se výrazně projevily vliv poklesu cen v důsledku kůrovcové kalamity. V roce 2015 se na hrubém zisku lesní výroby projevily podíl smrku pozitivně. Při 60% podílu smrku byl u holosečné obnovy roční zisk na hektar o ca 1 600 Kč vyšší oproti variantě s 60% podílem buku. U varianty podroستního způsobu hospodaření byl tento rozdíl o něco nižší, přesto stále rostoucí podíl smrku zvyšoval zisk. Obdobně rozdíly způsobené odlišnou druhovou skladbou a zejména zastoupením smrku a buku byly doloženy ve standardních podmínkách trhu se dřívím (bez vlivu kalamity) jak v České republice (např. REMEŠ et al. 2020), tak i ze zahraničí. MÖHRING, RÜPING (2008) např. vyjádřili ekonomickou ztrátu při 100% nahrazení smrku bukem na 109 EUR.ha⁻¹.rok⁻¹, což odpovídá přibližně 2 700 Kč ha⁻¹.rok⁻¹. Na druhou stranu bylo doloženo, že při správné výchově bukových porostů (úrovňová probírka s pozitivním výběrem) může dojít ke zvýšení hodnotové produkce za dobu obmýtní až o 10 tis. EUR/250 tis. Kč.ha⁻¹ (ŠTEFANČÍK et al. 2018).

V roce 2019 však byla situace zcela jiná. Díky dramatickému poklesu cen surového dříví smrku (jedle) a nárůstu cen surového dříví dubu a buku se porovnávané varianty druhové skladby u holosečné obnovy téměř vyrovnaly. U podroستního způsobu hospodaření byl zisk u variant s vyšším podílem buku a dubu vyšší oproti variantám s vyšším podílem smrku. Při interpretaci výsledků studie je třeba vzít v úvahu fakt, že výsledky hospodaření nezahrnují režijní náklady, které by kalkulovaný zisk snížily. Jejich výše se však může mezi jednotlivými vlastníky lišit podle velikosti a typu majetku.

ZÁVĚR

Změna klimatu stále více ovlivňuje lesní ekosystémy. V České republice se v posledních letech změny podmínek prostředí projevily především v podobě bezprecedentní kůrovcové kalamity. Ta s sebou přinesla velké rozkolísání trhu, což se projevilo především propadem cen surového dříví smrku a borovice a problémy s jeho odbytem. To ale na druhou stranu vedlo k dlouhodobému zvýšení hodnoty zbytkové zásoby lesa. Výsledky analýzy dokládají ekonomickou výhodnost a větší stabilitu výsledků hospodaření při podroستním způsobu hospodaření, a to především s ohledem na nižší pěstební náklady, vyšší výnosy a vzájemnou kompenzaci poklesu a nárůstu cen surového dříví hodnocených dřevin. Pěstování smíšených porostů a aplikování přírodě bližších forem pěstování (obnovy) lesa vytvářejí předpoklady větší ekonomické stability lesních podniků, protože umožňují pružněji reagovat na výkyvy na trhu se surovým dřívím. Pěstování smíšených porostů s delší obnovní dobou v tomto ohledu umožňuje větší flexibilitu v těžbě dříví, což může významně zvýšit efektivnost hospodaření i v době probíhající klimatické změny.

Poděkování:

Tato studie vznikla za podpory Národní agentury pro zemědělský výzkum (NAZV) Ministerstva zemědělství České republiky, projekt QK21020371 „Udržitelné hospodaření v lesích drobných vlastníků“.

LITERATURA

- BRANG P., SPATHELF P., LARSEN J.B., BAUHAUS J., BONCINA A., CHAUVIN C., 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*, 87 (4): 492–503. DOI: 10.1093/forestry/cpu018
- BRËTEAU-AMORES S., BRUNETTE M., DAVI H. 2019. An economic comparison of adaptation strategies towards a drought induced risk of forest decline. *Ecological Economics*, 164: 106294. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.04.006
- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy, IFER: 244 s.
- FRISCHBIER N., SIMEONOVA NIKOLOVA P., BRANG P., KLUMPP R., AAS G., BINDER F. 2019. Climate change adaptation with non-native tree species in Central European forests: Early tree survival in a multi-site field trial. *European Journal of Forest Research*, 138: 1015–1032. DOI: 10.1007/s10342-019-01222-1
- HAGERMAN S.M., PELAI R. 2018. Responding to climate change in forest management: Two decades of recommendations. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16 (10): 579–587. DOI: 10.1002/fee.1974
- HANEL M., RAKOVEC O., MARKONIS Y., MÁČA P., KYSELÝ J., SAMANIEGO L., KUMAR R. 2018. Revisiting the recent European droughts from a long-term perspective. *Scientific Reports*, 8: 9499. DOI: 10.1038/s41598-018-27464-4
- HANEWINKEL M. 2002. Comparative economic investigations of even-aged and uneven-aged silvicultural systems: a critical analysis of different methods. *Forestry*, 75 (4): 473–481. DOI: 10.1093/forestry/75.4.473
- KLEPACKA A.M., SIRY J.P., BETTINGER P. 2017. Stumpage prices: a review of influential factors. *International Forestry Review*, 19 (2): 158–169. DOI: 10.1505/146554817821255114
- KNOKE T., PLUSCZYK N. 2001. On economic consequences of transformation of a spruce (*Picea abies* L. Karst.) dominated stand from regular into irregular age structure. *Forest Ecology and Management*, 151: 163–179.
- KNOKE T. 2009. Zur finanziellen Attraktivität von Dauerwaldwirtschaft und Überführung: eine Literaturanalyse. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 160: 152–161. DOI: 10.3188/szf.2009.0152
- KUPČÁK V., ŠEBEK V., JARSKÝ V. 2019. Ekonomické a lesopolitické dopady kůrovcové kalamity na vlastníky lesů. In: *Dopady kůrovcové kalamity na vlastníky lesů. Sborník příspěvků*. 5. 2. 2019, Praha. [Praha], Česká lesnická společnost: 19–29. – ISBN 978-80-02-02844-4
- MÖHRING B., RÜPING U. 2008. A concept for the calculation of financial losses when changing the forest management strategy. *Forest Policy and Economics*, 10: 98–107. DOI: 10.1016/j.forpol.2007.06.004
- MOHR C., SCHORI CH. 1999. Femelschlag oder Plenterung – ein Vergleich aus betriebswirtschaftlicher Sicht. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 150 (2): 49–55.
- MZE. 2022. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR: 140 s. – ISBN 978-80-7434-669-9
- NOUZA J., NOUZOVÁ J. 2003. Výkonové normy v lesním hospodářství. *Lesy České republiky*: 141 s.
- O'HARA K.L. 2016. What is close-to-nature silviculture in a changing world? *Forestry*, 89: 1–6. DOI: 10.1093/forestry/cpv043
- PAŘEZ J. 1987a. Sortimentální tabulky pro smrkové a borové porosty různé kvality. *Lesnictví*, 33 (10): 919–944.
- PAŘEZ J. 1987b. Sortimentální tabulky pro bukové a dubové porosty s kmeny různé kvality. *Lesnictví*, 33 (12): 1075–1090.
- PLÍVA K. 2000. Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souboru lesních typů. *Brandýs nad Labem, ÚHÚL*: 34 s.
- PULKRAB K., REMEŠ J., SLOUP R. 2010. Modelová studie přímých nákladů holosečného a podroštního hospodářského způsobu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (Special): 16–27.
- REMEŠ J., PULKRAB K., SLOUP R., SLOUP M. 2011. Modelové zhodnocení ekonomické efektivity hospodaření při uplatnění variantních pěstebních postupů. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56 (Special): 20–26.
- REMEŠ J. 2018. Development and present state of close-to-nature silviculture. *Journal of Landscape Ecology*, 11 (3): 17–32. DOI: 10.2478/jlecol-2018-0010
- REMEŠ J., PULKRAB K., BÍLEK L., PODRÁZSKÝ V. 2020. Economic and production effect of tree species change as a result of adaptation to climate change. *Forests*, 11: 431. DOI: 10.3390/f11040431
- REMEŠ J., PULKRAB K. 2022. Ekonomický efekt změny druhové skladby lesních porostů jako výsledek adaptace na změny klimatu. In: *Postupy hospodaření v malolesích III. Sborník ze semináře s praktickými ukázkami*. Kunovice 4. 10. 2022. Strnady, VÚLHM: 5–10. ISBN 978-80-7417-235-9
- ŠTEFANČÍK I., BOŠELA M., PETRÁŠ R. 2018. Effect of different management on quality and value production of pure beech stands in Slovakia. *Central European Forestry Journal*, 64 (1): 24–32. DOI: 10.1515/forj-2017-0012
- TESAŘ V., KLIMO E., KRAUS M., SOUČEK J. 2004. Dlouhodobá přestavba jehličnatého lesa na Hetlíně – Kutnohorské hospodářství. *Brno, MZLU v Brně*: 60 s.
- TOTH D., MANSOOR M., MAITAH K., JAROLÍNOVÁ V. 2020. The impact of calamity logging on the development of spruce wood prices in Czech forestry. *Forests*, 11: 283. DOI: 10.3390/f11030283

INFLUENCE OF THE SILVICULTURAL SYSTEM, THE SPECIES COMPOSITION AND THE FLUCTUATION OF WOOD PRICES ON THE ECONOMIC RESULT OF FOREST MANAGEMENT

SUMMARY

The article deals with a model analysis of the influence of the silvicultural system (clear-cut and shelterwood), tree species composition on the economic results of forest management at a time of fluctuating raw wood prices.

Model analyses were carried out on the example of the conditions of the CZU Forests (altitude 300–520 m, average annual temperature between 7.5–8.5 °C (in the last 10 years up to 9.5 °C) and long-term annual precipitation at the level of approx. 660 mm). Specifically, it is the third forest vegetation zone, set of forest type (SLT) 3K – acid oak beech forest. Two variants of the proportion of natural regeneration (0% and 20%) and two variants of the tree species composition (spruce 60%, beech 20%, larch 20%; beech 60%, spruce 20%, larch 20%) were compared for the clear-cutting system. The rotation period was set at 95 years, the regeneration period at 20 years. For the shelterwood system, two variants of the share of natural regeneration (100% and 60%) and three variants of species composition (spruce 60%, beech 20%, larch 20%; beech 60%, spruce 20%, larch 20%; spruce 30%, oak 30%, beech 20%, fir 10%, larch 10%) were compared. In the case of a simpler species composition without oak, the rotation period was set at 110 years with a regeneration period of 50 years. Variants with oak had rotation period for 130 years and regeneration period of 50 years. The input to the model evaluation was data on the growth and production of the investigated tree species in the given site conditions from the growth tables (ČERNÝ et al. 1996), the cutting percentage for the individual decades when the regeneration took place was according to the applicable legislation (Annex No. 3 to Decree No. 298/2018 Coll. and Annex No. 5 to Decree No. 84/1996 Coll.). The costs were derived on the basis of standards (NOUZA, NOUZOVÁ 2003), the assortment was made on the basis of assortment tables (PAŘEZ 1987a, 1987b), and the prices of assortments of raw wood were taken from the data of the Czech Statistical Office for the years 2015 (before the bark beetle calamity) and 2019 (at the time of the bark beetle calamity). The synthetic result of the model evaluations was the gross profit of forest production per hectare and year. The gross profit of forest production was calculated according to the model:

$$\text{HZLV} = \text{Vu} - \text{Nu},$$

where HZLV – gross profit of forest production, Vu – revenues for the analyzed period, Nu – costs for the analyzed period (for regeneration, tending, cutting measure and forest protection).

The most advantageous variant from the silvicultural costs perspective was the shelterwood system with 100% natural regeneration (680–863 CZK.ha⁻¹.year⁻¹; Tab. 3). On the contrary, the most expensive variant was the clear-cutting system with 100% artificial regeneration (CZK 2,523–2,633.ha⁻¹.year⁻¹; Tab. 2). Therefore, in terms of the silvicultural costs, the clear-cutting system was approximately 3 to 4 times more expensive than the shelterwood system. On the other hand, the logging costs are about 35% higher in the shelterwood system (2,407–2,692 CZK.ha⁻¹.year⁻¹; Tab. 6, 7 and 8) compared to clear-cutting system (1,819–1,954 CZK.ha⁻¹.year⁻¹; Tab. 4 and 5). As for the yields, in all the variants analyzed, the shelterwood system was always more advantageous compared to clear-cutting system (difference from approx. 1,600 to 2,900 CZK.ha⁻¹.year⁻¹; Tab. 4, 5, 6, 7 and 8). However, the considered species composition and the year, for which the analyses were carried out, also had a great influence. In 2015, variants with a higher share of spruce were the most productive both in the clear-cutting and shelterwood system. In 2019, due to the dramatic fall in spruce raw wood prices, there was a drop in yields for variants with a higher proportion of spruce, and on the contrary, an increase in yields for variants with a higher proportion of oak and beech. As a result, the compared variants of the species composition were almost equal in terms of yield (for the clear-cutting variants) or the deciduous variant was even more productive than the coniferous variant (one variant of the shelterwood system). After deducting the silvicultural costs from the revenue from mature logging and adding the profit from pre-mature logging (550 to 1,000 CZK.ha⁻¹.year⁻¹), the difference between the compared management methods became even more pronounced (Fig. 1). The shelterwood system proved to be the most advantageous when applying 100% natural regeneration, both in 2015 (from 5,670 to 7,107 CZK.ha⁻¹.year⁻¹) and in 2019 (from 5,716 to 6,518 CZK.ha⁻¹.year⁻¹). For clear-cutting variants, the gross profit ranged from 2,429 to 4,522 CZK.ha⁻¹.year⁻¹ in 2015, and from 2,464 to 2,955 CZK.ha⁻¹.year⁻¹ in 2019.

Results of the analysis prove not only the economic advantage, but also the greater stability of the shelterwood system, especially with regard to lower silvicultural costs, higher revenues and mutual compensation of the decrease and increase in the prices of raw wood of the evaluated tree species. Management of mixed stands and applying close-to-nature silviculture create a prerequisite for greater economic stability of forest enterprises, as they enable a more flexible response to fluctuations in the raw wood market.

Zasláno/Received: 02. 12. 2023

Přijato do tisku/Accepted: 05. 01. 2024