

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

REPORTS OF FORESTRY RESEARCH



VĚDECKÝ RECENZOVANÝ ČASOPIS
SCIENTIFIC REVIEWED JOURNAL

1/2012

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of Forestry Research

ROČNÍK/VOLUME 57

ISSN 0322-9688

ČÍSLO/ISSUE 1/2012

Vydává: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, www.vulhm.cz

Vedoucí redaktorka: Šárka Holzbachová, DiS.; Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová

Adresa redakce: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno, 517 73 Opočno
tel. 494 668 392, fax 494 668 393, e-mail: valentova@vulhmop.cz, http://www.vulhm.cz

Redakční rada

doc. Ing. Petr Zahradník, CSc. - předseda; doc. RNDr. Bohumír Lomský, CSc. - místopředseda; Šárka Holzbachová, DiS.; RNDr. Jana Malá, CSc.;
prom. biol. Zdeňka Procházková, CSc.; doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc.; Ing. Vladislav Badalík; prof. Ing. Petr Kantor, CSc.; doc. Ing. Pavol Klč, CSc.;
prof. Ing. Jiří Kulhavý, CSc.; doc. RNDr. Ing. Michal V. Marek, CSc.; prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.; Ing. Miroslav Sloup; doc. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Ediční rada

doc. RNDr. Bohumír Lomský, CSc. - předseda; Šárka Holzbachová, DiS. - místopředseda; Ing. Milan Bíba, CSc.; doc. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.;
Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.; Ing. Pavlína Máchová, Ph.D.; prom. biol. Zdeňka Procházková, CSc.; Mgr. Jana Řezníčková; Miroslava Valentová; Ing.
Monika Vejvustková, Ph.D.; doc. Ing. Petr Zahradník, CSc.

Časopis je na seznamu recenzovaných periodik Rady vlády pro výzkum, vývoj a inovace.

Je excerptován v

- databázi Scopus
- Elsevier Bibliographic Databases
- CAB Abstracts
- České zemědělské a potravinářské bibliografii

Indexed in: Scopus, Elsevier Bibliographic Databases, CAB Abstracts, Czech Agricultural and Food Bibliography

OBSAH - CONTENT

JAN LEUGNER - JARMILA MARTINCOVÁ - ANTONÍN JURÁSEK

Vliv vysychání během manipulace a prostředí po výsadbě na růst sazenic smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.)

The influence of desiccation during handling and growing conditions on growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) plants..... 1

MILAN ŠVESTKA - KAREL DRÁPELA

Zhodnocení početnosti ponrav *Melolontha hippocastani* Fabr. a rozsahu ztrát v lesních kulturách v závislosti na ekologických podmínkách

Assessment of the abundance of *Melolontha hippocastani* Fabr. grubs and the extent of damage to forest plantations
in relation to environmental conditions 8

JAN BARTOŠ - ANTONÍN JURÁSEK

Vývoj štíhlostního kvocientu buku lesního u výsadeb rostoucích v plastových chráničích sazenic

Slenderness ratio of European beech and its changes in plantations protected by tree shelters..... 16

VLADIMÍR ŠVIHLA - VLADIMÍR ČERNOHOUS - FRANTIŠEK ŠACH - PETR KANTOR

Hydrologický režim mladých porostů smrku a buku ve vegetačním období na experimentální ploše v orlických horách

Hydrologic regime of young Norway spruce and European beech stands in growing seasons on the experimental area in the Orlické hory Mts..... 21

HELENA CVRČKOVÁ - JANA MALÁ - PAVLÍNA MÁCHOVÁ

Reprodukce sinokvětě chrpovitého (*Jurinea cyanooides* (L.) Rchb.) v podmínkách *in vitro*

In vitro reproduction of *Jurinea cyanooides* (L.) Rchb. 27

ANTONÍN KOŠNÁŘ - ROMANA RAJNYŠOVÁ - TOMÁŠ ZÍKA

Vliv rušných turistických tras na intenzitu využívání okolních ekosystémů spárkatou zvěří v regionu Modrava (NP Šumava)

The effect the busy tourist routes have on intensity use of surrounding ecosystem by ungulate game in NP Šumava 33

JAROSLAV TOMÁNEK - CTIBOR VOLNÝ - PAVOL KLČ - RADEK BAČE

Faktory způsobující konstrukční porušení povrchu lesních cest

Factors inducing pavement damage of forest haul roads..... 40

ANTONÍN MARTINÍK - EVA PALÁTOVÁ

Je předosevní příprava osiva douglasky tisolisté nezbytná?

Is the pre-sowing treatment of Douglas fir seed material necessary? 47

LUDĚK ŠIŠÁK

Analýza přístupů pro hodnocení ekonomické efektivity hospodářského tvaru lesa nízkého v podmínkách ČR

Analysis of approaches to valuation of economic effectiveness of low forest management in conditions of the Czech Republic 56

ZUZANA SARVAŠOVÁ - JANA LÁSKOVÁ - LUKÁŠ FODREK

Zahraniční příklady integrace veřejnoprospešných funkcí do tržního mechanismu

Foreign examples of public functions integration into the market mechanism 63

VRATISLAV BALCAR - ONDŘEJ ŠPULÁK - DUŠAN KACÁLEK - IVAN KUNEŠ

Klimatické podmínky na výzkumné ploše Jizerka - I. srážky a půdní vlhkost

Climatic conditions in the Jizerka experimental plot - I. precipitation and soil moisture..... 74

JAROSLAVA WAIŠOVÁ

Analýza škodlivých biotických a abiotických činitelů dle souborů lesních typů LHC škola Žlutice

Analysis of injurious biotic and abiotic factors considering ecosite classes on the example of management-plan area of technical school Žlutice 82

LESNICKÉ AKTUALITY 91

VLIV VYSYCHÁNÍ BĚHEM MANIPULACE A PROSTŘEDÍ PO VÝSADBĚ NA RŮST SAZENIC SMRKU ZTEPILÉHO (*PICEA ABIES* (L.) KARST.)

THE INFLUENCE OF DESICCATION DURING HANDLING AND GROWING CONDITIONS ON GROWTH OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) PLANTS

JAN LEUGNER – JARMILA MARTINCOVÁ – ANTONÍN JURÁSEK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

Four-year-old plants of Norway spruce with bare roots were exposed to open air conditions for 60 and 120 minutes. After exposition the plants were planted to open or shaded bed. Results proved substantial water losses from plant. Roots desiccated about two times faster than shoots. Exposition of plants markedly delayed budburst by about 10 to 20 days. High mortality occurred namely after planting to open bed (treatment "sun"). Exposition markedly reduced height and diameter growth in the 1st year after planting. Importance of careful protection of root systems against desiccation during the whole time of handling was confirmed.

Klíčová slova: smrk ztepilý, manipulace se sadebním materiálem, vysychání, mortalita

Key words: Norway spruce, handling with planting stock, desiccation, mortality

ÚVOD

Jedním ze základních předpokladů pro úspěšnou umělou obnovu lesa je používání kvalitního sadebního materiálu. Zatímco morfologickou kvalitu můžeme jednoduše pozorovat a hodnotit podle snadno měřitelných znaků, většina fyziologických charakteristik není při pohledu na sazenice patrná a jejich hodnocení zpravidla vyžaduje laboratorní vybavení. Přitom dobrý fyziologický stav má pro ujímavost a následný růst sazenic klíčový význam.

Několikarocní snaha o vypěstování vysoce kvalitního sadebního materiálu lesních dřevin může být zmařena, jestliže jsou sazenice po vyzvednutí vystaveny nevhodné manipulaci. Nejběžnější riziko snížení fyziologické kvality prostokořenného sadebního materiálu během manipulace v době od vyzvednutí ze záhonu školky po jeho výsadbu představuje ztráta vody.

Vodní potenciál ovlivňuje mnoho základních metabolických procesů rostlin, proto je vliv vysychání během vyzvedávání sadebního materiálu jedním z hlavních faktorů ovlivňujících jeho následnou ujímavost a růst. Vodní stres patří k hlavním příčinám šoku z přesazení. Úspěšná obnova lesa závisí především na schopnosti kořenů sazenic dostatečně zásobovat rostlinu vodou pro kompenzaci ztrát vody transpirací. Vnitřní vodní stav rostliny v době výsadby, kondice kořenů v etapě pěstování ve školce, schopnost omezovat ztráty vody průduchy, plocha dotyku mezi půdou a funkčními kořeny po výsadbě, dostupnost půdní vláhy a schopnost rostlin tvořit nové kořeny – to vše je pro úspěch zalesňování velmi důležité (McKAY 1997). Kořeny reagují citlivěji

než nadzemní části i na vodní stres v půdě během růstu (PALÁTOVÁ 2004).

Poškození sazenic vysycháním během manipulace se projevuje sníženou ujímavostí. Někdy dochází pouze k redukci růstu (RITCHIE 1986; DEANS et al. 1990; BALNEAVES, MENZIES 1990; GENC 1996). Nepříznivé účinky nesprávné manipulace se sadebním materiálem pak přetrvávají po několik let (HUURI 1972; DEANS et al. 1990).

Protože se v posledních letech často setkáváme s nedodržováním zásad správné manipulace se sadebním materiálem lesních dřevin, zejména ponecháváním obnažených kořenů sazenic po delší dobu v nepříznivých podmínkách, byl realizován pokus pro upřesnění vlivu takového zacházení na fyziologický stav a další vývoj sazenic. Příspěvek se zabývá sledováním vlivu expozice sazenic povětrnostním podmínkám před jejich výsadbou (simulovaná nesprávná manipulace) na ztráty vody z nadzemních částí a kořenů a na následný růst na nechráněném nebo zastíněném záhoně.

MATERIÁL A METODY

Na jaře 2011 byl v objektu výzkumné stanice Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. v Opočně založen pokus s vysycháním sadebního materiálu smrk ztepilý. Použity byly běžně pěstované sazenice (pěstební vzorec 1,5 + 2,5, výška 26 – 35 cm, průměr kořenového krčku 5 mm, číslo uznané jednotky

Tab. 1.

Označení pokusných variant podle doby vysychání a prostředí po výsadbě
Treatment codes according to time of dessication and growth conditions

Varianta/ Treatment	Prostředí po výsadbě/ Growth conditions	
	nechráněný záhon (slunce)/sun	zastíněné (stín)/shade
Bez vysychání (čerstvé)/ Without drying (fresh)	čs	čt
Vysychání 1 (60 minut)/ 60-minute exposure	s1s	s1t
Vysychání 2 (120 minut)/ 120-minute exposure	s2s	s2t

Tab. 2.

Stupnice pro hodnocení rašení pupenů smrku ztepilého
The scale for phenological evaluation of young spruces

Index/Degree of bud break	Stav pupenu/ Bud state
0	dormantní, nezvětšené/ dormant, buds are not swollen
1	zvětšené pupeny/swollen buds
2	zvětšené pupeny s prosvítajícími zelenými jehlicemi/ swollen buds, translucent green needles
3	jehlice začínají vyrůstat mezi šupinami/burst buds, needles begin to emerge from bud scales
4	sevržené svazečky jehlic/ emerged needles in tight fascicles
5	začátek prodlužovacího růstu/ beginning of shoot elongation growth
6	intenzivní prodlužování nových výhonů/ intensive elongation growth of young shoots

CZ-2-2B-SM-3051-13-8-P). Čerstvě vyzvednuté sazenice byly po dovezení z lesní školky skladovány v polyetylenových pytlích po 6 dnů v chladírenském skladu. Pro zajištění co největší homogenity ověřovaných partií sadebního materiálu smrku byly rostliny před zahájením pokusu roztrženy tak, aby v každé variantě byly zastoupeny sazenice stejných velikostí (výšek) a ze všech použitých svazků.

Vysychání a výsadba sazenic smrku se uskutečnily 11. 4. 2011. Pro simulaci nesprávné manipulace byly sazenice umístěny na slunci na vyvýšených sítích v sousedství záhonů. Doba expozice byla 60 a 120 minut (vysychání 1 a 2). V polovině doby vysychání byly sazenice vždy obráceny. Teplota vzduchu v blízkosti sazenic se pohybovala v rozmezí 14 až 17,5 °C, vlhkost byla 40 až 55 % r. v. v. Kontrolní sazenice (varianta čerstvé) byly vysazeny bezprostředně po vyjmutí chladírenského skladu.

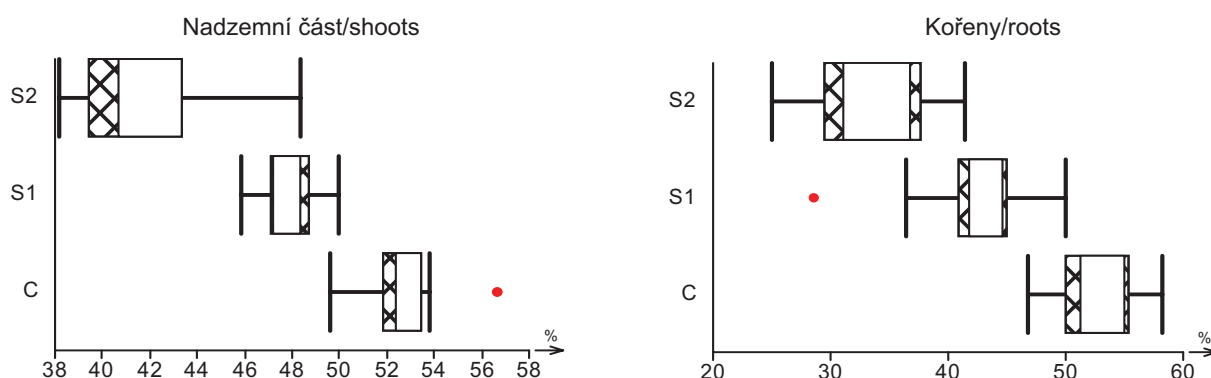
Po ukončení vysychání byly kořeny zakryty a sazenice byly ihned vysazovány. Výsadba se uskutečnila jednak na nechráněný venkovní záhon – varianta slunce, jednak na záhon zakrytý stínící textilií (propustnost ca 30 % slunečního záření) na vyvýšené konstrukci – varianta stín. Cílem byla simulace podmínek na holinách nebo v podsadbách. Záhony nebyly zavlažovány. Označení jednotlivých variant je uvedeno v tab. 1.

Z každé varianty bylo před výsadbou odebráno 20 ks sazenic pro laboratorní zjištění obsahu vody, oddělené v kořenech a v nadzemních částech. Po pečlivém oklepání zeminy z kořenů byla vážením zjištěna čerstvá hmotnost. Po vysušení při 80 °C do konstantní hmotnosti byla stanovena sušina a následně vypočítán obsah vody (v % čerstvé hmotnosti nebo v % sušiny).

Od prvních příznaků začátku rašení bylo pravidelně v týdenních intervalech prováděno fenologické hodnocení. Sazenicím byly přiřazovány indexy rašení podle převládajícího stavu pupenů. Popis indexů rašení je uveden v tab. 2.

Po výsadbě a znovu na konci vegetačního období byl změřen průměr kořenového krčku a výškový přírůst. Na podzim byly vyhodnoceny i ztráty a zdravotní stav (barevné změny jehličí, poškození terminálního výhonu apod.).

Statistická průkaznost rozdílů měřených hodnot byla hodnocena analýzou variance.

**Obr. 1.**

Obsah vody v nadzemních částech a kořenech sazenic smrku ztepilého v závislosti na době expozice

Vysvětlivky: bílý obdélník znázorňuje interval spolehlivosti mediánu, zelený obdélník 25% – 75% kvantil, černé proužky jsou „vnitřní hrady“ dat, červený bod může představovat „odlehlou hodnotu“

Fig. 1.

Moisture content in shoots and roots of spruces depending on time of desiccation

Captions: white rectangle represents the confidence interval for median, a green rectangle is a 25% – 75% quantile, the black stripes are “internal” data, the red point may represent “outlayer”

VÝSLEDKY

Ztráty vody během manipulace

U sazenic čerstvých a exponovaných po dobu 60 a 120 minut byl hodnocen obsah vody v nadzemních částech a kořenech. Výsledky jsou uvedeny v tab. 3 a na obr. 1.

Výsledky ukázaly významné snížení obsahu vody během expozice sazenic. Přestože ztráty vody byly statisticky vysoce průkazné u kořenů i nadzemních částí, vysychání kořenů bylo mnohem výraznější. Nadzemní části ztratily v prvních 60 minutách 9 % a po 120 minutách 20,4 % z počátečního obsahu vody (vztaheno k čerstvé hmotnosti), kořeny za stejnou dobu ztratily 19,4 a 36,8 % z počátečního obsahu vody. Kořeny tedy vysychaly přibližně 2 x rychleji než nadzemní části.

Průběh rašení

Postup rašení byl hodnocen v týdenních intervalech podle stupnice uvedené v tab. 2.

Z výsledků je patrné, že vysychání sazenic před výsadbou výrazně zpозdilo rašení pupenů (obr. 2). Pupeny sazenic vystavených vysychání po dobu 60 minut dosahovaly jednotlivých stádií rašení o 7

až 10 dnů později než kontrolní neexponované sazenice. Vysychání po dobu 120 minut pak vedlo k opoždění rašení o dalších ca 10 dnů. Názorněji jsou rozdíly v rašení sazenic smrku ztepilého, způsobené záměrně nesprávnou manipulací, patrné na obr. 3, který zachycuje stav pupenů při konečném fenologickém hodnocení 14. 7. 2011. Prostředí po výsadbě (zastínění záhonu) ovlivnilo průběh rašení jen minimálně.

Ujímavost a růst

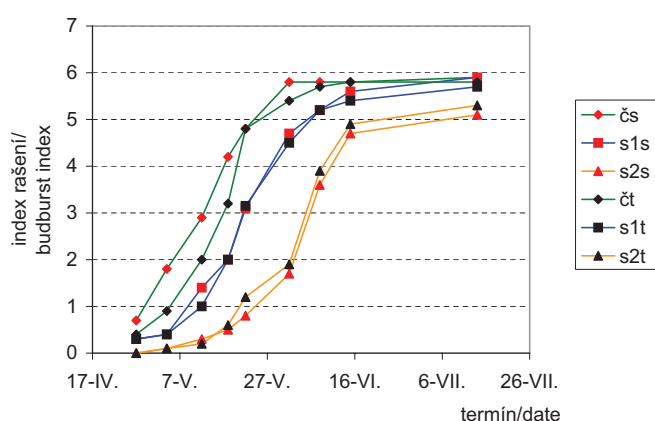
Na konci vegetačního období byly vyhodnoceny ztráty úhynem, výškový přírůstek a průměr kořenového krčku pokusných sazenic.

Simulovaná nesprávná manipulace (vysychání) výrazně ovlivnila velikost ztrát po výsadbě (obr. 4). Na rozdíl od průběhu rašení, úhyn sazenic byl výrazně ovlivněn i podmínkami prostředí, kam byly sazenice vysazeny. Nejvýraznější ztráty se projevíly, pokud byl sadební materiál, který byl po delší dobu exponován bez ochrany kořenů, vysazen na osluněnou lokalitu. Expozice kořenů se uskutečnila při teplotě 17,5 °C za bezvětří. V době jarního zalesňování však mohou být zejména za slunečných dnů teploty značně vyšší a navíc účinky vysychání bývají zesíleny větrem. V takových podmínkách pak lze očekávat i výrazně vyšší ztráty po výsadbě.

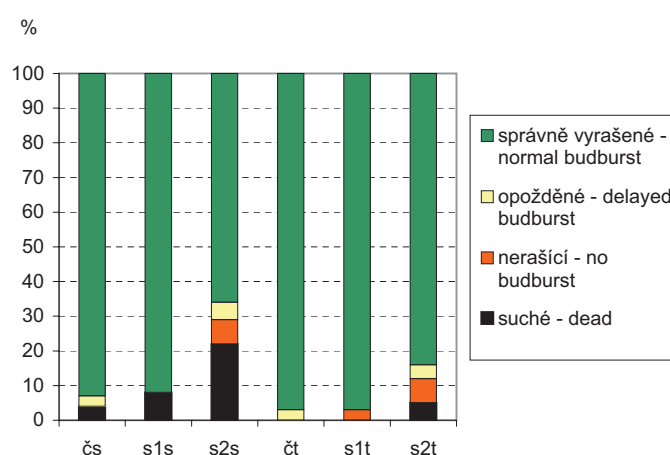
Tab. 3.

Obsah vody v nadzemních částech a kořenech sazenic čerstvých a vystavených různě dlouhému vysychání (n = 20)
Moisture content in shoots and roots of fresh and exposed plants (n = 20)

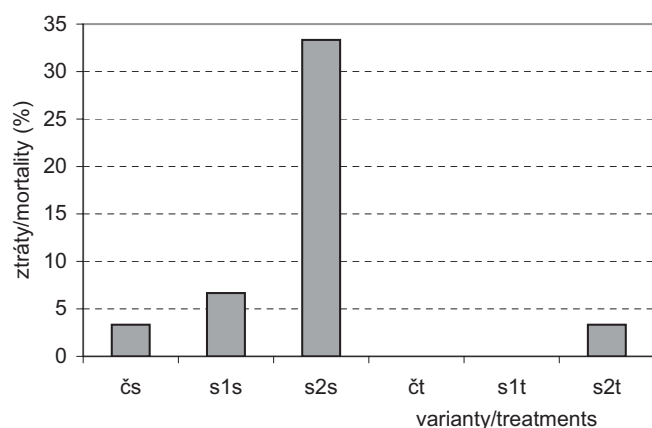
Obsah vody/ Moisture content		Čerstvé/Fresh		Doba vysychání/Exposure time			
		nadzemní část/ shoots	kořeny/ roots	60 minut		120 minut	
				nadzemní část/ shoots	kořeny/ roots	nadzemní část/ shoots	kořeny/ roots
% čerstvé hmotnosti/% of fresh weight	průměr/mean	52,7	52,9	47,9	42,6	41,9	33,4
	směrodatná odchylka/ standard deviation	1,869	3,306	1,169	4,562	2,663	5,135
% sušiny/ % of dry weight	průměr/mean	111,6	113,2	92,1	75,1	72,5	51,0
	směrodatná odchylka/ standard deviation	8,540	14,877	4,333	12,859	8,149	11,503



Obr. 2.
Průběh rašení pupenů smrku ztepilého (označení variant viz tab. 1)
Fig. 2.
Course of bud burst of spruce plants (for treatment codes see Tab. 1)



Obr. 3.
Stav rašení pupenů smrku ztepilého při hodnocení 14. 7. 2011 (označení variant viz tab. 1)
Fig. 3.
Bud burst stage on the July 14th (for treatment codes see Tab. 1)

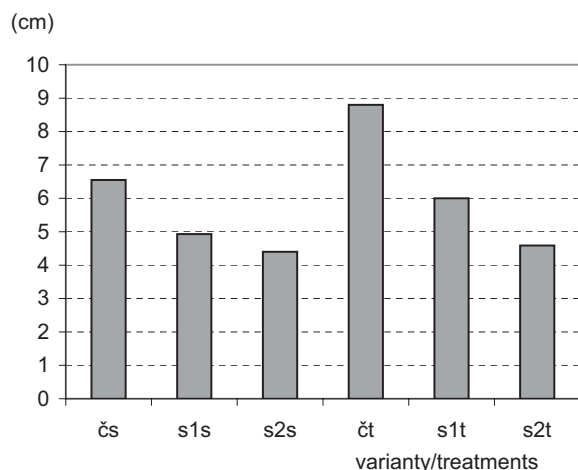


Obr. 4.

Ztráty smrku ztepilého v 1. roce po výsadbě (označení variant viz tab. 1)

Fig. 4.

Mortality of plants in 1st year after planting (for treatment codes see Tab. 1)



Obr. 5.

Výškový přírůst v prvním roce po výsadbě sazenic smrku ztepilého vystavených vysychání (označení variant viz tab.1)

Fig. 5.

Annual height growth of spruces in 1st year after planting (for treatment codes see Tab. 1)

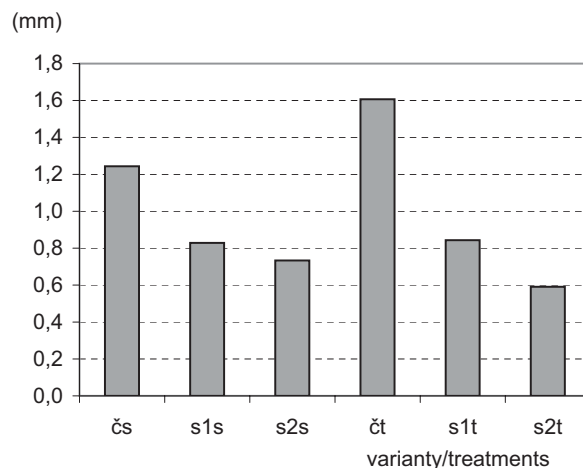
Výrazněji než velikost ztrát byl manipulací před výsadbou ovlivněn výškový a tloušťkový růst v prvním vegetačním období (obr. 5 a 6).

Hodnocení analýzou variance prokázalo významný vliv vysychání před výsadbou na následný růst smrkových sazenic (tab. 4). V případě výškového přírůstu se významně pozitivně projevil i vliv prostředí (zastínění záhonu) po výsadbě. Interakce mezi těmito dvěma faktory však nebyla statisticky průkazná.

Z praktického hlediska má nejen velikost ztrát, ale i redukce růstu sazenic po výsadbě značný význam. Může znamenat delší potřebu ošetřování kultur, případně zvýšený úhyn v dalších letech v důsledku útlaku buřene nebo snížené vitality sazenic.

DISKUSE

Simulace nesprávné manipulace realizovaná jako expozice sazenic povětrnostním podmínkám způsobila průkazné ztráty vody z nadzemních částí i z kořenů. Výsledky potvrdily skutečnost, že nechráněné kořenové systémy ztrácejí vodu mnohem intenzivněji než nadzemní části sazenic. Kořeny jsou mnohem citlivější k vysychání, protože



Obr. 6.

Tloušťkový přírůst v prvním roce po výsadbě sazenic smrku ztepilého vystavených vysychání (označení variant viz tab. 1)

Fig. 6.

Annual growth of root collar diameter of spruces in 1st year after planting (for treatment codes see Tab. 1)

Tab. 4.

Vliv vysychání a prostředí po výsadbě na růst sazenic smrku ztepilého podle analýzy variance

The influence of desiccation and growth conditions on growth of spruce plants from ANOVA evaluation

Znak/ Feature	Zdroj variability/ Source of variability	Stupně volnosti/ Degrees of freedom	Průměrný čtverec/ Mean square	F-kritérium/ F-ratio	P	Závěr/ Result
Průměr kořenového krčku/Root collar diameter	varianta vysychání	2	19,737	8,91	0,0002	Významný
	prostředí pěstování	1	2,017	0,91	0,3415	Nevýznamný
	Interakce	2	3,769	1,70	0,1859	Nevýznamný
Výškový přírůst/ Height growth	varianta vysychání	2	144,246	20,86	<0,0001	Významný
	prostředí pěstování	1	55,530	8,03	0,0052	Významný
	Interakce	2	14,504	2,10	0,1262	Nevýznamný

Poznámka: Zvýrazněné hodnoty se významně liší (P < 0,01)

Note: Values in bold differs significantly (P < 0.01)

narozdíl od jehlic a listů nemají žádnou ochrannou voskovou vrstvu a průduchy, které by je chránily před ztrátami vody (Container 2010). Narozdíl od dřívějších údajů o tom, že kořenový systém sadebního materiálu vysychá třikrát rychleji než nadzemní části (LOKVENC, MARTINCOVÁ 1975; MAUER 1994) byla v současném experimentu pozorována pouze přibližně dvojnásobná intenzita ztrát vody z kořenů v porovnání s nadzemními částmi. Jednou z příčin těchto rozdílů ve výsledcích sledování může být různá velikost použitých sazenic, teplota vzduchu při expozici, síla proudění vzduchu, odlišný poměr kořenů k nadzemním částem a podíl jemných kořenů v kořenových systémech nebo stav jejich dormance, protože sazenice v různých fázích dormance a aktivity jsou různé citlivé k vysychání a dalším stresům (RITCHIE 1986).

V rámci kořenového systému rychleji ztrácejí vodu jemné kořeny, které mohou být během expozice povětrnostním podmínkám nevratně poškozeny (INSLEY, BUCKLEY 1985; COUTTS 1981; BALNEAVES, MENZIES 1988) a účinky vysychání není možno odstranit ani namočením sazenic před výsadbou (ALDHOUS, MASON 1994). Jemné kořenové špičky mají vyšší obsah vody než dřevnaté kořeny a jsou k vysychání nejcitlivější.

Hranici vodního stresu, kdy jsou už sazenice výrazně poškozovány, není možno jednoznačně stanovit. Závisí na druhu dřeviny, stavu dormance, počátečním obsahu vody a dalších faktorech. Existují například údaje, že ujímavost smrku sitky nebyla ovlivněna vyschnutím na obsah vody 180 až 100 % suché hmotnosti, při silnějším vyschnutí pak docházelo ke zvýšení úhynu (TABBUŠ 1987; MCKAY, WHITE 1996). V porovnání s uvedenými hodnotami byl obsah vody v nadzemních částech a kořenech čerstvých sazenic smrku ztepilého v našich pokusech relativně nízký (116 a 113 % suché hmotnosti). Jeho další pokles během vysychání vedl k výraznému snížení růstu, při poklesu pod 75 % sušiny i k úhynu části sazenic. Účinek daného obsahu vody závisí na mnoha faktorech, jako je schopnost dřevin zadržovat vodu, schopnost tvořit nové kořeny, i když jsou jemné kořeny silně poškozeny, na podmínkách stanoviště v době výsadby nebo na podmínkách prostředí po výsadbě (MCKAY 1997).

Jako první projev narušení fyziologického stavu sazenic nevhodnou manipulací (expozicí povětrnostním podmínkám) bylo v našich pokusech pozorováno výrazné opoždění rašení pupenů (7 až 10 dnů po 60minutové expozici, 14 až 20 dnů po 120minutové expozici). Zvýšení počtu dnů do vyrašení pupenů v důsledku vystavení kořenů sazenic vysychání bylo pozorováno u různých dřevin (HERMANN 1967; HAASE, ROSE 1990; MCKAY, MILNER 2000). U smrku ztepilého pozorovali LANGVALL et al. (2001) pozdnější rašení u prostokořenných sazenic v porovnání s krytokořennými, jejichž kořeny jsou během manipulace před výsadbou lépe chráněny.

Expozice sazenic smrku ztepilého před výsadbou povětrnostním podmínkám způsobila v našem experimentu významné snížení výškového i tloušťkového růstu po výsadbě. Ujímavost byla výrazně redukována jen v případě, kdy byly sazenice exponovány po 120 minut a vysazeny na nechráněný (nezastíněný) záhon. Naproti tomu MAUER (1994) uvádí po 60minutové expozici tříletých semenáčků smrku ztepilého až 84% ztráty, při 120minutové expozici pak 100% úhyn. Pokud byly semenáčky po výsadbě stresovány přísuškem, projeví se výrazné ztráty i při kratších dobách expozice. Následky vysychání nemusí být vždy tak výrazné. Například DEANS et al. (1990) popisují, že více než 95 % semenáčků smrku sitky přežilo první vegetační období, přestože byly vystaveny vysychání na vodní potenciál -2,5 až -3,0 MPa (po více než 75 minut). Zvýšené ztráty se však projeví v následujícím roce.

Vysychání sazenic v našich pokusech probíhalo při teplotě 17,5 °C za téměř úplného bezvětří. Při jarních pracích ve školkách a při zalesňování však často bývá teplota vyšší, navíc doprovázená větrem. To výrazně zvyšuje ztráty vody z nechráněných kořenů. Například MEXAL A SOUTH (1991) uvádějí, že kořeny mohou ztrácet až 20 %

vlhkosti v 5 minutách při 7 °C a více než 50 % při 21 °C. Když byly kořeny exponovány po 5 minut, prostokořenné semenáčky jehličnanů ukázaly stoupající ztráty vody se zvyšující se teplotou a rychlostí větru (Container 2010).

Účinky vysychání se zesilují s prodlužující se dobou expozice (TABBUŠ 1987; GENC 1996; SARVAŠ 2003). MAUER (1994) uvádí ztráty 43 % hmotnosti po 60minutové expozici tříletých semenáčků smrku ztepilého. Záleží i na šetrné manipulaci, která ovlivňuje, kolik ochranné zeminy ulpívá na kořenech (DEANS et al. 1990).

I v případě, kdy nedochází k úhynu sazenic po výsadbě, následky nevhodné manipulace se projeví výraznou redukcí růstu. Snížení výškového a tloušťkového přírůstu i v případě, kdy vysychání sazenic před výsadbou neovlivnilo jejich ujímavost, bylo pozorováno řadou autorů (RITCHIE 1986; DEANS et al. 1990; BALNEAVES, MENZIES 1990; GENC 1996). Nepříznivý vliv vysychání kořenů na růst se může projevovat ještě po několik následujících let (HUURI 1972; DEANS et al. 1990).

Výsledný růst a ujímavost jsou ovlivněny interakcí účinků všech nepříznivých faktorů, které se během manipulace kumulovaly. Například vystavení sazenic pádům z výšky výrazně zesiluje účinky ztrát vody z kořenů (DEANS et al. 1990; MCKAY 1997; MCKAY, MILNER 2000).

Důležité jsou podmínky prostředí, kam jsou stresované sazenice vysazovány. Přísušek prohlubuje vodní stres a dále redukuje růst sazenic. Zastínění sazenic po výsadbě může zvýšit růst nadzemních částí sazenic smrku ztepilého a snížit jejich poškození (vitálnější vzhled a barva jehličí, menší škody klikorohem), jak uvádí HEISKANEN (2004). Menší ztráty na zastíněném záhoně byly pozorovány i v našich pokusech. Stínění po výsadbě však může vést k rozdílným výsledkům v závislosti na kvalitě sazenic a podmínkách počasí po výsadbě.

ZÁVĚR

Výsledky pokusů s vystavením sazenic před výsadbou povětrnostním podmínkám prokázaly významné ztráty vody z nadzemních částí a zejména z kořenů sazenic smrku ztepilého. Expozice sazenic se následně projevila opožděním rašení pupenů, zvýšením ztrát po výsadbě a významnou redukcí výškového i tloušťkového růstu v prvním roce po výsadbě.

Potvrdila se tak důležitost důsledné ochrany kořenů sazenic během manipulace v době od vyzvednutí po výsadbu před vysycháním.

Zhoršení fyziologického stavu sadebního materiálu smrku způsobené nevhodnou manipulací je bezpochyby jedním z významných činitelů ovlivňujících úspěch zalesňování. Nejde jen o potřebu vylepšování v případě vysokých ztrát. Redukce růstu, která se může projevovat i po několikalet, vyvolává potřebu ošetřování kultur po delší dobu, a tím i zvýšené náklady. Zhoršená fyziologická kvalita sazenic se může také projevit zvýšenými ztrátami i v dalších letech. Dodržování zásad správné manipulace v době od vyzvednutí sazenic ze záhonů ve škole po jejich výsadbu je tak jednou ze základních podmínek úspěšné obnovy lesa.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- ALDHOUS J.R., MASON W.L. 1994. Forest nursery practice. Forestry Commission Bulletin, 111, London, HMSO: 268 s.
- BALNEAVES M., MENZIES M. 1988. Lifting and handling procedures at Edendale Nursery – effects on survival and growth of 1/0 *Pinus radiata* seedlings. New Zealand Journal of Forest Science, 18: 132-134.
- BALNEAVES J., MENZIES M. 1990. Water potential and subsequent growth of *Pinus radiata* seedlings: influence of lifting, packaging and storage conditions. New Zealand Journal of Forestry Science, 20: 257-267.
- Container 2010. The Container Tree Nursery Manual. Volume 7: Seedling processing, storage, and outplanting. [on-line]. [cit. 18. 11. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.rngr.net/publications/ctnm/volume-7>
- COUTTS M. P. 1981. Effects of root or shoot exposure before planting on the water relations, growth, and survival of Sitka spruce. Canadian Journal of Forest Research, 11: 703-709.
- DEANS J.D., LUNDBERG C., TABBUSH P.M., CANNELL M.G.R., SHEPARD L.J., MURRAY M. B. 1990. The influence of desiccation, rough handling and cold storage on the quality and establishment of Sitka spruce planting stock. Forestry, 63: 129-141.
- GENC M. 1996. Effects of watering after lifting and exposure before planting on plant quality and performance in oriental spruce. Annales des Sciences Forestières, 53: 139-143.
- HAASE D.L., ROSE R. 1990. Moisture stress and root volume influence transplant shock: preliminary results. In: Rose R. et al. (eds.): Target seedling symposium: proceedings, combined meeting of the western Forest Nursery Associations. August 13-17, 1990. Rosenberg, Oregon. General technical report RM-200. Fort Collins (Colorado), Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station: 201-206.
- HEISKANEN J. 2004. Effects of pre- and post-planting shading on growth of container Norway spruce seedlings. New Forests, 27: 101-114.
- HERMANN R.K. 1967. Seasonal variation in the sensitivity of Douglas-fir seedlings to exposure of roots. Forest Science, 13: 140-149.
- HUURI O. 1972. The effect of unusual planting techniques on initial development of Scots pine and Norway spruce. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 75/6: 92 s.
- INSLEY H., BUCKLEY G.P. 1985. The influence of desiccation and root pruning on the survival and growth of broadleaved seedlings. Journal of Horticultural Science, 60: 377-387.
- LANGVALL O., NILSSON U., ÖRLANDER G. 2001. Frost damage to planted Norway spruce seedlings – influence of site preparation and seedling type. Forest Ecology and Management, 141: 223-235.
- LOKVENEC T., MARTINCOVÁ J. 1975. Vysychání smrkových a jedlových sazenic po vyzvednutí z půdy. Lesnictví, 21: 627-632.
- MAUER O. 1994. Ztráty suchem po výsadbě v závislosti na kvalitě prostokořenného sadebního materiálu smrku obecného. In: Nové směry v pěstování a ochraně sadebního materiálu ve školkách. Sborník referátů z celostátního odborného semináře. Opočno, 26. a 27. října 1994. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice: 11-17.
- McKAY H.M., WHITE I.M.S. 1996. Fine root electrolyte leakage and moisture content indices of Sitka spruce and Douglas-fir seedling performance after desiccation. New Forests, 13: 139-162.
- McKAY H.M. 1997. A review of the effect of stresses between lifting and planting on nursery stock quality and performance. New Forests, 13: 369-399.
- McKAY H.M., MILNER A.D. 2000. Species and seasonal variability in the sensitivity of seedling conifer roots to drying and rough handling. Forestry (Oxford), 73: 259-270.
- MEXAL J.G., SOUTH D.B. 1991. Bareroot seedling culture. In: Duryea M.L., Dougherty P.M.: Forest regeneration manual. Dordrecht, Kluwer: 89-116.
- PALÁTOVÁ E. 2004. Effect of increased nitrogen depositions and drought stress on the development of young Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. stands. Dendrobiology, 51 (Supplement): 41-45.
- RITCHIE G.A. 1986. Relationships among bud dormancy status, cold hardiness, and stress resistance in 2+0 Douglas fir. New Forests, 1: 29-42.
- SARVAŠ M. 2003. Effect of desiccation on the root system of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings and a possibility of using hydrogel STOCKOSORB for its protection. Journal of Forest Science, 49: 531-536.
- TABBUSH P.M. 1987. Effect of desiccation on water status and forest performance of bare-rooted Sitka spruce and Douglas fir transplants. Forestry, 60: 31-43.

THE INFLUENCE OF DESICCATION DURING HANDLING AND GROWING CONDITIONS ON GROWTH OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) PLANTS

SUMMARY

One of the most important prerequisites for successful artificial forest regeneration is the use of planting stock of high quality. Because the rules of proper handling with plants are not often respected, particularly bare-rooted plants are exposed for long time in unfavorable conditions; we carried out an experiment aimed to reveal the influence of such handling to physiological state and performance of plants. Four-year-old plants of Norway spruce with bare roots were exposed for 60 and 120 minutes to open air conditions. After the exposition plants were planted to open (treatment "sun") or to shaded bed (treatment "shade").

Water loss from both shoots and roots was significant; nevertheless desiccation of roots was much more pronounced (Tab. 1, Fig. 1). Shoots lost 9 % and 20.4 % of initial water content in 60 and 120 minutes of exposition respectively (related to fresh weight), roots lost over the same time 19.4 % and 36.8 % of water content. Roots dried out two times faster than shoots.

Exposition of plants markedly delayed budburst (Fig. 2, 3). Buds of plants exposed to desiccation for 60 minutes reached the particular stages of flushing 7 to 10 days later compared to control unexposed plants. After the exposition over 120 minutes, bud flushing occurred after 10 more days.

Simulated improper handling (desiccation) markedly influenced mortality of plants (Fig. 4). The increased mortality (higher than 30 %) occurred in "sun" treatment in plants exposed over longer time. Height and diameter growth in the 1st year after planting were influenced by improper handling even more than mortality (Fig. 5, 6). Air temperature during plant exposition was about 17.5 °C under windless conditions. The temperature can often reach much higher values on sunny days in time of spring reforestation. Adverse effect can be worsened by wind. In such conditions much higher mortality can be expected.

Not only mortality, but also growth reduction has considerable importance for forest practice. It means necessity of longer care for plantations, and higher mortality in next years due to smothering of plants by weeds or reduction of plant vitality results in need of additional planting. Therefore, we emphasize the importance of careful protection of root systems against desiccation during the whole time of handling.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jan Leugner, Ph.D., RNDr. Jarmila Martincová, doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391, e-mail: leugner@vulhmop.cz; martincova@vulhmop.cz; jurasek@vulhmop.cz

ZHODNOCENÍ POČETNOSTI PONRAV *MELOLONTHA HIPPOCASTANI* FABR. A ROZSAHU ZTRÁT V LESNÍCH KULTURÁCH V ZÁVISLOSTI NA EKOLOGICKÝCH PODMÍNKÁCH

ASSESSMENT OF THE ABUNDANCE OF *MELOLONTHA HIPPOCASTANI* FABR. GRUBS AND THE EXTENT OF DAMAGE TO FOREST PLANTATIONS IN RELATION TO ENVIRONMENTAL CONDITIONS

MILAN ŠVESTKA¹⁾ – KAREL DRÁPELA²⁾

¹⁾ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

²⁾ Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno

ABSTRACT

Between two swarming periods of *Melolontha hippocastani* Fabr. (2007 – 2011) we assessed the abundance of grubs and the extent of damage to plants; we also monitored the environmental conditions which affect the females' choice of locality for laying eggs. In the period of 2008 – 2010 we explored the abundance of grubs in soil pits located in uneven-aged stands of different species composition and explored the extent of damage in forest plantations established by artificial reproduction and natural regeneration. By assessing the correlation between the abundance of the grubs and extent of loss on one hand, and characteristics of the trial plots and temperature course at the time of swarming on the other, we deduced the conditions that influence the *M. hippocastani* Fabr. females' choice of locality for laying eggs. The results were compared with information obtained in the period between the two previous heavy swarmings (2003 – 2007).

Klíčová slova: ekologické podmínky, *Melolontha hippocastani* Fabr., početnost ponrav

Key words: environmental conditions, *Melolontha hippocastani* Fabr., abundance of grubs

ÚVOD

V lesním hospodářství České republiky způsobují ponravy *M. hippocastani* Fabr. v oblastech svého přemnožení významné ztráty v lesních kulturách. Škody vznikají v době žíru ponrav druhého a třetího instaru. Ohroženy jsou především jedno- až pětileté sazenice borovice a dubu. Největší ztráty vznikají v jednoletých a dvouletých kulturách, založených jeden až dva roky po silném rojení (ŠVESTKA, DRÁPELA 2009). V současnosti je *M. hippocastani* Fabr. v České republice přemnožen na cca 10 000 ha lesní půdy a roční ztráty v lesních kulturách kolísají od cca 50 do 300 ha (ŠVESTKA 2007).

Ve středoevropské oblasti působí *M. hippocastani* Fabr. významné škody v Německu, kde např. v Hesensku v posledních desetiletích je druh přemnožen na 10 až 15 tis. ha lesní půdy (ROHDE 1996). Také v Baden-Württembersku a Porýní se tento druh po roce 1980 přemnožil na více než 22 tis. ha (DELB 2004). V Polsku ponravy *M. melolontha* (L.) a *M. hippocastani* Fabr. škodí v lesních školkách i výsadbách v takovém rozsahu, že je lokálně ohroženo zalesnění i obnova lesa (SIERPIŃSKA 2008).

Dle FLEROVA et al. (1954) v teplejších oblastech samičky při kladení vajíček preferují plochu zastíněnou korunami a v severnějších oblastech naopak optimální podmínky nacházejí na otevřených plochách.

Ochrana před *M. hippocastani* Fabr. se zaměřuje na preventivní opatření proti žíru ponrav, která jsou přijatelná z hlediska nákladů i šetrnosti k přírodnímu prostředí.

Cílem této práce bylo zhodnotit rozdíly v početnosti ponrav v různých porostních podmínkách v průběhu jejich vývoje mezi rojením dospělců v letech 2007 a 2011 a porovnat zjištěné údaje s početností ponrav na stejných lokalitách v předchozím vývojovém období mezi rojením dospělců v letech 2003 až 2007. Dále byl hodnocen rozsah ztrát sazenic způsobený žírem ponrav v jedno- až pětiletých borových kulturách založených umělou obnovou a přirozeným zmlazením. Na základě posouzení vztahu mezi početností ponrav a rozsahem ztrát a charakteristikami pokusných ploch i průběhem teplot v době rojení bylo posuzováno, které ekologické, klimatické a hospodářské vlivy mohou působit na samičky *M. hippocastani* Fabr. při výběru lokality pro kladení vajíček.

MATERIÁL A METODIKA

Pokusné plochy leží v oblasti vátek písků s borovými porosty na jihovýchodní Moravě, v obvodu revíru Vracov (souřadnice 48°58'6"N, 17°13'14"E) v nadmořské výšce 193 m, s dlouhodobou průměrnou

teplotou 9,3 °C a průměrnými ročními srážkami cca 450 mm (TOLASZ et al. 2007). V dané lokalitě žije jeden silný kmen *M. hippocastani* Fabr. se čtyřletým vývojem. Poslední dvě silná rojení proběhla v letech 2003 a 2007 (obr. 1, 2). V letech mezidobí mezi hlavními rojeními se dospělci objevili zcela ojediněle. V půdě se vždy nacházejí ponravy jednoho vzrůstového stupně a zcela ojediněle ponravy jiného instaru (ŠVESTKA, DRÁPELA 2009).

Výzkumná práce probíhala od května 2007 do července 2010. Početnost ponrav byla kontrolována v různověkých a různorodých lesních porostech (tab. 1), tj. borových kulturách (2 a 8 let), borových porostech (18, 35 a 101 let), smíšeném porostu borovice a dubu (93 let) a bukovém porostu (59 let). Po rojení v roce 2007 byla v půdě kontrolována početnost ponrav v dubnu a květnu 2008 (první instar), v dubnu a květnu 2009 (druhý instar) a v dubnu a květnu 2010 (třetí instar). Kontrola probíhala v půdních sondách o rozměrech 50 x 50 x 50 cm na celkové ploše 65,5 m² (2008), 71,75 m² (2009) a 82,75 m² (2010). Na stejných plochách byla kontrolována početnost ponrav i v předchozím vývojovém období v letech 2004 až 2006.

Za účelem hodnocení rozsahu ztrát sazenic v borových kulturách založených umělou obnovou a přirozeným zmlazením byl v květnu 2007 vybrán soubor 30 zkusných ploch, na kterých byl v letech 2008 až 2010 zjišťován rozsah ztrát sazenic způsobených žírem ponrav.

Při umělé obnově borových porostů se v dané oblasti používá celoplošná příprava půdy, kdy po vytrhání pařezů je plocha přeorána, urovňována a zcela bez buřene. Při druhém postupu pařezy na ploše zůstávají a sazenice jsou vysazovány do brázd vyoraných v rozestupu 1,4 m nebo do nakopaných plošek, kde se po dílčím odstranění buřene rychle obnovuje. Souběžně narůstá podíl přirozené obnovy.

Soubor 30 zkusných ploch zahrnuje ve stejném rozsahu porosty založené po celoplošné přípravě půdy, naorání nebo nakopání a přirozeným zmlazením. Pro jednotlivé zkusné plochy byl zaznamenán způsob založení kultury, věk borových sazenic, stupeň zabuřnění v obdo-

bí rojení (2007) a výsledný rozsah ztrát sazenic po ukončení vývoje ponrav v druhé polovině roku 2010 (tab. 2).

Průběh rojení v letech 2003 až 2010 byl monitorován světelným lapačem s výbojkou HQL 125 W. V jednotlivých dnech byl zaznamenán počet odchycených chroustů a poměr pohlaví.

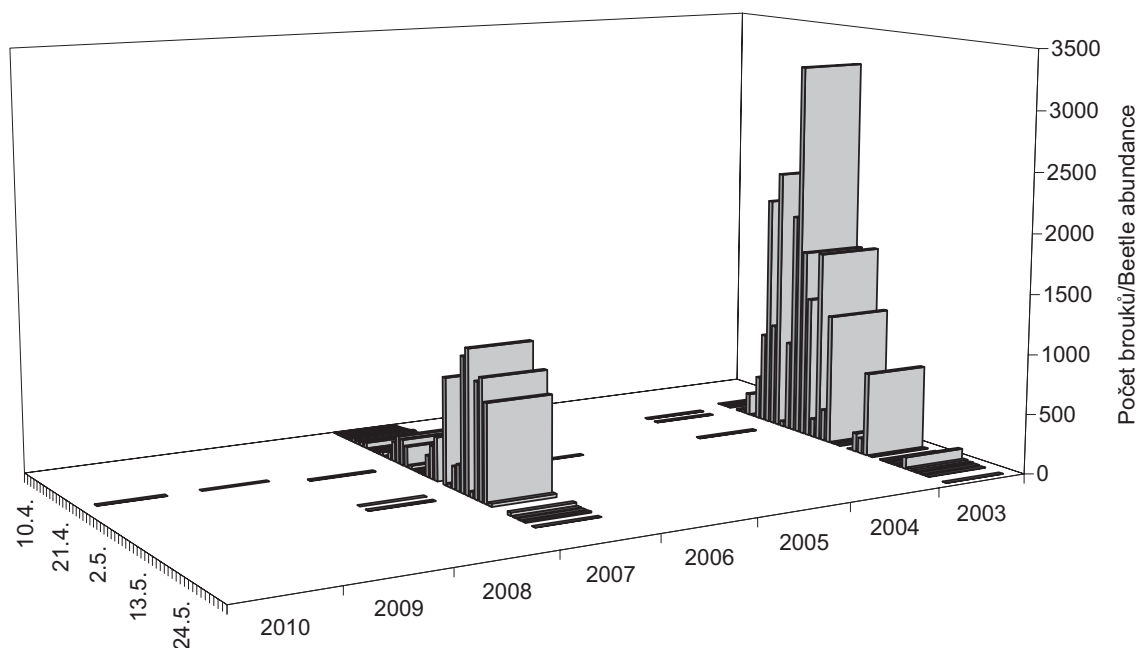
Průběh teplot ve vegetačním období (2003 – 2010) byl zaznamenán automatickou meteostanicí typu 431 B.

Vztah mezi rozsahem ztrát a způsobem založení kultury byl vyhodnocen analýzou rozptylu (ANOVA). Protože počty hodnot pro jednotlivé úrovně faktorů byly značně nevyrovnané a nebyla prokázána normalita a homoskedasticita jednotlivých souborů (testováno Shapiro–Wilksovým testem normality a Bartlettovým testem homoskedasticity), byl použit neparametrický Kruskal–Wallisův test a následný test mnohonásobného porovnání pomocí statistického programu Statistica 9 (StatSoft, Inc. 2008).

Stejný postup byl uplatněn při statistickém zhodnocení vztahu mezi početností ponrav a stupněm zastínění půdního povrchu a stupněm zabuřnění půdního povrchu v době rojení.

VÝSLEDKY

Abundance ponrav 1. instaru byla v roce 2008 nejvyšší v borové tyčkovině (42,8 ks.m⁻²) a v bukovém porostu (36 ks.m⁻²). V borové kmenovině s dubem dosáhla hustota (12,5 ks.m⁻²), v borové mlazině (11,4 ks.m⁻²), dvouleté borové kultuře (8,3 ks.m⁻²), borové kmenovině bez dřevinného podrostu (8 ks.m⁻²) a v osmileté borové kultuře (1,5 ks.m⁻²). V období 2. a 3. instaru (2009, 2010) se rozdíly v početnosti ponrav na jednotlivých typech lokalit zachovaly. Pokles počtů ponrav mezi roky 2009 a 2010 nebyl na většině ploch výrazný. V borových kulturách se počet ponrav zvýšil (tab. 3).



Obr. 1.
Průběh rojení *Melolontha hippocastani* Fabr., Vracov 2003 – 2010
Fig. 1.
Course of *Melolontha hippocastani* Fabr. swarming, Vracov 2003 – 2010

Tab. 1.

Přehled pokusných ploch pro kontrolu počtu ponrav
Trial plots used to monitor the abundance of grubs

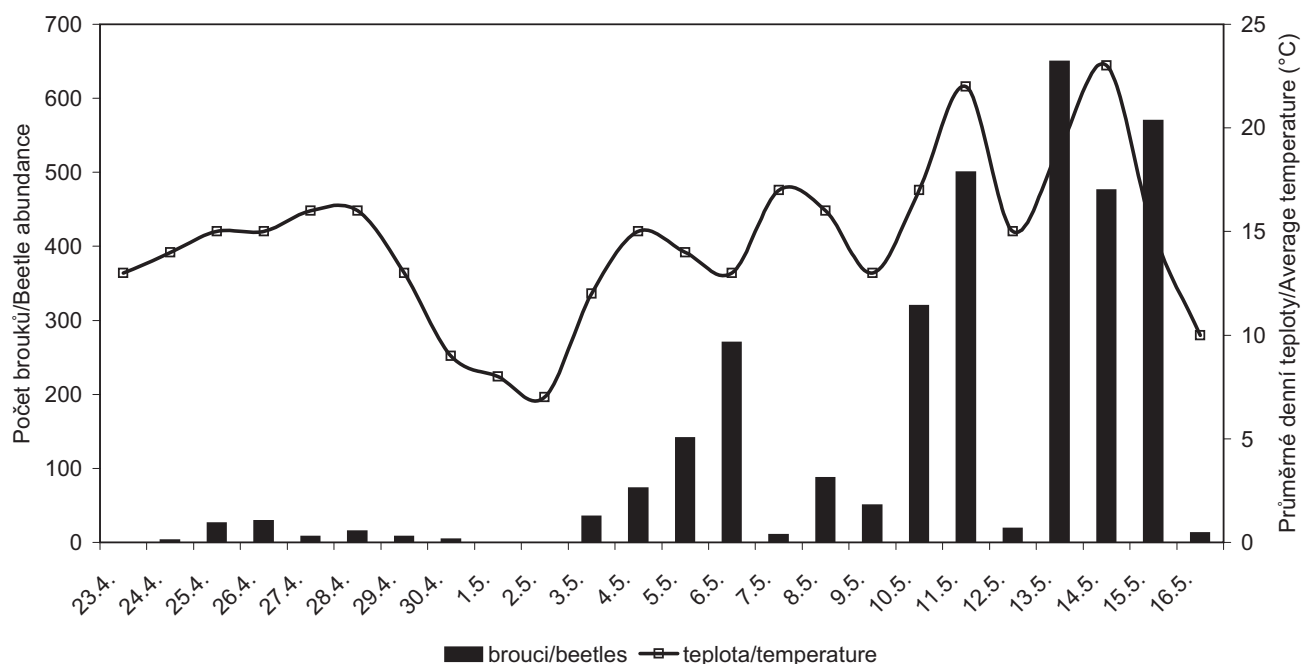
Typ porostu/Stand type	Věk/Age	Výška/Height	Zakmenění/Stand density	Bonita/Site class
Borová kmenovina bez podrostu/ Pine high forest with no undergrowth	101	25	6	4
Borová kmenovina s dubem v podrostu/ Pine high forest with oak in undergrowth	93	23	9	4
Borová tyčkovina/Small pole pine stage	35	12	10	3
Borová mlazina/Pine young-growth stand	18	5	9	3
Bukový porost/Beech stand	59	19	10	3
Plocha bez porostu/Non-forest area	8	2	10	3
Borová kultura/Young pine plantation	2	0,5		3

Tab. 2.

Přehled pokusných ploch pro kontrolu ztrát sazenic
Trial plots used to monitor the damage to plants

Plocha/ Area (ha)	Věk 2007/ Age in 2007	Dřevina/ Tree species	Způsob založení/ Method of establishment	Ztráty - redukováná plocha 2010/Lossess - area reduced in 2010 [%]	Zabuření 2007/ Weed infestation in 2007 [%]
0,7	1	Pinus	celoplošná příprava ¹⁾	7	5
0,7	1	Pinus	celoplošná příprava	7	5
0,7	1	Pinus	celoplošná příprava	0	5
1	2	Pinus	celoplošná příprava	1	25
1	2	Pinus	celoplošná příprava	1	25
1	2	Pinus	celoplošná příprava	12	20
1	2	Pinus	celoplošná příprava	12	20
1		Pinus	celoplošná příprava	5	0
1		Pinus	celoplošná příprava	5	0
2		Pinus	celoplošná příprava	10	0
0,84		Pinus	naorání-nakopání ²⁾	15	50
0,67	2	Pinus	naorání-nakopání	10	60
0,75	2	Pinus	naorání-nakopání	10	45
0,8	2	Pinus	naorání-nakopání	10	65
1,87	2	Pinus	naorání-nakopání	6	50
0,65	1	Pinus	naorání-nakopání	8	40
0,65	1	Pinus	naorání-nakopání	6	40
0,3	1	Pinus	naorání-nakopání	30	50
0,3	1	Pinus	naorání-nakopání	6	50
0,3	1	Pinus	naorání-nakopání	10	40
0,5	2	Pinus	zmlazení ³⁾	2	10
0,5	2	Pinus	zmlazení	4	30
0,5	2	Pinus	zmlazení	4	10
0,5	2	Pinus	zmlazení	3	10
2		Pinus	zmlazení	5	5
1,2	2	Pinus	zmlazení	1	20
1	2	Pinus	zmlazení	2	5
1	2	Pinus	zmlazení	2	5
1	2	Pinus	zmlazení	2	15
1	2	Pinus	zmlazení	3	10

Captions: ¹⁾full-area preparation, ²⁾ploughing-digging, ³⁾natural regeneration



Obr. 2.

Přehled denních teplot a letové aktivity samic *Melolontha hippocastani* Fabr., Vracov 2007

Fig. 2.

Course of daily temperature and flight activity of females of *Melolontha hippocastani* Fabr., Vracov 2007

Tab. 3

Počet ponrav na různých lokalitách v období 2008 – 2010

Abundance of grubs in various localities in the period of 2008 – 2010

Typ porostu/Stand type	Počet ponrav [ks. m ⁻²]/ Abundance of grubs [pcs. m ⁻²]		
	2008	2009	2010
Borová kmenovina bez podrostu/Pine high forest with no undergrowth	8	13,5	12,7
Borová kmenovina s dubem v podrostu/Pine high forest with oak undergrowth	12,5	9	5,1
Borová tyčkovina/Small pole pine stage	42,8	22,1	19,4
Borová mlazina/Pine young-growth stand	11,4	2,4	2,8
Bukový porost/Beech stand	36	23,8	14,5
Borová kultura - dvouletá/2-year-old pine plantation	8,3	2,5	4,2
Borová kultura - osmiletá/8-year-old plantation	1,5	2,4	8,7
Průměrný počet ze všech lokalit/Average of all localities	14,7	8,2	8,4

Výchozí počet ponrav 1. instaru v roce 2008 byl nejvyšší na plochách se silně zastíněným půdním povrchem (průměrně 30 ks.m⁻²). Na plochách středně zastíněných se nacházelo průměrně 10 ks.m⁻² a na nezastíněných lokalitách 8 ks.m⁻² ponrav (obr. 3).

Úhrnná abundance ponrav v šetřeném území (2008 – 2010) klesla na 57 % (obr. 4).

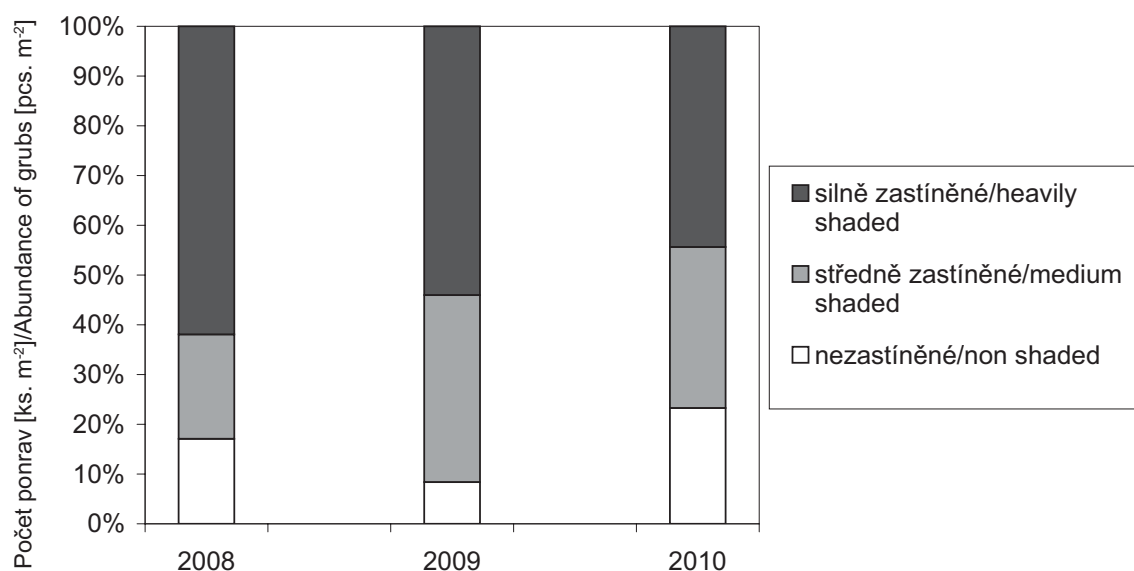
Počty ponrav zjištěné při půdních kontrolách v dubnu dosahovaly 31 – 44 % počtů ponrav zjištěných v květnu (2008 – 2010) (tab. 4).

Ztráty sazenic závisely na způsobu založení kultury. Při celoplošné přípravě se vyskytovaly ztráty sazenic v rozsahu 0 – 12 %, (průměrně

6 %). Po naorání byl úhyn sazenic 6 – 30 %, (průměrně 11,1 %). V kulturách založených přirozeným zmlazením dosáhly ztráty 1 – 5 %, (průměrně 2,8 %) (tab. 2).

Se způsobem založení kultury souvisí i stupeň zabuřnění, který při celoplošné přípravě kolísal v rozmezí 0 – 25 %, při naorání nebo nako-pání 40 – 65 % a při přirozeném zmlazení 5 – 30%.

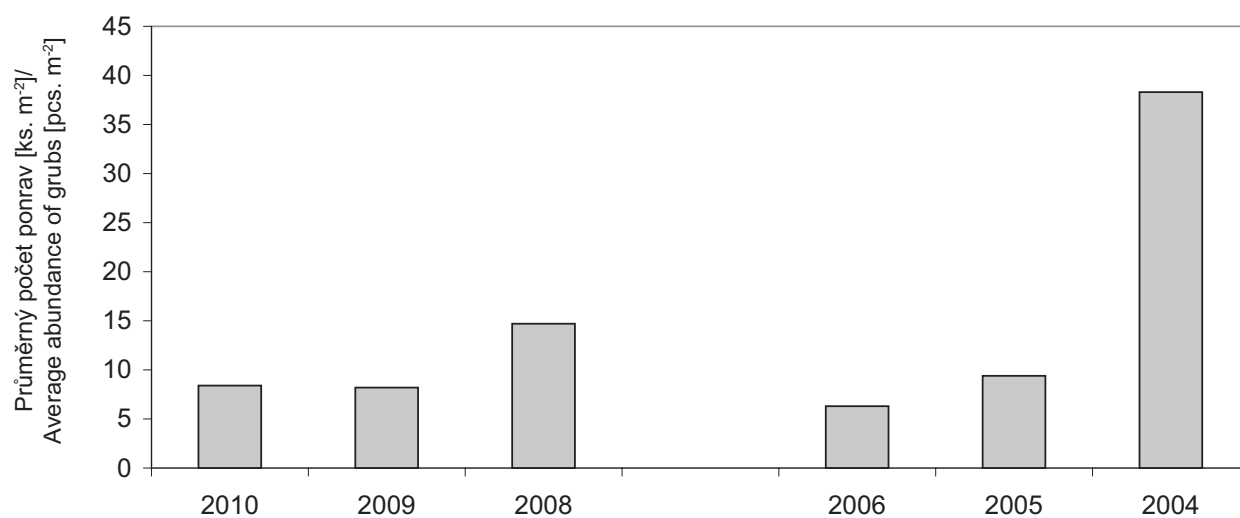
Kruskal-Wallisův test prokázal statisticky významný rozdíl mezi středními hodnotami ztrát v závislosti na způsobu založení kultury (příprava půdy) ($p = 0,0014$). Byl prokázán rozdíl mezi „zmlazením“ a „naoráním“ ($p = 0,00019$); naopak celoplošná příprava půdy vykazuje „střední“ ztrátu (mezi ztrátou pro zmlazení a naorání) s tím, že

**Obr. 3.**

Početnost ponrav dle míry zastínění v období 2008 – 2010

Fig. 3.

Correlation between the abundance of grubs and shading in 2008 – 2010

**Obr. 4.**

Změny početnosti ponrav v období 2004 – 2010

Fig. 4.

Abundance of grubs in the period of 2004 – 2010

Tab. 4

Průměrný počet ponrav v dubnu a květnu 2008 – 2010

Average abundance of grubs in April and May 2008 – 2010

Průměrný počet ponrav [ks. m ⁻²]/Average abundance of grubs/[pcs. m ⁻²]						
	IV.2008	V.2008	IV.2009	V.2009	IV.2010	V.2010
Počet/Abundance	4,5	14,7	2,8	8,2	3,7	8,4
%	30,6	100	34,1	100	44	100

statisticky významný rozdíl zde nelze prokázat ani vůči jedné ze dvou zbývajících možností. Lze tedy konstatovat, že nejmenší ztráta vykazuje plochy se zmlazením.

Z hlediska stupňů zastínění nebyl prokázán statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ v počtu ponrav ($p = 0,266$). Statistickou analýzu četností podle roků pomocí ANOVY s opakovanými měřeními velmi ovlivňuje vysoká variabilita zjištěného počtu kusů v jednotlivých letech a především celkově malá velikost výběru, což má za následek značně široké intervaly spolehlivosti. Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ z těchto důvodů statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými intenzitami zastínění prokázán nebyl ($p = 0,16$), stejně jako mezi jednotlivými roky ($p = 0,08$). Nezamítnutí nulové hypotézy pro rozdíly mezi roky je „hraniční“ a je možné konstatovat, že největší rozdíly byly v roce 2008 (nejvyšší četnosti u silně zastíněných lokalit, u ostatních dvou kategorií malé rozdíly), v letech 2009 a 2010 byly rozdíly v průměrných počtech ponrav zanedbatelné. Vzhledem k výše uvedeným omezením byl použit i neparametrický Friedmanův test, který tyto výsledky potvrdil (tedy že mezi jednotlivými roky není statisticky prokazatelný rozdíl) – hodnota $p = 0,368$. Lze tedy konstatovat, že v letech 2008 – 2010 nebyl prokázán vliv intenzity zastínění na počty ponrav, stejně tak nebyly prokázány statisticky významné změny v jejich počtu mezi jednotlivými roky sledovaného období (i když v případě roků velmi „těsně“).

Z hlediska ztrát (redukováná plocha) v závislosti na zabuření byl prokázán statisticky významný rozdíl ($p = 0,01$). Byly sledovány 4 třídy zabuření (0 – 15 %, 16 – 30 %, 31 – 45 % a nad 45 %). Zde byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi nejmenším a nejvyšším stupněm zabuření ($p = 0,02$). Vzhledem k malému rozsahu výběru a nesplnění předpokladů homogenity rozptylů (Bartlettův test $p = 0,022$) byl použit i neparametrický Kruskal-Wallisův test se stejným výsledkem ($p = 0,016$) a s potvrzením statisticky významného rozdílu dvou krajních tříd zabuření ($p = 0,033$). Střední třídy zabuření mají natolik široké intervaly spolehlivosti, že nelze v základním souboru prokázat statisticky významnou odlišnost ani mezi nimi, ani vůči krajním třídám zabuření.

DISKUSE

ŠVESTKA, DRÁPELA (2009) uvádí, že rojení *M. hippocastani* Fabr. ve sledované oblasti proběhla 20. 4. – 2. 6. 2003 a 10. 4. – 26. 5. 2007. Z počtu odchycených dospělců ve světelném lapači v roce 2003 (19 510 ks) a 2007 (8 534 ks) vyplývá pokles populační hustoty druhu na lokalitě Vracov na 48 % (obr. 1).

Tomuto trendu odpovídala i průměrná abundance ponrav, která ustupovala v letech 2004 – 2005 – 2006 z 38,3 – 9,4 – 6,3 ks.m⁻² na 14,7 – 8,2 ks.m⁻² (2008 a 2009). V roce 2010 se zvýšila abundance na 8,4 ks.m⁻². Po rojení v roce 2007 se abundance ponrav 1. instaru snížila na 40 % oproti počtu ponrav po rojení v roce 2003. V dalších letech vývojového cyklu počty ponrav klesaly v důsledku působení přírodních faktorů a oponentů na 16 % (2006) a 57 % (2010).

Zjištěné abundance ponrav odpovídal i pokles rozsahu ztrát sazenic v lesních kulturách na lokalitě Vracov. Po rojení 2003 dosáhla v letech 2005 – 2006 redukováná holina 32,55 ha a po rojení 2007 v letech 2009 – 2010 9,75 ha.

Z porovnání vývojových cyklů 2003 – 2006 a 2007 – 2010 vyplynulo, že v období 2007 – 2010 poklesl počet dospělců v době rojení na 48 %, výchozí počet ponrav 1. instaru na 40 %, konečný počet ponrav 3. instaru se zvýšil o 3 % a rozsah ztrát sazenic v lesních kulturách poklesl na 9,75 ha.

NIEMCZYK (2011) hodnotil abundance ponrav v závislosti na teplotě a vlhkosti půdy i míře zastínění v Polsku. Zjistil, že počty ponrav

v lesních půdách jsou vysoké i při značném zastínění. Nejvyšší počty ponrav byly ve velmi hustých porostech listnatých stromů. Chrousti se vyskytují ve všech lesních biotopech, dávají přednost živným stanovištím. Nebyla zjištěna závislost mezi teplotou a vlhkostí půdy a abundancí ponrav.

V obou sledovaných obdobích po rojení v roce 2003 (ŠVESTKA 2007) a 2007 byl výchozí počet ponrav 1. instaru nejvyšší na plochách se silně zastíněným půdním povrchem; průměrně 75 ks.m⁻² (2004) a 30 ks.m⁻² (2008). Na středně zastíněných plochách připadalo průměrně 17 ks.m⁻² (2004) a 10 ks.m⁻² (2008) a na plochách nezastíněných 5 ks.m⁻² (2004) a 8 ks.m⁻² (2008). I v dalších letech zůstaly rozdíly v počtu ponrav 2. a 3. instaru dle stupně zastínění zachovány.

Rozdíly v počtu ponrav dle stupně zastínění byly v roce 2004 výraznější ve prospěch silně zastíněných ploch (75 : 5) než v roce 2008 (30 : 8). Tuto skutečnost je možno dát do souvislosti s teplotou v období vrcholu rojení a kladení vajíček v roce 2003, kdy průměrná teplota dosáhla hodnoty 21 °C, tj. o 6,6 °C nad desetiletý průměr, kdežto v období kulminace rojení v roce 2007, průměrná teplota 17,1 °C byla o 2,5 °C nad desetiletým průměrem (ŠVESTKA 2007). Tato okolnost mohla ovlivnit ovipozici samiček.

Z porovnání výstupu ponrav do svrchních vrstev půdy v období vývojových cyklů v letech 2003 – 2006 a 2007 – 2010 vyplynulo, že počty ponrav zjištěné v dubnu dosahovaly 38 – 44 %, resp. 30 – 44 % počtu ponrav zjištěných v květnu.

Z praktického hlediska je významné zjištění, že samičky *M. hippocastani* Fabr. v dané zeměpisné oblasti vyhledávají ke kladení vajíček plochy více zastíněné, tj. již zapojené porosty (převážně borové porosty nad 10 let), které odolávají žíru ponrav na kořenech. V těchto porostech byly zjištěny mnohonásobně vyšší počty ponrav než na otevřených plochách (pasekách). Jsou to často porosty bez bylinné vegetace. Orientace na zastíněné plochy byla tím výraznější, čím vyšší byly teploty v době kladení vajíček. Lze předpokládat, že naopak v chladnějším počasí s podprůměrnými teplotami v období kladení vajíček budou samičky vyhledávat plochy méně zastíněné, tj. ve větší míře mladé lesní kultury, kde ponrav mohou žírem na kořenech způsobit citelné ztráty. Rozsah ztrát v lesních kulturách závisí na abundanci ponrav *M. hippocastani* Fabr. v daném období.

ZÁVĚR

V porostech revíru Vracov, kde je zastoupen silný čtyřletý kmen *M. hippocastani* Fabr., došlo mezi rojeními v letech 2003 a 2007 ke snížení populační hustoty dospělců i ponrav na 48 %, resp. 40 %. Současně s poklesem populační hustoty *M. hippocastani* Fabr. se omezily ztráty v lesních kulturách (9,75 ha redukováné plochy).

Jako nejvýznamnější činitel ovlivňující lokalizaci kladení vajíček a následného výskytu ponrav se jeví vysoká, nadprůměrná teplota v době kladení vajíček a zvýšená míra zastínění půdního povrchu korunami stromů. Nadprůměrné teploty v době kladení vajíček vyvolají vykladení většího podílu vajíček do stínu pod zapojené lesní porosty.

Výše úhynu sazenic korespondovala se způsobem založení lesních kultur. Při přirozeném zmlazení byl úhyn nižší než na plochách s celoplošnou přípravou a výrazně nižší než na plochách naoraných.

K monitoringu rojení dospělců postačí jeden světelný lapač pro širší území. Z odchytu mág lze stanovit následné ohrožení porostů ponravami. Průběh teplot v době vrcholu rojení dospělců zpřesňuje prognózu výskytu ponrav na plochách s různým stupněm zastínění.

Ztráty způsobené ponravami lze zmírnit při uplatnění přirozeného zmlazení, nebo celoplošnou přípravou půdy.

Poděkování:

Práce vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002070203 a MSM 6215648902. Řešitelé děkují za podporu výzkumu.

LITERATURA

- DELB H. 2004. Monitoring der Waldmaikäfer (*Melolontha hippocastani* F.) – Populationen und der Schaden durch Engerlinge in der nördlichen Oberrheinebene, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 56: 108-116.
- FLEROV S. K., PONOMAREVOVÁ E. N., KLJUŠNÍK P. I., VORONCOV A. I. 1954. Ochrana lesů. Praha, SZN: 352 s.
- NIEMCZYK, M. 2011. The influence of ecoclimatical factors on the size of cockchafer (*Melolontha spp.*) population in main outbreak center in Poland. In: Applied forestry research in the 21st century. International conference held on the occasion of the 90th anniversary of the Forestry and Game Management Research Institute. Book of abstracts. Prague – Průhonice, September 13 – 15, 2011. Strnady, FGMRI 2011: 47.
- ROHDE, M. 1996. Effects of “Neem Azal” on vitality and fertility of *Melolontha hippocastani*. In: Kleeberg H. et al. (eds): Practice oriented results on use and production of neem-ingredients and pheromones. Proceedings of the 4th workshop. Bordighera, Nov. 28th – Dec. 1st 1994. Gießen, Druck & Graphic: 75-80.
- SIERPIŃSKA A. 2008. Observation on ecology of common cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) and forest cockchafer (*Melolontha hippocastani* Fabr.) – based on the research conducted in forest district Piotrków in 2007. Progress in Plant Protection, 48: 956-965.
- StatSoft, Inc. (2008): Statistica 8 – User Manual. Tulsa.
- ŠVESTKA M. 2007. Ecological conditions influencing the localization of egg-laying by females of the cockchafer (*Melolontha hippocastani* F.). Journal of Forest Science, 53 (Special Issue): 16-24.
- ŠVESTKA M., DRÁPELA K. 2009. The effect of environmental conditions on the abundance of grubs of the cockchafer (*Melolontha hippocastani* F.). Journal of Forest Science, 55: 330-338.
- TOLASZ R. et al. 2007. Atlas podnebí Česka. Praha, Český hydrometeorologický ústav; Olomouc, Univerzita Palackého: 255 s.

ASSESSMENT OF THE ABUNDANCE OF *MELOLONTHA HIPPOCASTANI* FABR. GRUBS AND THE EXTENT OF DAMAGE TO FOREST PLANTATIONS IN RELATION TO ENVIRONMENTAL CONDITIONS

SUMMARY

In the forest territory of Vracov (South-East Moravia) where the occurrence of 4-year tribe of *M. hippocastani* Fabr. is abundant, population density of adults and grubs decreased in the period between swarms in 2003 and 2007 by 48% and 40%, respectively (Fig. 1, 4; Tab. 3, 4). Concurrently with the decline of the population density of *M. hippocastani* Fabr. forest plantations decreased as well (9.75 ha of reduced area).

The most important factor which affects the area of egg clutches where consequently the grubs appeared seems to be high, above-average temperature in the egg-laying period and increased shading of the soil surface by the tree crowns (Fig. 2). Above-average temperatures at the time of egg-laying prompt most insects to lay their eggs in the shade under the closed stand (Fig. 3).

Mortality rate of the seedlings corresponded with the method of establishment of forest plantations. The mortality was lower in regenerated stands than on areas of full-area preparation and was considerably lower than on the ploughed-up areas (Tab. 2).

One light trap was sufficient to monitor the swarming of adults on a wider territory. From the amount of trapped imagoes it is possible to determine how severely the stands would be endangered by the grubs. Temperatures at the time of peak swarming of the adults help determine the grub occurrence on areas of different degree of shading.

Natural regeneration or full-area soil preparation can support reduction of forest plantation losses caused by grubs.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Milan Švestka, DrSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 602 298 803; e-mail: vulhm@mboxzn.cz

VÝVOJ ŠTÍHLOSTNÍHO KVOCIENTU BUKU LESNÍHO U VÝSADEB ROSTOUCÍCH V PLASTOVÝCH CHRÁNIČÍCH SAZENIC

SLENDERNESS RATIO OF EUROPEAN BEACH AND ITS CHANGES IN PLANTATIONS PROTECTED BY TREE SHELTERS

JAN BARTOŠ – ANTONÍN JURÁSEK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

Individual plastic tree shelters which are used to protect plantations from game browsing are not a completely verified technique yet, therefore investigation of their efficiency is needed. Our study focuses on changes of slenderness ratio of young beech trees (growing on mesotrophic beech-fir ecosite) at time they overgrow the upper rim of shelters. Results showed that initial significantly higher h/d ratio of beeches from the plastic shelters decreased over last 7 years; in 2010 they showed similar value compared to the beeches without shelters (situated inside the game-proof enclosure). Mean annual increments of stem base diameter of beeches in the shelters was also comparable with that of beeches without shelters. This, however, does not hold true where the shelters were elevated by 50 cm to prolong sheltering effect on trees; the shelters were elevated in the 4th year after planting. The elevated shelters affected both diameter and height increment negatively, though slenderness ratio also decreased.

Klíčová slova: buk lesní, štíhlostní kvocient, plastové chrániče

Key words: beech, slenderness ratio, plastic guards

ÚVOD

Významným úkolem lesního hospodářství je zvyšovat zastoupení listnatých dřevin v nově zakládaných lesních porostech. Nezastupitelné místo má přitom umělá obnova, protože ve většině případů nelze využít přirozené obnovy listnatých dřevin z důvodů absence požadovaných dřevin v mateřském porostu.

K hlavním hospodářským dřevinám náleží buk lesní. Tato dřevina je velmi atraktivní pro zvěř, což vyžaduje poměrně velmi vysoké náklady na její ochranu do stadia zajištěné kultury. Na většině lokalit nepostačuje pod silným tlakem zvěře využití chemické ochrany, je proto nutné využití ochrany mechanickou. V úvahu přichází oplocení nebo individuální ochrana vysázených jedinců v plastových chráničích. Metoda ochrany plastovými chrániči nezískala v našich podmínkách patřičné využití, jaké by si dle našeho názoru zasloužila. Příčinou tohoto stavu je hlavně nesprávné použití této technologie. Nejčastější chybou bylo využití nevhodných dimenzí a kvality sadebního materiálu, nekvalitních opěrných kůlů a ekonomicky nevhodné použití plastových chráničů v příliš vysokých hektarových počtech. K získání dalších poznatků o této technologii ochrany jsme založili řadu experimentů se sledováním různých biologických aspektů růstu sadebního materiálu chráněného po výsadbě plastovými chrániči. Z výsledků je zřejmé, že plastové chrániče jsou nejen dobrou ochranou sazenic proti zvěři, ale při správném použití mají i stimulační účinek na přírůst nadzemních částí stromků. Naproti tomu je při růstu stromků v chrániči dočas-

ně omezen tloušťkový přírůst, což nepříznivě ovlivňuje poměr mezi výškou a tloušťkou nadzemní části, tzv. štíhlostní kvocient, a dočasně snižuje stabilitu nadzemní části stromků.

Cílem tohoto příspěvku je analyzovat vývoj štíhlostního kvocientu buku lesního ovlivněného plastovým chráničem a posoudit, jak rychle se nepoměr mezi výškovým a tloušťkovým přírůstem pozitivně upravuje.

METODIKA

Vývoj štíhlostního kvocientu sazenic buku lesního je sledován na trvalé výzkumné ploše (dále TVP) Trutnov II, kde byly sledovány různé aspekty kvality a možností použití sadebního materiálu buku (JURÁSEK, BARTOŠ 2004; BARTOŠ, JURÁSEK 2007). TVP Trutnov byla založena na území školního polesí České lesnické akademie v Trutnově, lokalita „U Pěti buků“, jižní expozice, soubor lesních typů 5S, nadmořská výška 520 m. Výsadba byla provedena v roce 2000 (podzim; krytokořený sadební materiál – dále KSM) a na jaře 2001 prostokořený sadební materiál (dále PSM). Průměrná výška sadebního materiálu buku při výsadbě činila 30 – 40 cm. Výsadba byla provedena po zmýcení smrkového porostu o výměře cca 0,4 ha, kde se v okolí nacházely smrkové porosty max. 2. věkové třídy. Celá TVP (všechny pokusné výsadby) byla oplocena klasickým pletivem s oky 5 cm. TVP byla původně založena pro porovnání různě pěstovaného prostoko-

řenného a krytokořenného sadebního materiálu buku generativního a vegetativního původu a pro sledování efektu instalace plastových chráničů (čtyřhranných skládaných 120 cm vysokých) v prvních letech po výsadbě. Proto byl všechn sadební materiál buku vysázen ve stejných průměrných hektarových počtech – cca 10 tisíc.

V roce 2004 byli vybráni a dále sledováni jedinci s min. výškou cca 110 cm, z nichž u poloviny byl zvednut plastový chránič po dubovém kůlu o cca 50 cm nahoru. Toto opatření mělo simulovat ochranu terminálů přerůstajících přes hranu chráničů před spárkatou zvěří. Celkem tak bylo na TVP Trutnov zvednuto 70 plastových chráničů, dále označeno jako varianta „B“. Ke srovnání růstu těchto jedinců bylo použito odpovídající množství jedinců (70 ks) s nezvednutým chráničem, varianta „A“, a jedinců chráněných pouze v oplocence bez plastových chráničů, varianta „C“. Vzhledem k různé výšce jedinců mezi variantami v okamžiku zvedání chráničů nebylo cílem porovnávat absolutní hodnoty rozdílu štíhllostního kvocientu, ale jeho další vývoj. Na TVP bylo opakovaně prováděno posouzení zdravotního stavu a měření celkové výšky a tloušťky kořenového krčku stromků. Od roku 2004 je sledován štíhllostní kvocient vybraných jedinců, jako poměr celkové výšky jedinců ku průměru v kořenovém krčku. Pro statistické vyhodnocení byla použita ANOVA v programovém vybavení MS Excel. Chybové úsečky znázorňují intervaly konfidence na hladině spolehlivosti 95 % ($\alpha = 0,05$).

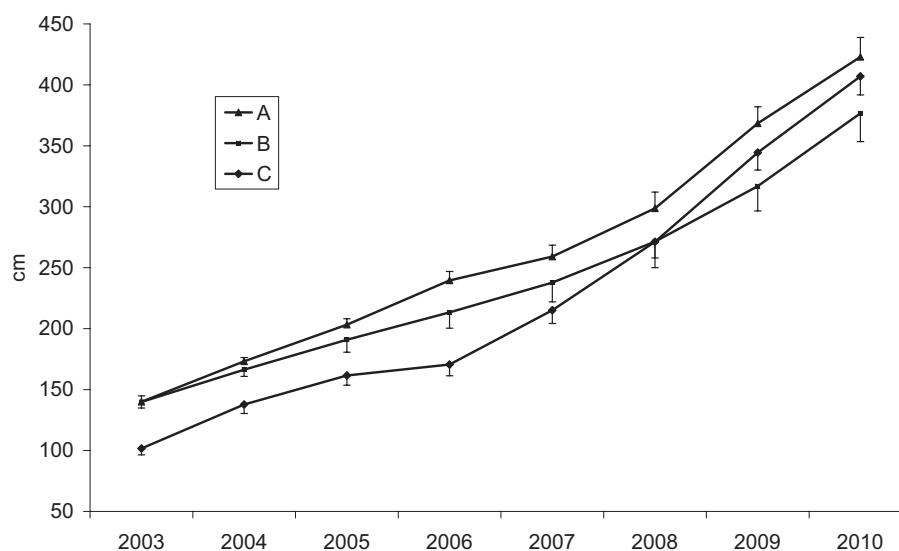
VÝSLEDKY A DISKUSE

Ujímavost a zdravotní stav buku vykazovaly na TVP Trutnov již od výsadby relativně dobrou úroveň s minimálním poškozením zvěří. Významně k tomu napomohlo pečlivě zhotovené oplocení z klasického pletiva o velikosti ok 5 cm, které zabráňovalo i škodám působeným zajíci. Nejvíce se tak na celkových ztrátách podílelo opakované poškození rašících stromků mrazem. Četnost živých a rostoucích jedinců po 10 letech se mezi variantami výrazně nelišila a činí cca 77 % z původně vysazených.

Plastové chrániče byly u části chráněných stromků zvednuty na podzim v roce 2004, tzn. 4 roky po výsadbě. V této době dosahovali jedinci v plastových chráničích průměrné výšky 170 cm, oproti bukům rostoucím pouze v oplocence s průměrnou výškou 137 cm. V relativním vyjádření tento rozdíl činí 38 % (obr. 1). Průměrné výšky se tak statisticky významně lišily. Tyto výsledky potvrzují již dříve publikované závěry o pozitivním vlivu plastových chráničů na výškový přírůst sadebního materiálu po výsadbě (KJELGDREN et al. 1997). Plastový chránič působí dle JURÁSKA (2003) na přírůst sadebního materiálu pouze, je-li neperforovaný a je-li dostatečně utěsněn jeho spodní okraj tak, aby bylo zabráněno proudění vzduchu uvnitř chrániče. Pokud nejsou splněny tyto podmínky, chránič funguje pouze jako mechanická ochrana před zvěří.

Největší relativní rozdíl v průměrné výšce mezi variantami lze pozorovat po 6 letech růstu (v roce 2006), kdy varianta B (zvednuté) byla v průměru vyšší o 25 % a varianta A (nezvednuté) dokonce o 40 % vyšší oproti variantě C (kontrola bez chráničů). Varianta „nezvednuté“ byla v tomto roce větší o 12 % než varianta „zvednuté“. Srovnatelný relativní rozdíl si obě varianty udržely až do desátého roku po výsadbě. Po 10 letech dosahuje největší průměrné výšky varianta A (nezvednuté) – 423 cm, dále var. C (bez chrániče) – 407 cm a varianta B (zvednuté) – 377 cm. Pro přesnější charakteristiku porostu lze uvést i výšku největších buků v roce 2010, kdy u varianty C činila 560 cm a u varianty A 580 cm a varianta B 655 cm. Porost se tak nachází ve stadiu značné diferenciace, kdy si již jednotliví jedinci buku výrazně konkurují navzájem, a v blízké době bude proveden první výchovný zásah. Zajímavé zjištění je, že 8 let po výsadbě dosahuje větší průměrné výšky varianta C oproti variantě B. Příčinou je zřejmě silící prostorová konkurence jedinců buku, ve které byli jedinci s významnou částí asimilační plochy přistíněné plastovým chráničem znevýhodněni. Toto vysvětlení potvrzuje i rychlý růst varianty C.

Tloušťkový růst v kořenovém krčku se v souladu se současnými literárními poznatky (KJELGDREN et al. 1997) vyvíjel odlišně oproti výškovému růstu. Čtyři roky po výsadbě vykazuje průměrná tloušťka kořenového krčku varianty C, tj. stromků rostoucích volně v oplocence, významně větších hodnot (18 mm) oproti variantám A a B (v prů-



Obr. 1.

Vývoj průměrné výšky buku. Chybové úsečky znázorňují intervaly konfidence ($\alpha = 0,05$). Popis variant: A – klasicky instalovaný chránič, B – ve 4. roce (2004) zvednutý chránič na opěrném kůlu, C – varianta bez chráničů pouze v oplocence

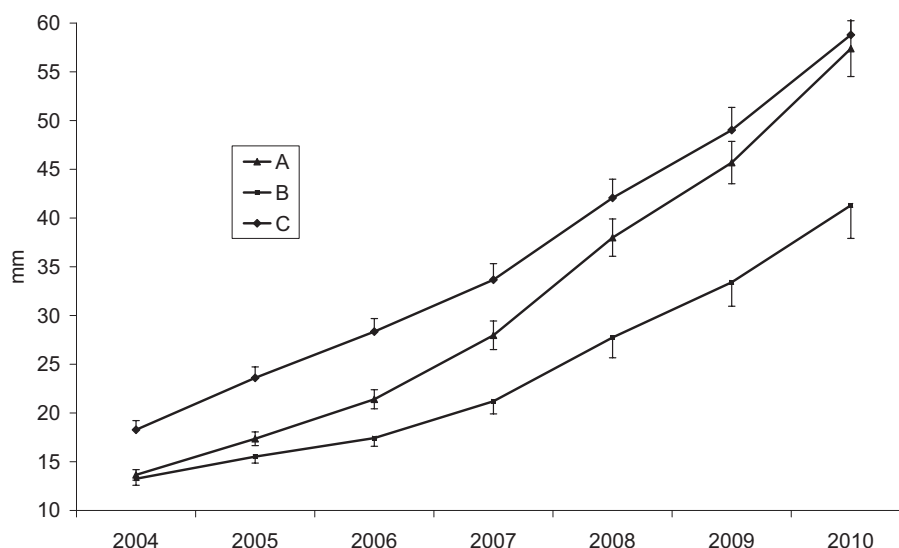
Fig. 1.

Height increment of beech. Error bars denote confidence interval ($\alpha = 0.05$). Description of treatments: A – shelters on the ground, B – shelters which were lifted up in the 4th year, C – fenced plantation without shelters

měru 13,5 mm), rostoucím v plastových chráničích (obr. 2). Po dalších šesti letech jsme zaznamenali další zajímavé odchylky vývoje tloušťky kořenových krčků. Nejméně přirůstala varianta B (zvednutý chránič), která dosahuje deset let po výsadbě průměrné tloušťky cca 41 mm. Statisticky významně větší tloušťky dosahuje za stejný časový úsek varianta A (57 mm) a varianta C (59 mm). Z těchto výsledků lze usuzovat, že tloušťkový přírůst úzce souvisí s růstem nadzemní biomasy jedinců buku. Tento růst byl významně omezen zvednutím plastového

chrániče nahoru po korunce stromku. Došlo tak k přistínění většiny asimilačních orgánů a omezení růstu celkově. K obdobným závěrům dospěli např. i LEUGNER et al. (2007).

Od čtvrtého roku po výsadbě, kdy byly zvednuty plastové chrániče, je každoročně sledován vývoj štíhlostního kvocientu jednotlivých variant. V čase zvednutí části plastových chráničů dosahoval štíhlostní kvocient hodnoty necelých 1,3 (obr. 3). Výrazně menší hodnotu (cca

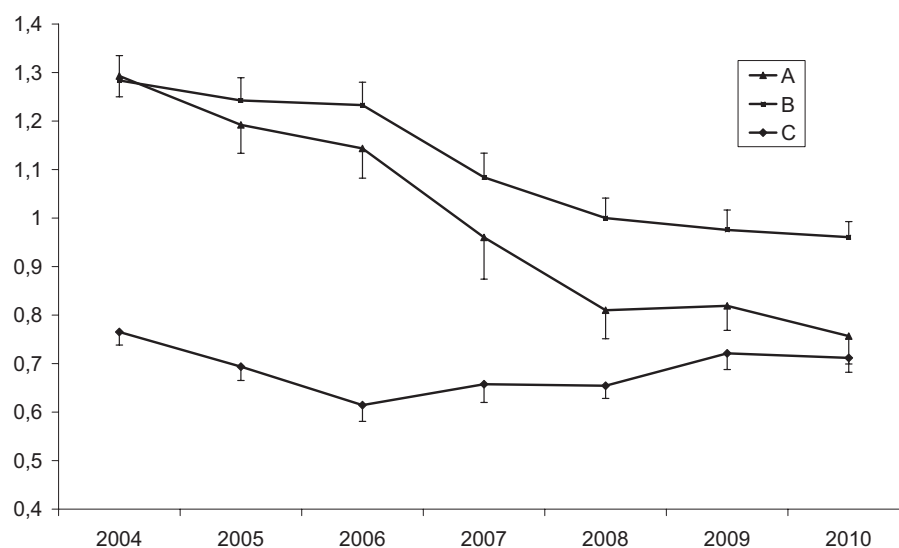


Obr. 2.

Vývoj průměrné tloušťky kořenového krčku buku. Chybové úsečky znázorňují intervaly konfidence ($\alpha = 0,05$). Popis variant: A – klasicky instalovaný chránič, B – ve 4. roce (2004) zvednutý chránič na opěrném kůlu, C – varianta bez chráničů pouze v oplocence

Fig. 2.

Diameter increment of root collar in beech plantation. Error bars denote confidence interval ($\alpha = 0.05$). Description of treatments: A – shelters on the ground, B – shelters which were lifted in the 4th year, C – fenced plantation without shelters



Obr. 3.

Vývoj štíhlostního kvocientu buku. Chybové úsečky znázorňují intervaly konfidence ($\alpha = 0,05$). Popis variant: A – klasicky instalovaný chránič, B – ve 4. roce (2004) zvednutý chránič na opěrném kůlu, C – varianta bez chráničů pouze v oplocence

Fig. 3.

Development of slenderness ratio in beech plantation. Error bars denote confidence interval ($\alpha = 0.05$). Description of treatments: A – shelters on the ground, B – shelters which were lifted in the 4th year, C – fenced plantation without shelters

0,8), blíží se obvyklé hodnotě tohoto kvocientu u buku v tomto věku, vykazovala varianta C (bez chráničů). Obdobné hodnoty (1,2) štíhllostního kvocientu buku vyrůstajícího z plastových chráničů udává např. KRIEGL (2002), kdy kontrolní výsadby bez chráničů vykazovaly hodnoty cca 0,8. Na jedné straně se tedy projevuje výrazný pozitivní efekt plastových chráničů na podporu výškového přírůstu, omezení tloušťkového růstu na straně druhé nepříznivě ovlivňuje štíhllostní kvocient. Na riziko snížené stability spojené s předčasným odstraněním plastových chráničů a opěrných kůlů, které slouží jako mechanická opora odrůstajícím jedincům, upozorňují např. McCREARY et al. (2002). CHAAR et al. (2008) zjistili u chráničů problémy se stabilitou druhým rokem po výsadbě takřka u poloviny jedinců.

Rychlý výškový růst výsadby je velmi důležitý pro včasné zajištění kultury listnatých dřevin před škodami zvěří, za předpokladu, že v budoucnu dojde k nápravě štíhllostního kvocientu. Ten se v našem pokusu po celou dobu sledování výrazně rychleji snižoval (blížil se k optimální hodnotě) u varianty A (nezvednutý) než u varianty B (zvednutý) – (obr. 2). U kontrolní varianty C po celou dobu sledování mírně kolísá okolo optimální hodnoty 0,7. K výraznějšímu poklesu kvocientu došlo u varianty A po 6. roce od výsadby (po roce 2006), přičemž v 9. roce se pokles zastavil na hodnotě cca 0,8. V této růstové fázi již hrála v bukové tyčkovině s hektarovým počtem cca 10 tis. jedinců buku významnou roli prostorová konkurence, která výrazně omezila přirozené rozrůstání korunek buků a nepřímo i tloušťkový přírůst. I přes tento fakt můžeme konstatovat, že po deseti letech již není významný rozdíl ve štíhllostním kvocientu mezi variantou A a C, tj. stromky chráněnými v plastových chránicích a volně rostoucími v oplocence. Nepřímo tak z našich experimentů vyplynulo, že na rychlost nápravy štíhllostního kvocientu má významný vliv i použitý hektarový počet sazenic. Z hlediska mechanické stability a ekonomické efektivity využití této technologie se potvrzují dřívější doporučení o vhodnosti využití nízkých hektarových počtu okolo jednoho tisíce kusů vysazených stromků.

U varianty B dochází během celého sledovaného období k příznivému poklesu štíhllostního kvocientu, ale po deseti letech dosahuje statisticky významně vyšší hodnoty (0,96) oproti zbylým dvěma variantám. U varianty B se zvednutí plastových chráničů projevilo negativně na přírůstu přistíněním nejproduktivnější části asimilačního aparátu. Stíněním tvořících se korunek do úzkého prostoru plastového chrániče došlo i k mechanickému omezení efektivního využití produkční listové plochy. Obdobné vysvětlení omezení přírůstu v důsledku aplikace plastových chráničů uvádějí i KJELGREN et al. (1997).

ZÁVĚR

Z výsledků hodnocení výškového růstu buku v plastových chránicích vyplývá, že po deseti letech se takřka vyrovnala průměrná výška stromků z chráničů s kontrolními výsadbami, chráněnými pouze v oplocence. Pozitivní efekt rychlejšího výškového růstu sadebního materiálu chráněného plastovými chránicemi se tedy projevila jen v prvních letech po výsadbě, kdy má ale rychlejší odrůstání výsadby velký význam v ochraně proti škodám zvěří.

Zvednutí plastového chrániče na opěrném kolíku, kterým lze prodloužit ochranu přírůstu stromků, se negativně projevilo na intenzitě výškového a zejména tloušťkového přírůstu. Jedinci z této varianty pokusu vykazují 6 let po zvednutí chráničů průkazně menší tloušťku oproti stromkům s nezvednutými chránicemi a rostoucími volně v oplocence. Tloušťka kořenového krčku se u stromků s nezvednutými plastovými chránicemi (varianta A) po deseti letech růstu takřka vyrovnala s kontrolní variantou bez chráničů.

Z výsledků porovnání vývoje štíhllostního kvocientu buku pěstovaného v plastových chránicích a pouze v oplocence vyplývá, že během sle-

dovaných 10 let po výsadbě je zde zřejmá pozitivní tendence k posunu hodnoty štíhllostního kvocientu k hodnotám zaručujícím stabilitu stromků. U varianty A (nezvednutý plastový chránič) došlo 10 let po výsadbě k vyrovnání hodnot štíhllostního kvocientu s kontrolními výsadbami chráněnými pouze v oplocence. U varianty B (zvednutý plastový chránič) přetrvává po celou dobu sledování pozitivní trend nápravy štíhllostního kvocientu, ale po 10 letech byl stále ještě patrný vyšší (méně příznivý) a zároveň statisticky významný rozdíl oproti zbylým dvěma variantám. Z výsledků je tedy zřejmé, že sice „zvedání“ chráničů může být účelně využito k prodloužení ochrany přírůstu nadzemní části stromků, je ale třeba počítat s faktem, že náprava štíhllostního kvocientu, tj. stabilita nadzemních částí, se bude upravovat déle, což vyžaduje použití kvalitních opěrných kůlů.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- BARTOŠ J., JURÁSEK A. 2007. Vliv různých způsobů pěstování sadebního materiálu buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) ve školce na následný růst ve výsadbách do stadia zajištěné kultury. Zprávy lesnického výzkumu, 52: 293-301.
- CHAAR H., MECHERGUI T., KHOUAJA A., ABID H. 2008. Effects of treeshelters and polyethylene mulch sheets on survival and growth of cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings planted in northwestern Tunisia. Forest Ecology and Management, 256: 722-731.
- JURÁSEK A. 2003. Ovlivnění růstu sadebního materiálu buku lesního použitím plastových chráničů při zalesňování. Zprávy lesnického výzkumu, 48: 9-13.
- JURÁSEK A., BARTOŠ J. 2004. Dosavadní zkušenosti s použitím krytokořenného sadebního materiálu buku pěstovaného ve školce intenzivními postupy. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. června 2004. [Kostelec nad Černými lesy], Lesnická práce: 57-64.
- KJELGDREN R., MNTAGUE D.R., KUPP L.A. 1997. Establishment in treeshelters II: Effect of shelter color on gas exchange and hardiness. Horst Science, 32: 1284-1287.
- KRIEGL H. 2002. Růst cílových druhů dřevin v imisních polohách Krkonoše a Jizerských hor vysazených do porostů náhradních dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 47: 125-130.
- LEUGNER J., JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2007. Růstové reakce buku a jeřábu na použití plastových chráničů v různých přírodních podmínkách. In: Saniga M. et al. (eds.): Management of forests in changing environmental conditions. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 80-84.
- McCREARY D., COSTELLO L. R., TECKLIN J., JONES K., LABADIE D. 2002: The influence of treeshelters and irrigation on shoot and root growth of three California oak species. In: Proceedings of the fifth symposium on oak woodlands. Oaks in California's changing landscape. October 22-25, 2001, San Diego, California. Albany, Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Dept. of Agriculture: 387-395. General technical report, PSW-GTR-184.

SLENDERNESS RATIO OF EUROPEAN BEACH AND ITS CHANGES IN PLANTATIONS PROTECTED BY TREE SHELTERS**SUMMARY**

To replant the forest stand, the planting stock must be often protected from game browsing. Among many protective techniques used, trees can be protected individually using the plastic tree shelters. This is a demanding technique when planting stock of good quality must be used; it is also necessary to tamp down the soil around a lower part of the shelter that must be fixed on durable wooden post which help trees to keep an upright position. Young trees, however, should not rely on artificial support for a long time. Our study focuses on tree stability which is expressed by slenderness ratio. For the purpose of our study, we calculated it as total height/root collar diameter ratio. Plantation of European beech was investigated for 10 years within the experimental plot near Trutnov, northern Bohemia (beech with fir, mesotrophic ecosite). The experiment was established to compare two treatments (i) beeches protected by plastic tree shelters, (ii) beeches protected by fencing. In the 4th year the height of trees exceeded the height of shelters. At that time some shelters were elevated by 0.5 m to prolong a protection of tops of the beeches from browsing by ungulates; from then on, the experiment consisted of three treatments.

Our results confirmed a positive effect of properly installed shelters on height increment of trees. Trees in plastic shelters were higher compared to the treatment with fencing. The fenced beeches, however, started to keep up with those in shelters (Fig. 1). On the other hand, the trees protected by elevated shelters (B treatment) seem to lose an initial advantage as they show lower height and smaller root collar diameter compared to trees in shelters fixed to the ground and fenced trees. The root collar diameter of trees with unchanged plastic-shelter protection (A treatment) is nearly the same in comparison with fenced treatment (Fig. 2). The aforementioned differences were confirmed also for slenderness ratio. Greater growth rate in plastic shelters resulted in higher slenderness ratio; the trees can be considered unstable. As the trees overgrew the tops of shelters (A treatment) the slenderness ratio decreases. In 2010 the value was found to be comparable with fenced trees (Fig. 3). As for elevated shelters, the trees show also a descending value of the slenderness ratio. However, it is still significantly greater compared to the other treatments.

It can be concluded that a prolonged protection against browsing (B treatment) does not influence the growth of beeches positively. Moreover, the restoration of slenderness ratio requires more time which results in additional expenses. From this point of view, more demanding B treatment seems to be rather purposeless since the longer protection impedes growth and the stability of trees gets worse.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jan Bartoš, doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391; e-mail: bartos@vulhmop.cz, jurasek@vulhmop.cz

HYDROLOGICKÝ REŽIM MLADÝCH POROSTŮ SMRKU A BUKU VE VEGETAČNÍM OBDOBÍ NA EXPERIMENTÁLNÍ PLOŠE V ORLICKÝCH HORÁCH

HYDROLOGIC REGIME OF YOUNG NORWAY SPRUCE AND EUROPEAN BEECH STANDS IN GROWING SEASONS ON THE EXPERIMENTAL AREA IN THE ORLICKÉ HORY MTS

VLADIMÍR ŠVIHLA¹⁾ - VLADIMÍR ČERNOHOUS²⁾ - FRANTIŠEK ŠACH²⁾ - PETR KANTOR³⁾

¹⁾ *Fügnerova 809, Beroun*

²⁾ *Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno*

³⁾ *Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno*

ABSTRACT

Impact of the water component of mountain forests on vast surroundings of the Orlické hory Mts is substantial from water management viewpoint. Therefore, the system of silvicultural and hydrologic experimental objects was established. The Deštná stráň long-term research area was located in the zone of European beech, Norway spruce and silver fir mixed forest stands. The paper focuses on quantification of beech and spruce stand water regime and comparison of its water balance components. The principal objective is to judge their importance and environmental impact. The paper provides information about behaviour of group mixed beech and spruce mountain forest in terms of water component. Obtained results proved significance of differences in total runoff and interception between young stands of both tree species. Differences in evapotranspiration and dynamics of soil water content were not proved. Our findings are consistent with scientific knowledge and results of other research studies in similar conditions.

Klíčová slova: smrk, buk, mladé porosty, hydrologická bilance, horský svah, matematicko-statistická analýza, parametry hydrologické bilance, návrh druhové skladby

Key words: Norway spruce, European beech, young stand, hydrologic balance, mountain slope, mathematic-statistic analysis, water budget components, tree species composition design

ÚVOD

Výzkum vodního režimu smrkových a bukových porostů v šestém lesním vegetačním stupni (Ivs) Orlických hor jako podklad pro návrh druhové skladby vodohospodářsky významných horských lesů je dlouhodobě prováděn na experimentálním objektu Deštná stráň, založeném a provozovaném Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. – Výzkumnou stanicí v Opočně.

Typologicky jde o lesní typ 6K1 kyselá smrková bučina metlicová v nižší hornatině, patří do hospodářského souboru 53 – kyselá stanoviště vyšších poloh. Přirozený, vodohospodářsky důležitý les by zde měl mít zastoupení dřevin přibližně 50 % BK, 30 % SM a 20 % JD, hospodářský cíl je 60 % SM, 30 % BK, 10 % JD. Stacionár Deštné byl založen v roce 1976 na Deštné stráni se ZJZ expozicí ve výšce 890 m n. m. Při průměrných srážkách 1 566 mm za hydrologický rok byly v hodnoceném tříletém období 2004/2005 až 2006/2007 měřeny základní složky vodní bilance. Studované porosty měly v roce 2005 věk 24 let a nacházely se v růstové fázi tyčkoviny až tyčoviny. Podrobný popis experimentální plochy a výsledky rozsáhlého výzkumu obsahuje četná literatura (KANTOR 1995; KANTOR et al. 2005, 2006, 2007, 2008; ČERNOHOUS et al. 2009, 2010; ŠVIHLA et al. 2007).

Cílem práce bylo kvantifikovat rozdíly v hydrologické bilanci smrkového a bukového porostu ve vegetačních periodách 2005, 2006, 2007 a posoudit jejich významnost a environmentální dopad. Analýza má poskytnout globální představu, jak se chovají skupinovitě smíšené porosty smrku a buku ve vegetační periodě z hlediska parametrů hydrologické bilance.

METODIKA

Porovnání hydrologické bilance smrku a buku na výzkumné ploše Deštná stráň

Území experimentální plochy Deštná stráň se nachází v oblasti smíšených lesů smrku, buku a jedle. Experimentální výsledky z této plochy (KANTOR et al. 2005, 2006, 2007, 2008) umožnily provést porovnání jednotlivých komponent hydrologické bilance smrku a buku v letních obdobích 2005 – 2007 a následně stanovit jejich vliv na vodní režim smrkových a bukových lesů nižších hornatin ve vegetační periodě. Pro účely této studie bylo využito měření v letech 2005 – 2007 (viz tab.

Tab. 1.

Přehled veličin *HB* [rovnice č. 1] v roce 2005 – 2007 na výzkumné ploše Deštná stráž (průměrné denní hodnoty v mm v jednotlivých měsících)

Variables relating to hydrologic balance [equation Nr. 1] on the Deštná stráž research area during 2005 – 2007 growing season from May to October (mean daily values (mm) in individual months)

Rok/ Year	Měsíc/ Month	<i>HS(ef)</i>		<i>Q</i>		<i>ET</i>		Δw	
		SM	BK	SM	BK	SM	BK	SM	BK
2005	V	4,68	5,44	3,00	4,12	1,65	1,18	+0,03	+0,14
	VI	2,37	2,43	1,46	1,48	1,70	1,28	–0,79	–0,33
	VII	4,39	4,49	2,61	2,44	1,41	1,77	+0,37	+0,28
	VIII	2,72	2,74	1,55	1,39	1,48	1,68	–0,31	–0,33
	IX	1,78	1,90	0,80	0,99	0,78	0,76	+0,20	+0,15
2006	X	0,39	0,42	0,00	0,00	0,61	0,51	–0,22	–0,09
	V	5,28	5,54	4,06	4,19	1,58	1,52	–0,36	–0,17
	VI	2,47	2,48	1,14	1,33	1,60	1,35	–0,27	–0,20
	VII	2,28	2,36	1,48	1,62	1,19	1,07	–0,39	–0,33
	VIII	10,09	10,20	8,35	8,59	0,86	0,89	+0,88	+0,72
2007	IX	3,95	4,14	2,72	3,04	1,56	1,43	–0,33	–0,33
	X	2,13	2,16	1,50	1,65	0,43	0,32	+0,20	+0,19
	V	2,16	1,86	1,01	1,00	1,24	1,08	–0,09	–0,22
	VI	3,51	3,78	2,08	2,23	1,13	1,32	+0,30	+0,23
	VII	5,21	5,32	3,54	3,44	1,71	1,98	–0,04	–0,10
	VIII	1,90	2,27	1,02	1,32	1,15	1,20	–0,27	–0,25
	IX	4,68	4,63	3,01	2,92	0,91	1,12	+0,76	+0,59
	X	3,43	3,75	2,61	2,99	0,59	0,60	+0,23	+0,16
Σ		63,42	65,91	41,94	44,74	21,58	21,06	–0,10	+0,11
$\emptyset$		3,52	3,66	2,33	2,49	1,20	1,17	–0,01	0,01

HS(ef) – efektivní (porostní) srážky vypočtené z měřených hodnot = srážky volné plochy – intercepce + stok po kmeni (*effective, net precipitation calculated from measuring values = open area precipitation minus interception plus stemflow*); *Q* – celkový odtok stanovený měřením (*total runoff determined by measurement*); *ET* – evapotranspirace stanovená z měření užitím pedologické metody (KANTOR et al. 2009) (*evapotranspiration determined from measurement using pedological method*); Δw – změna půdní zásoby vody stanovená z měření (*change of soil water content determined by measurement*)

1), které bylo zhodnoceno na základě statistických metod korelace, regrese a testů významnosti rozdílných hodnot proměnných veličin hydrologické bilance (*HB*), viz MYSLIVEC (1957), JANKO (1937, 1951) a WAERDEN (1957). Měření byla ke zpracování vyjádřena jako denní průměry [$\text{mm} \cdot \text{den}^{-1}$] vypočtené pro 18 letních měsíců 2005 – 2007. Vstupní data, rukopisný způsob výpočtů a zobrazení jeho výsledků je vzorově uveden v 6 tabulkách a na jednom grafu u korespondenčního autora. Publikace všech podrobných výpočtů a obrázků by neúměrně zatížila rozsah statě (28 tabulek a 4 grafy). Pro případné zájemce jsou k dispozici v archivním páre tohoto příspěvku.

VÝSLEDKY

Korelace a regresní vztahy komponent hydrologické bilance smrku a buku ve vegetačním období

Korelační a regresní analýza vztahů proměnných veličin *HB* bukového a smrkového porostu na Deštné stráni byla provedena korelační metodou výpočtem korelačního koeficientu (*r*) a regresních přímek se stanovením jejich významnosti. K výpočtům korelačních a regresních koeficientů a jejich významnosti ve vztahu komponent hydrologické bilance SM a BK porostů byly zvoleny klasické statistické metody v programu Unistat pro Excel. Výsledky analýzy jsou zahrnuty v tab. 2.

Z tab. 2 je především patrné, že mezi odpovídajícími si komponentami *HB* předmětných lesních porostů SM a BK existují významně podobné reakce na stejné přírodní podmínky. Znamená to, že trendy přírodních procesů v nich jsou podobné a existující tendence v průběhu parametrů *HB* SM a BK nejsou ve vegetačním období příliš odlišné. Vysoká hodnota korelačních koeficientů *r* a blízkost hodnot regresních koeficientů *b* = 1 (vyšší než hranice 0,001 %) a střední hodnoty chyb regresních koeficientů *b* to dokládají.

To však neznamená, že jednotlivé hodnoty parametrů *HB* nemohou vykazovat podstatné rozdíly. Tato skutečnost vyplývá z hranic spolehlivosti regresních koeficientů s pravděpodobností 0,01. Například pro evapotranspiraci může být odchylka od naměřeného regresního koeficientu *b* s pravděpodobností $P = 0,01 \pm 38 \%$. Problém významnosti rozdílu v naměřených hodnotách proměnných veličin *HB* je proto nutno blíže určit testy jejich významnosti. Je ale také nutno konstatovat, že vypočtené regresní rovnice ukazují jen střední trendy vzájemných relací proměnných veličin *HB*.

Korelační a regresní analýza projevů jednotlivých veličin *HB* potvrdila, že SM a BK na Deštné stráni reagují na přírodní podmínky obdobně. Podobnost odtoků, evapotranspirace, intercepce a dynamiky vlhkosti SM a BK byla prokázána. Rozdíly v jednotlivých veličinách *HB* lze kvantifikovat jen v průměru. Odtok z BK porostu je v průměru o 2,4 % vyšší než ze SM porostu, evapotranspirace BK o 8,6 % nižší než SM, intercepce BK bez stoku po kmeni o 2,1 % vyšší než SM a dynamika vlhkosti půdy je u BK nižší o 27,6 % než SM. Významnost rozdílu lze kvantifikovat statistickými testy.

Tab. 2.

Korelace a regresní vztahy komponent hydrologické bilance mezi SM a BK na experimentální ploše Dešterská stráň
Correlation and regression of hydrologic balance components between Norway spruce (SM) and European beech (BK) young stands on the Dešterská stráň experimental area

veličina	parametr ¹	Korelační koeficient ²	Regresní koeficienty ³ vztahu $y(BK)=f[x(SM)]$		Hodnota ⁴ $P(t_p)$	Hodnota ⁴ $P(t_b)$	Hranice ⁵ b s 1 % P	Střední chyba ⁶ b P %
		r	a	b				
Celkový odtok ⁷ Q		0,988	0,101	1,024	0,000	0,000	0,909 1,138	3,9
Evapotranspirace ⁸ ET		0,865	0,080	0,910	0,000	0,000	0,523 1,296	13,2
Efektivní srážka ⁹ $HS(ef)$		0,995	0,065	1,021	0,000	0,000	0,948 1,094	2,5
Diference vlhkosti půdy ¹⁰ $\Delta w(a)$		0,956	0,010	0,724	0,000	0,000	0,562 0,886	5,5

Captions: ¹parameter, ²correlation coefficient, ³regression coefficients, ⁴P-value, ⁵limits, ⁶standard error, ⁷total runoff, ⁸evapotranspiration, ⁹net precipitation, ¹⁰soil moisture difference

Pozn.: rovnice regrese je lineární ve formě $y(BK) = b \cdot [x(SM)] + a$

Note: regression equation is linear as follows: $y(BK) = b \cdot [x(SM)] + a$

Slovní hodnocení ad tab. 2/Commentary added to Tab. 2

Vztah $Q(SM)$ a $Q(BK)$ je významný, BK má poněkud vyšší Q než SM.

Relation between $Q(SM)$ and $Q(BK)$ is significant; Q of beech young stand was a little greater than of spruce one.

Vztah $ET(SM)$ a $ET(BK)$ je významný, $ET(BK)$ je poněkud nižší než $ET(SM)$.

Relation between $ET(SM)$ and $ET(BK)$ is significant; ET of beech young stand was a little lower than of spruce one.

Vztah $HSef(BK)$ a $HSef(SM)$ je významný, intercepce BK je poněkud nižší než SM.

Relation between $HSef(SM)$ and $HSef(BK)$ is significant; interception of beech young stand was a little lower than of spruce one.

Vztah dynamiky vlhkosti půdy SM a BK je významný, dynamika vlhkosti půdy BK je nižší než SM.

Relation of soil moisture dynamics between SM and BK is significant; dynamics of soil water content in beech young stand was a little lower than in spruce one.

Tab. 3.

Matematicko-statistické hodnocení významnosti naměřených rozdílů proměnných veličin HB SM a BK porostů na Dešterské stráni
Tests of significance for differences of hydrologic-balance variables between spruce and beech young stands on the Dešterská stráň research area

Test	Parametr ¹	Hodnota testu ²	Významnost rozdílu hodnota P^3
dvouvýběrový F-test pro rozptyl ⁴	Q	1,072	0,444
	ET	1,107	0,418
	$HS(ef)$	1,052	0,459
	Δwa	1,745	0,130
Anova: dva faktory bez opakování ⁵	Q	5,14	0,037
	ET	0,30	0,592
	$HS(ef)$	7,30	0,015
	Δwa	0,11	0,744
	čas+		
	Q	164,20	0,000
	ET	13,64	0,000
	$HS(ef)$	390,71	0,000
	Δwa	24,12	0,000
dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu ⁶	Q	2,268	0,037
	ET	0,547	0,592
	$HS(ef)$	2,701	0,015
	Δwa	0,331	0,744
Wilcoxonův párový neparametrický pořadový test ⁷	Q	27	0,017
	ET	75	0,670
	$HS(ef)$	20	0,003
	Δwa	72,5	0,862

Captions: ¹sample characteristics; ²test value; ³significance of difference expressed by P-value; ⁴F-test for variances of two samples; ⁵two factors ANOVA; ⁶two variables paired t-test; ⁷Wilcoxon's paired nonparametric two variables rank test

Významnost rozdílů mezi proměnnými veličinami hydrologické bilance SM a BK porostů ve vegetačním období

Hodnocení významnosti rozdílů mezi proměnnými veličinami *HB* bukového a smrkového porostu na Dešenské stráni bylo pro období vegetačních period 2005 – 2007 provedeno klasickým dvouvýběrovým *F*-testem pro rozptyl, pro data uspořádaná do dvojic párovým *t*-testem na střední hodnotu, když tytéž výsledky dávala také dvoufaktorová analýza variance bez opakování. Aplikaci *t*-testu s úpravou na korelaci testovaných veličin (závislých znaků) pak již nebylo třeba provádět. Vzhledem k nenormalitě (variační koeficienty větší než 30 %, *P*-hodnoty Shapiro-Wilk testu normality menší než 0,05) a malým výběrům (*n* menší než 20) bylo smysluplné zejména pro *HS(ef)* a *Q* použít Wilcoxonův párový neparametrický pořadový test. Výsledky výpočtů jsou v tab. 3.

Klasický *F* test prokázal, že analyzovaná data jsou homogenní. Rozptyly diferencí proměnných veličin *HB*, *SM* a *BK* porostů nejsou významně rozdílné. To je základní předpoklad další analýzy. Rovněž je významné, že se neliší hnědé lesní půdy *SM* a *BK* porostu (cf. ŠVIHLA et al. 2007).

Dvoufaktorová analýza variance bez opakování řeší v prvním pořadí rozdíly naměřených hodnot proměnných veličin *HB* mezi *SM* a *BK* porosty, ve druhém pořadí tyto rozdíly hodnotí v časovém sledu, tj. jsou to rozdíly průměrných měsíčních hodnot (poznámka „čas“ v tab. 3).

Z tab. 3 je zřejmé, že

- celkový odtok ze *SM* a *BK* porostu se výrazně liší na hranici 1 % ≤ *P* ≤ 5 %,
- evapotranspirace *SM* a *BK* porostu se významně neliší,
- efektivní srážka *BK* a *SM* porostu se liší podle párového *t*-testu na hranici 1 % ≤ *P* ≤ 5 %, rovněž tak podle dvoufaktorové analýzy variance bez opakování,
- dynamika půdní vlhkosti *BK* a *SM* porostu se významně neliší,
- celkový odtok, evapotranspirace, efektivní srážka a dynamika vlhkosti u obou dřevin se mezi jednotlivými měsíci významně liší (*P* < 1 %),
- hnědé lesní půdy porovnávaných *SM* a *BK* porostů se svými parametry významně neliší (cf. ŠVIHLA et al. 2007).

DISKUSE

Regresní analýza umožňuje bližší kvantifikaci rozdílných hodnot jednotlivých veličin *HB*. Především je nutno komentovat výsledky analýzy regresních koeficientů (tab. 2). Hranice regresních koeficientů ukazují, že v případě velkého počtu dalších náhodných výběrů by platilo $b_i - \bar{b} < 0$ a $b_i - \bar{b} > 0$ zhruba stejně v 50 % případů, tj. regresních koeficientů menších než jsou vypočtené je stejně jako regresních koeficientů větších než jsou vypočtené. Z toho je zřejmé, že vypočtené regresní koeficienty $\bar{b}$ jsou průměrné hodnoty v případě velkého počtu náhodných výběrů.

Tento postup umožnil kvantifikovat rozdíly v naměřených hodnotách průtoků a porostních srážek, pro které byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi porosty *SM* a *BK*.

Pro celkový odtok *Q* [mm.den⁻¹] platilo (tab. 2)

$$Q(BK) = 1,024 \cdot Q(SM) + 0,101 \quad [\text{mm.den}^{-1}].$$

Je-li celkový průměrný odtok *SM* 2,33 mm.den⁻¹, pak průměrný odtok *BK*

$$Q(BK) = 1,024 \cdot 2,33 + 0,101 = 2,49 \quad [\text{mm.den}^{-1}].$$

Rozdíl byl $2,49 - 2,33 = 0,16 \text{ mm.den}^{-1} = 1,85 \text{ l/s/km}^2$. Je to 6,9 % průměrného „vegetačního odtoku“ *SM*. Přepočteno na vegetační periodu to dělá $29,411 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{veg. per.}$. To rozhodně není zanedbatelný objem vody, který dával v průměru *BK* porost v odtoku navíc oproti *SM*. Pro porostní srážku *HS(ef)* platilo

$$HS(ef, BK) = 1,021 \cdot HS(ef, BK) + 0,065 \quad [\text{mm.den}^{-1}].$$

Pro průměrnou porostní srážku *SM* 3,52 mm.den⁻¹ bude průměrná porostní srážka *BK*

$$HS(ef, BK) = 1,021 \cdot 3,52 + 0,065 = 3,66 \quad [\text{mm.den}^{-1}].$$

Rozdíl byl

$$3,66 - 3,52 = 0,14 \text{ mm.den}^{-1} = 25,76 \text{ mm/veg. per.} = 25.760 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{veg. per.}$$

více srážkové vody v *BK* porostu. Jsou to 4 % průměrného množství porostní srážky *SM*.

Celková hydrologická bilance je u *SM* porostu za období sledování 3 let (údaje jsou měsíční denní průměry ve vegetační periodě za 3 roky).

Hydrologická bilance celkem:

$$HS(ef) - Q(c) - ET + \Delta w(a) = 0 \quad [1] \\ 63,42 - 41,94 - 21,58 + 0,10 = 0 \quad [\text{mm za 18 měsíčních průměrů, celková } HB \text{ u } SM \text{ porostů za období 3 let}]$$

ročně:

$$648,3 - 428,7 - 220,6 + 1,0 = 0 \quad [\text{mm/veg. per. 184 dní}] \\ 100,0 - 66,1 - 34,0 + 0,1 = 0 \quad [\%].$$

Celková *HB* u *BK* porostu za hodnocené období sledování 3 let:

$$65,91 - 44,74 - 21,06 - 0,11 = 0 \quad [\text{mm/18 měsíčních průměrů}]$$

ročně:

$$673,7 - 457,3 - 215,3 - 1,1 = 0 \quad [\text{mm/veg. per. 184 dní}] \\ 100,0 - 67,8 - 32,0 - 0,2 = 0 \quad [\%].$$

Na Dešenské stráni ve vegetační periodě zhruba 2/3 porostních srážek otekly, 1/3 porostních srážek tvořila evapotranspirací. V celoročním období byl průměrný objemový součinitel odtoku na Dešenské stráni $C_{obj} = 0,81$. Pro malé horské povodí horního Labe je podle údajů ČHMÚ shodně $C_{obj} = 0,83$ (HORSKÝ et al. 1970). Ve vegetační periodě květen – říjen byl na Dešenské stráni v průměru objem odtoku 38 % odtoku ročního. Podle údajů literatury pro toky v horním povodí Labe to bylo 35 % odtoku ročního (NĚMEC 1964, 1965). Hydrologická bilance na Dešenské stráni zřejmě náleží do širšího rámce *HB* malých horských povodí. Také trendy statistické analýzy výsledků hydrologické bilance, tj. vyšší odtoky a nižší hodnoty intercepce v porostech *BK* v srovnání s porosty *SM* potvrdili další autoři (KANTOR, KLÍMA 1997; ARMBRUSTER et al. 2004). Malé rozdíly mezi evapotranspirací *BK* a *SM* jsou rovněž známy (RUBNER 1953).

Lze tedy uzavřít, že získané výsledky byly v trendech, které se od výsledků jiných autorů neliší. Cílem této práce bylo rozdíly v *HB* porostů *SM* a *BK* ve vegetační periodě kvantifikovat, posoudit jejich významnost a environmentální dopad. Analýza dala rovněž globální představu, jak se chovají skupinově smíšené *BK* a *SM* porosty z hlediska parametrů *HB*.

ZÁVĚRY

- 1) Trendy a časový sled parametrů hydrologické bilance porovnávání porostů SM a BK se podobají, oba porosty reagují na přírodní podmínky obdobně. Podobnost průběhu odtoků, evapotranspirace, intercepce a dynamiky půdní vlhkosti byla bezpečně prokázána.
- 2) Významnost rozdílů mezi parametry hydrologické bilance byla posouzena šesti matematicko-statistickými testy. Analýza vedla k závěrům:
 - celkový odtok SM a BK se významně liší a dosahuje v průměru o 1,85 l/s/km² vyšší hodnoty u BK ve vegetační periodě;
 - efektivní (porostní) srážka je v průměru o 25,8 mm vyšší u BK porostu za vegetační periodu;
 - evapotranspirace a dynamika půdní vlhkosti porovnávaného SM a BK porostu se významně ve vegetační periodě neliší;
 - parametry hydrologické bilance se jak u SM, tak u BK porostu ve sledu hodnocených let významně liší;
 - výsledky analýzy jsou v trendech, které se od výsledků práce jiných autorů neliší;
 - analýza umožňuje globální představu, jak se chovají skupinově smíšené BK a SM porosty z hlediska jejich vodní komponenty.

Poděkování:

Výsledky prezentované v příspěvku vznikly v rámci institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků Ministerstva zemědělství ČR, řešením výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“ a projektu NAZV QH92073 „Horské lesy – základní ekosystémy ovlivňující vodní bilanci, velké vody a suchá období v krajině“.

LITERATURA

- ARMBRUSTER M., SEEGER J., PEGER K. H. 2004. Effects of changes in tree species composition on water flow dynamics – model applications and their limitations. *Plant and Soil*, 264: 13-24.
- ČERNOHOUS V., KANTOR P., ŠACH F. 2009. Horské lesy – základní ekosystémy ovlivňující vodní bilanci, velké vody a suchá období v krajině. Opočno, VÚLHM – VS; Brno, Mendelova univerzita v Brně: 57 s.
- ČERNOHOUS V., KANTOR P., ŠACH F. 2010. Horské lesy – základní ekosystémy ovlivňující vodní bilanci, velké vody a suchá období v krajině. Opočno, VÚLHM – VS; Brno, Mendelova univerzita v Brně: 42 s.
- HORSKÝ L. et al. 1970. Hydrologické poměry ČSR. 3. díl. Praha, Hydrometeorologický ústav: 303 s.
- JANKO J. 1937. Základy statistické indukce. Praha, Státní úřad statistický: 224 s.
- JANKO J. 1951. Teorie náhodných výběrů – odhady a některé testy významnosti. Praha, České vysoké učení technické: 149 s.
- KANTOR P. 1995. Vodní režim smrkových a bukových porostů jako podklad pro návrh druhové skladby vodohospodářsky významných středohorských lesů. [Habilitation]. Brno, MZLU – LDF: 332 s.
- KANTOR P., KLÍMA S. 1997. Mikroklima a vodní bilance jedlo-bukového porostu v pahorkatině. *Lesnictví – Forestry*, 43: 333-345.
- KANTOR P., ŠACH F., ČERNOHOUS V., KARL Z. 2005. Srážkoodtokové poměry horských lesů a jejich možnosti při zmírňování extrémních situací – povodní a sucha. Projekt NAZV 1G67016. Redakčně upravená roční zpráva za rok 2005. Brno, MZLU v Brně; Jiloviště-Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 61 s.
- KANTOR P., ŠACH F., ČERNOHOUS V., KARL Z. 2006. Srážkoodtokové poměry horských lesů a jejich možnosti při zmírňování extrémních situací – povodní a sucha. Projekt NAZV 1G67016. Redakčně upravená roční zpráva za rok 2006. Brno, MZLU v Brně; Jiloviště-Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 54 s.
- KANTOR P., ŠACH F., ČERNOHOUS V., KARL Z. 2007. Srážkoodtokové poměry horských lesů a jejich možnosti při zmírňování extrémních situací – povodní a sucha. Projekt NAZV 1G67016. Redakčně upravená roční zpráva za rok 2007. Brno, MZLU v Brně; Jiloviště-Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 62 s.
- KANTOR P., ŠACH F., ČERNOHOUS V., KARL Z. 2008. Srážkoodtokové poměry horských lesů a jejich možnosti při zmírňování extrémních situací – povodní a sucha. Projekt NAZV 1G67016. Redakčně upravená závěrečná zpráva za rok 2008. Brno, MZLU v Brně; Jiloviště-Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 113 s.
- KANTOR P., ŠACH F., KARL Z., ČERNOHOUS V. 2009. Development of vaporization process from young stands of Norway spruce and European beech after snow breakage. *Soil and Water Research*, 4 (Special issue 2): 28-38.
- MYSLIVEC V. 1957. Statistické metody zemědělského a lesnického výzkumnictví. Praha, Československá akademie zemědělských věd ve Státním zemědělském nakladatelství: 555 s.
- NĚMEC J. 1964. Inženýrská hydrologie. Praha, Státní nakladatelství technické literatury: 235 s.
- NĚMEC J. 1965. Hydrologie. Praha, SZN: 237 s.
- RUBNER K. 1953. Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. Berlin, Neumann: 583 s.
- ŠVIHLA V., ŠACH F., KANTOR P., KULHAVÝ Z. 2007. Vyhodnocení hydroopedologického průzkumu na experimentálním lesohydrologickém objektu Deštná stráž v Orlických horách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52: 27-35.
- WAERDEN B. L. VAN DER 1957. Mathematische Statistik. Berlin, Springer: 436 s.

Použité symboly:

<i>HB</i>	hydrologická bilance
<i>a, b</i>	regresní koeficienty
<i>ET</i>	evapotranspirace
<i>F</i> (klasický)	poměr dvou rozptylů v analýze rozptylu dle Snedecora
<i>F</i> (faktorový)	veličina dvoufaktorového testu v analýze rozptylu
<i>HS(ef)</i>	efektivní (porostní) srážka
<i>n, N</i>	četnost souboru
<i>P(r), P(b)</i>	pravděpodobnost výskytu <i>r</i> , resp. <i>b</i>
<i>Q</i>	celkový odtok
<i>r</i>	korelační koeficient
<i>σ</i>	směrodatná odchylka
<i>t</i>	veličina Studentova testu
$\bar{x}, \bar{y}$	aritmetický průměr veličiny x_i resp. y_i
$\Delta w(a)$	diference vlhkosti půdy

HYDROLOGIC REGIME OF YOUNG NORWAY SPRUCE AND EUROPEAN BEECH STANDS IN GROWING SEASONS ON THE EXPERIMENTAL AREA IN THE ORLICKÉ HORY MTS

SUMMARY

Impact of the water component of mountain forests on vast surroundings of the Orlické hory Mts is substantial from water management viewpoint. Therefore, the system of silvicultural and hydrologic experimental objects was established. The Deštná stráž long-term research area was located in the zone of European beech, Norway spruce and silver fir mixed forest stands. The paper focuses on quantification of beech and spruce stand water regime and comparison of its water balance components. The principal objective is to judge their importance and environmental impact. The paper provides - on the basis of water budget components from three growing periods 2005, 2006 and 2007 (Tab. 1) - information about behaviour of group mixed beech and spruce mountain forest in terms of water component. Data were evaluated through correlation and regression analysis (Tab. 2) and statistical testing (Tab. 3). High correlation coefficients and regression coefficients close to 1 significantly proved similar running tendency of water budget elements in spruce and beech stands during the growing periods. Obtained results proved significance of differences in total runoff and interception between young stands of both tree species. Net precipitation under the beech stand was per a growing period by 26 mm greater in average than under the spruce stand. Total runoff from the beech stand reached in a growing period by $1.85 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ greater volume than that from the spruce stand. Differences in evapotranspiration and dynamics of soil water content were not proved. Our findings are consistent with scientific knowledge and results of other research studies in similar conditions.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. František Šach, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391; e-mail sach@vulhmop.cz

REPRODUKCE SINOKVĚTU CHRPOVITÉHO (*JURINEA CYANOIDES* (L.) Rchb.) V PODMÍNKÁCH *IN VITRO*

IN VITRO REPRODUCTION OF *JURINEA CYANOIDES* (L.) Rchb.

HELENA CVRČKOVÁ - JANA MALÁ - PAVLÍNA MÁCHOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

Protocol for *in vitro* propagation of critically endangered species *Jurinea cyanoides* (L.) Rchb. in the Czech Republic was established. The explant cultures were derived from vegetative shoots and seeds of endangered donor plants growing in open vegetation on the sandy dune in the isolated locality near Tišice in the Central Bohemia. The present number of these species individuals is so low that their natural reproduction is not guaranteed. *In vitro* cultivation is recognized as one of the important tools in the *ex situ* conservation. The induction of organogenesis and multiplication was successful on the modified MS medium (MURASHIGE, SKOOG 1962) with the concentration of substances 0.2 or 0.5 mg.l⁻¹ of BAP and 0.1 mg.l⁻¹ of IBA, 200 mg.l⁻¹ of glutamine, 200 mg.l⁻¹ of casein hydrolysate, 2 mg.l⁻¹ of glycine, 30 g.l⁻¹ of sucrose, 6 g.l⁻¹ of agar, pH adjusted to 5.8. Rooting of microcuttings was reached on the 1/3 concentration of basal MS with enhanced concentration of auxin 3 mg.l⁻¹ of IBA. The aim of this study was to initiate *in vitro* cultures to obtain large numbers of regenerated plantlets without disturbing the natural population. The preservation program was running in the cooperation with the Agency of Nature Protection.

Klíčová slova: sinokvět chrpovitý, kriticky ohrožený druh, reprodukce *in vitro*, organogeneze

Key words: *Jurinea cyanoides*, critically endangered species, reproduction *in vitro*, organogenesis

ÚVOD

S rostoucí civilizační zátěží klesá počet živočišných i rostlinných druhů, na druhou stranu se vyvíjí úsilí o zachování vymírajících jedinců a hledají se opatření pro jejich přežití a namnožení. Jedním z ohrožených rostlinných druhů je i sinokvět chrpovitý *Jurinea cyanoides* (L.) Rchb., který je na území České republiky silně ustupujícím druhem. Ochrana ohrožených druhů rostlin je právně zakotvena v zákoně o ochraně přírody a krajiny (zákon č. 114/92 Sb.) a příslušná vyhláška MŽP 395/1992 Sb. stanovuje ve třech kategoriích výčet chráněných druhů. Sinokvět chrpovitý je zařazen do nejohroženější kategorie mezi kriticky ohrožené druhy. Z botanického hlediska se jedná o vytrvalou bylinu, patřící do čeledě hvězdnicovitých, s výškou od 25 cm do 60 cm, s dlouhým větvenovitým nebo křovitým, málo větveným kořenem, sahajícím do hloubky až 2 m a vytvářejícím podzemní výběžky. Lodyhy jsou přímé, jednoduché nebo chudě větvené, podélně rýhované. Přízemní listy jsou dlouze řapíkaté, čepel je peřenosečná s 5 – 6 páry čárkovitých úkrojků, na lici řídce pavučinatá, na rubu šedobíle plstnatá, dolní lodyžní listy jsou podobného tvaru, horní často jen s 1 – 2 páry úkrojků nebo celistvé. Úbory jsou kulovité, o velikosti 2 – 3 cm v průměru, jednotlivé na konci lodyhy. Květy mají červenofialovou korunu a plody jsou žlutobíle ochmýřené nažky. Roste na výslunných písčínách v místech s nezapojeným až velmi chudým porostem bylin. Souvisle je rozšířen v oblasti Běloruska, Ukrajiny, jihu Sibíře až po Altaj. V Evropě jsou to pouze izolované lokality reliktního charakteru. Ještě koncem 19. století se v České republice vyskytovaly

početné populace na písčínách středního Polabí, především na Nymbursku. Ústup tohoto druhu je však pozorován již od 30. let minulého století. Ubývání tohoto druhu souvisí též s omezenou možností generativního rozmnožování, z důvodů malého množství životaschopných semen, poškozování květů a semen fytofágním hmyzem a nevhodnými podmínkami pro klíčení. Vegetativní rozmnožování podzemními výběžky je v posledních letech pravděpodobně jediný způsob reprodukce (KUBÁT 2004). HRČKA (2008) uvádí, že opakovaně je ověřována pouze jediná lokalita v přírodní památce Píščina u Tišic, kde přežívá v izolované populaci pouze několik rostlin (obr. 1).

Z důvodu neustálého poklesu zbývajících rostlin byl pro tento druh vypracován speciální záchranný program. Jedním z možných způsobů zachrany ohroženého druhu je jeho zachování v podmínkách *in vitro*. Práce se zaměřila na studium biotechnologických postupů mikropropagace sinokvětu chrpovitého od založení primární kultury po získání kompletní zakořeněné rostliny. Formou explantátových kultur lze konzervovat genové zdroje a odvozené výpěstky mohou sloužit jako výchozí reprodukční materiál pro zpětnou introdukci do jejich původních ekosystémů. Pro založení množitelé populace *in vitro* byla z mikropropagačních postupů zvolena metoda organogeneze, která byla ověřena při reprodukci cenných populací listnatých dřevin (MALÁ et al. 1999), ohrožených bylin, např. hořce jarního (MALÁ et al. 2003a) nebo nízkého keře lýkovce vonného (MALÁ, BYLINSKÝ 2004). Při organogenezi vznikají orgány nebo jejich soubory, nevzniká však bezprostředně celistvá rostlina. Zajištěním vhodných kultivačních pod-

**Obr. 1.**

Sinokvět chrpovitý (*Jurinea cyanooides* (L.) Rchb.) na lokalitě Píščina u Tišic (foto J. Dostál)

Fig. 1.

Jurinea cyanooides (L.) Rchb. in the locality Píščina near Tišice (photo J. Dostál)

mínek – nejdůležitější je složení a poměr fytohormonů – se indukuje regenerace axilárních nebo adventivních pupenů, které prorůstají ve výhony. Abychom získali kompletní rostlinu, musíme určitým postupem nechat výhony zakořenit (PROCHÁZKA et al. 1998). Namnožení explantátových kultur probíhá v tzv. multiplikační fázi a je především ovlivněné nutričními a hormonálními podmínkami kultivace. U některých druhů jsou tyto podmínky stejné jako při zakládání primárních kultur, u jiných je nutná pasáž na média jiného složení. Optimalizací kultivačních podmínek, především vhodným poměrem fytohormonů, lze dosáhnout vysokého množitelského koeficientu výhonů.

Cílem této práce bylo založit *in vitro* kultury z kriticky ohrožených rostlin sinokvětu chrpovitého pro posílení stávající populace, jejíž existence je vzhledem k omezené možnosti přirozeného rozmnožování a negativního dopadu nepříznivých vlivů okolí silně ohrožena. Významnou předností mikropropagací je, že při zakládání explantátových kultur se vychází z malého množství rostlinného materiálu a nedochází k poškozování přírodní populace.

MATERIÁL A METODIKA

Pro založení explantátových kultur byly odebrány v jarním období ze čtyř různých rostlin po jednom kusu vegetační výhony asi 4 cm dlouhé a na konci léta (srpen) semena (10 ks). Výhony byly sterilizovány v dezinfekčních prostředcích 10% Sekusept[®] forte (Farmak joint company, CR) 5 minut a v 1% NaClO (Savo, Bochemie CR) 10 minut, následně byly třikrát promyty ve sterilizované destilované vodě. Semena byla sterilizována v přípravku Bacillol[®] plus (Bode Chemie Hamburg) 5 minut a 1% NaClO (Savo, Bochemie CR) 15 minut, poté také třikrát promyta ve sterilizované destilované vodě. Takto ošetře-

né výhony a semena byly umístěny na agarové živné médium (50 ml média v Erlenmeyerově 100ml baňce). K indukci organogeneze byly testovány základní komponenty kultivačních médií MS (MURASHIGE, SKOOG 1962) a WPM (LLOYD, McCOWN 1981) doplněné 30 g.l⁻¹ sacharózou, 6 g.l⁻¹ agarem, pH bylo upraveno na 5,8 a experimentálně byly odzkoušeny různé modifikace koncentrací cytokininu BAP, auxinu IBA, aminokyseliny glutaminu a bílkoviny hydrolyzát kaseinu. Kultivace probíhala v klimatizovaných podmínkách při teplotě 24 °C, 16hodinové světelné fotoperiodě, s osvětlením o intenzitě 30 μmol.m⁻².s⁻¹. Proliferace nasazených explantátů v prýty trvala přibližně 8 – 12 týdnů. Po úspěšném založení primárních kultur byly narostlé listové růžice přesazeny na multiplikační médium, které indukuje namnožení výhonů. Experimentálně se ověřovalo složení multiplikačního média, především koncentrace a poměr rostlinných hormonů, pro získání vyššího počtu explantátových kultur. Interval mezi pasážemi se pohyboval mezi 4 – 7 týdny. Kultivační podmínky (teplota, režim a intenzita osvětlení) při multiplikaci byly stejné jako při indukci organogeneze primárních explantátů. Vícevrcholové kultury byly použity pro kultivaci v explantátové bance a pro pokusy se zakořeňováním. Pro získání kompletních rostlin byly listové růžice přesazeny na agarové živné médium MS s třetinovou koncentrací mikroelementů a makroelementů, se sníženým obsahem sacharózy (10 g.l⁻¹), bez cytokininů a byly testovány zvýšené koncentrace auxinů (IBA – kyselina indolyl-3-máselná, NAA – α-naftyloctová kyselina). Kultury byly umístěny ve stejných kultivačních podmínkách jako při zakládání kultur a následné multiplikaci, pouze prvních 7 dní byly zakořeňované výhony umístěny ve tmě za účelem zvýšení procenta zakořenění. Poté byly rostliny přesazeny na médium stejného složení bez fytohormonů a vystaveny 16hodinové světelné fotoperiodě. Rostliny, u kterých se vytvořily kořínky, byly přesazeny do sadbovačů s perlitem a pravidelně dvakrát týdně zalévány bazálním médiem MS

Tab. 1.

Efektivnost mikropropagace sinokvětu chrpovitého
Efficiency of *Jurinae cyanoides* micropropagation

Odvozené linie/ Derived lines	Počet namnožených kultur po 4 měsí- cích kultivace/Number of propagated cultures after 4-months cultivation	Počet namnožených kultur po 16 měsí- cích kultivace/Number of propagated cultures after 16-months cultivation
S1	4	20
S2	5	22
S3	7	17
S4	6	17
S5	7	25

Poznámka: Linie S1, S2, S3, S4 založeny z vegetativních výhonů, linie S5 založena ze semen (10ks)
Note: Lines S1, S2, S3, S4 derived from vegetative shoots, line S5 derived from 10 seeds

Tab. 2.

Vliv rozdílných koncentrací cytokininu BAP (6-benzylaminopurin) na multiplikaci sinokvětu chrpovitého
Influence of different concentrations of cytokinin BAP (6-benzylaminopurine) on multiplication of *Jurinae cyanoides*

Odvozené linie/ Derived lines	Průměrný počet výhonů na kulturu ± SD na médiu s BAP 0,2 mg.l ⁻¹ /Avera- ge number of shoots per culture ± SD on medium with 0.2 mg.l ⁻¹ of BAP	Průměrný počet výhonů na kulturu ± SD na médiu s BAP 0,5 mg.l ⁻¹ /Avera- ge number of shoots per culture ± SD on medium with 0.5 mg.l ⁻¹ of BAP
S1	6,2 ± 2,4	4,6 ± 1,8
S2	5,8 ± 1,9	4,4 ± 1,9
S3	3,9 ± 1,7	4,8 ± 2,1
S4	4,2 ± 1,8	5,4 ± 1,9
S5	7,2 ± 2,6	4,4 ± 2,2

Poznámka: Linie S1, S2, S3, S4 založeny z vegetativních výhonů, linie S5 založena ze semen (10ks)
Note: Lines S1, S2, S3, S4 derived from vegetative shoots, line S5 derived from 10 seeds

ředěným 1 : 10 destilovanou vodou. Kultury byly v této fázi vývoje kultivovány při teplotě 20 °C, stále intenzitě osvětlení 30 μmol.m⁻².s⁻¹ a z důvodu uchování vyšší vzdušné vlhkosti zakryty průhledným boxem. Po čtyřech týdnech byly kořenní rostliny přesazeny do nesterilního substrátu tvořeného směsí zeminy, rašeliny, perlitu a postupně aklimatizovány na 70% relativní vzdušnou vlhkost.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Zachování genových zdrojů mikropropagací bylo již úspěšně využito u řady ohrožených druhů rostlin i lesních dřevin (MALÁ et al. 2002, 2003b, 2005, 2007, 2009; MÁCHOVÁ et al. 2009, 2011; NOVOTNÝ et al. 2008) a získané explantátové kultury jsou uchovávány v bance explantátů Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Pro záchranu sinokvětu chrpovitého metodou *in vitro* byla použita metoda organogeneze a podařilo se založit 4 linie explantátových kultur z vegetativních výhonů, které byly označeny S1 až S4 a linii ze semen označenou S5. Úspěšnost namnožení kultur je znázorněna v tab. 1. Procento úspěšnosti zakládání kultur je velmi ovlivněno možností sterilizace primárních explantátů z důvodu různé citlivosti rostlinného materiálu ke sterilizační látce a zároveň stupněm odolnosti kontaminujících infekčních mikroorganismů (bakterie, plísňe). Nedostatečná sterilizace výchozího rostlinného materiálu je nejčastější příčinou odumření výchozího explantátu. Další příčinou neúspěchu mohou být

odlišné nutriční a kultivační nároky různých druhů rostlin. Experimentálně bylo ověřeno, že pro indukci organogeneze u sinokvětu chrpovitého je nejvhodnější živné médium obsahující základní komponenty MS (MURASHIGE, SKOOG 1962) média, ke kterému byly přidány cytokinin BAP 0,2 mg.l⁻¹, auxin IBA 0,1 mg.l⁻¹, glutamin 200 mg.l⁻¹, hydrolyzát kasein 200 mg.l⁻¹, glycin 2 mg.l⁻¹, sacharóza 30 g.l⁻¹, agar 6 g.l⁻¹; pH bylo upraveno na 5,8. Stabilizované explantátové kultury byly získány po 2 – 3 pasážích na čerstvá kultivační média. V multiplikační fázi se sledoval počet nových výhonů vytvořených během jedné pasáže, to je v rozmezí 6 – 7 týdnů a bylo ověřováno vhodné složení živného média pro získání vyššího počtu výhonů (tab. 2). U linií S1, S2 a kultur odvozených od semen označených S5 byl v průměru získán vyšší počet výhonů na médiu MS stejného složení jako při zakládání kultur, u linií S3 a S4 bylo získáno více výhonů na modifikovaném MS médiu při zvýšené koncentraci cytokininu BAP (6-benzylaminopurin) 0,5 mg.l⁻¹. Stabilizované multiplikujiící se kultury jsou uloženy v klimatizované kultivační místnosti a pasážují se v průměru jednou za šest týdnů na čerstvá kultivační média, současně je sledován zdravotní stav explantátových kultur a výskyt kontaminací (obr. 2). Kvalita mikropropagovaného materiálu je kontrolována na základě morfologických znaků. U listů a výhonů se sledují barva, tvar, délka a počet. Namnožené výhony sinokvětu chrpovitého byly také využity k pokusům se zakořeňováním. Nejvyšší procento zakořeňovaných rostlin (40 %) se získalo na médiu MS s třetinovou koncentrací makroelementů i mikroelementů, se sníženým obsahem cukru 10 g.l⁻¹, obsahem glutaminu 2 mg.l⁻¹, glycinu 2 mg.l⁻¹, bez cytokininů a se zvýšeným obsahem auxi-



Obr. 2.
Multiplikace sinokvětu chrpovitého (foto J. Dostál)

Fig. 2.
Multiplication of *Jurinea cyanoides* (photo J. Dostál)

nu IBA (kyselina indolyl-3-máselná) v koncentraci 3 mg.l^{-1} . Pro reintrodukcii odvozených rostlin probíhají pokusy s aklimatizací a jejich převodem do venkovních podmínek.

Z dostupné literatury není známo, že by sinokvět chrpovitý byl reprodukován mikropropagací v ČR nebo i v zahraničí. Postupy mikropropagace byly zpracovány pro některé druhy rostlin totožného rodu nebo ze stejné čeledě a nejčastěji se u nich osvědčily základní komponenty média MS (MURASHIGE, SKOOG 1962) obdobně jako u sinokvětu chrpovitého. Například pro řebříček tužebníkový (*Achillea filipendulina* cv. 'Parker') bylo nejlepších výsledků dosaženo na modifikovaném médiu MS s rostlinnými hormony IAA 1 mg.l^{-1} , BA 2 mg.l^{-1} a s 16hodinovou světelnou fotoperiodou (EVENOR, REUVENI 2004). Metoda organogeneze na modifikovaném MS médiu byla též uplatněna u pelynku černobýlu (*Artemisia vulgaris* L.) pro namnožení vyselektovaných klonů pro léčebné účely (SUJATHA, KUMARI 2007). Autoři DHAKA, KOTHARI (2005) uvádí v protokolu pro hromadnou mikropropagaci léčivé rostliny eklipty bílé (*Eclipta alba* (L.) HASSK) jako optimální živné médium pro proliferaci výhonů rovněž MS médium, s cytokininem benzylaminopurinem (BAP) o koncentraci 1 mg.l^{-1} .

Problematiku mikropropagace sinokvětu – *Jurinea albicaulis* subsp. kilaea, druhu rostoucího v oblasti písčiny dun na bulharském pobřeží Černého moře, řešili autoři PANAYOTOVA et al. (2008) v rámci záchranného programu zachování ohrožených druhů rostlin. Kultury byly založeny ze semen a kultivace nejlépe probíhala opět na MS médiu s přidáním rostlinných hormonů BAP 1 mg.l^{-1} a NAA $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$, tj. za použití vyšších koncentrací hormonů a odlišného auxinu než bylo optimalizováno v našich podmínkách pro sinokvět chrpovitý.

ZÁVĚR

Pro sinokvět chrpovitý byly vypracovány biotechnologické postupy mikropropagace. Kultivace v podmínkách *in vitro* představuje jednu z možností dlouhodobého udržení biodiverzity genových zdrojů rostlin a dřevin. Sinokvět chrpovitý je zařazený do kategorie kriticky ohrožených druhů rostlin a jeho výskyt v několika jedincích je monitorován už pouze na lokalitě ve středním Polabí poblíž obce Tišice. Záchrana tohoto druhu probíhala ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR v rámci záchranného programu. Explantátové kultury se podařilo založit ze semen i vegetativních částí výhonků a jako nejvhodnější živné médium pro multiplikaci sinokvětu se osvědčilo MS (MURASHIGE, SKOOG 1962) médium s přidáním rostlinných hormonů cytokininu BAP v koncentracích $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$ nebo $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ a auxinu IBA v koncentraci $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$. Kultury jsou kultivovány v bance explantátů a napěstované rostliny z *in vitro* kultur budou sloužit k dalším studijním účelům, např. testování genetické stability, vitality a podmínek aklimatizace při převodu do venkovních podmínek.

Poděkování:

Poznátky byly získány v souvislosti s řešením výzkumného záměru MZE0002070203.

LITERATURA

- DHAKA N., KOTHARI S. L. 2005. Micropropagation of *Eclipta alba* (L.) HASSK – an important medicinal plant. *In vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*, 11: 658-661.
- EVENOR D., REUVENI M. 2004. Micropropagation of *Achillea filipendulina* cv. 'Parker'. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 79: 91-93.
- HŘČKA D. 2008. Píščina u Tuhaně. *Ochrana přírody*, 63 (2): 9-11.
- KUBÁT K. 2004. *Jurinea*. CASS. – sinokvět. In: Slavík B., Štěpánková J. (eds.): Květena České republiky. 7. Praha, Academia: 373-376.
- LLOYD G., McCOWN H. B. 1981. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia* by use of shoot tip culture. *Combined Proceedings, International Plant. Propagators' Society*, 30: 421-427.
- MÁCHOVÁ P., MALÁ J., CVRČKOVÁ H., DOSTÁL J. 2009. Optimalizace mikropropagace jeřábu břeku. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: 218-222.
- MÁCHOVÁ P., MALÁ J., CVRČKOVÁ H. 2011. Biotechnologické postupy při záchraně kriticky ohroženého druhu hořce jarního (*Gentiana verna* L.). *Zprávy lesnického výzkumu*, 56: 38-42.
- MALÁ J., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., ŠÍMA P. 1999. Využití mikropropagace při záchraně cenných populací ušlechtilých listnatých dřevin. *Zprávy lesnického výzkumu*, 44 (4):6-10.
- MALÁ J., CVIKROVÁ M., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., MARTINCOVÁ J. 2002. Reprodukce ohrožených populací třešně ptačí (*Prunus avium*) *in vitro*. *Zprávy lesnického výzkumu*, 47 (1): 5-8.
- MALÁ J., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., KIRSCHNEROVÁ L. 2003a. Micropropagation of critically endangered *Gentiana verna* L. by explant cultures. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*, 20: 89-93.
- MALÁ J., ČÍŽEK V., MÁCHOVÁ P., CVRČKOVÁ H., ČÍŽKOVÁ L. 2003b. Effective use of micropropagation processes for aspen reproduction. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*, 20: 83-87.
- MALÁ J., BYLINSKÝ V. 2004. Micropropagation of endangered species *Daphne cneorum*. *Biologia plantarum*, 48: 633-639.
- MALÁ J., MÁCHOVÁ P., CVRČKOVÁ H., ČÍŽKOVÁ L. 2005. Využití mikropropagace pro reprodukci genových zdrojů vybraných ušlechtilých listnatých dřevin (*Malus sylvestris*, *Pyrus pyraeaster*, *Sorbus torminalis*, *S. aucuparia* a *Prunus avium*). *Zprávy lesnického výzkumu*, 50: 219-224.
- MALÁ J., CVIKROVÁ M., CHALUPA V. 2007. Micropropagation of mature trees of *Ulmus glabra*, *Ulmus minor* and *Ulmus laevis*. In: Jain S. M., Häggman H. (eds.): *Protocols for micropropagation of woody trees and fruits*. Dordrecht, Springer: 237-246.
- MALÁ J., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., KIRSCHNEROVÁ L. 2009. Mikropropagace hořce jarního (*Gentiana verna* L.). Recenzovaná metodika. Strnady. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 16 s. Lesnický průvodce 11/29.
- MURASHIGE T., SKOOG F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15: 473-497.
- NOVOTNÝ P., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., MALÁ J. 2008. Množení tisí červeného (*Taxus baccata* L.) *in vitro* jako možný příspěvek k záchraně a reprodukci genetických zdrojů této dřeviny v ČR. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53: 110-115.
- PANAYOTOVA L. G., IVANOVA T. A., BOGDANOVA Y. Y., GUSSEV CH. V., STANILOVA M. I., BOSSEVA Y. ZH., STOEVA T. D. 2008. *In vitro* cultivation of plant species from sandy dunes along the Bulgarian Black Sea coast. *Phytologia Balcanica*, 14 (1): 119-123.
- PROCHÁZKA S., MACHÁČKOVÁ I., KREKULE J., ŠEBÁNEK J. 1998. *Fyziologie rostlin*. Praha, Academia: 484 s.
- SUJATHA G., KUMARI B. D. R. 2007. Effect of phytohormones on micropropagation of *Artemisia vulgaris* L. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29:189-195.

Použité zkratky:

BAP – 6-benzylaminopurin

BA – benzyl adenin

IBA – kyselina indolyl-3-máselná

IAA – kyselina indolyl-3-octová

NAA – α-naftyloctová kyselina

NaClO – chlornan sodný

In vitro* REPRODUCTION OF *Jurinea cyanoides* (L.) Rchb.*SUMMARY**

Micropropagation protocol was developed for *Jurinea cyanoides*, the critically endangered species in the Czech Republic. *J. cyanoides* is the perennial plant of the family *Asteraceae* growing to a height of 25 – 60 cm. The straight stem is largely formed with lateral shoots and taproot runs over 2 m length. The leaves are lanceolate or liny. This plant produces flowers of 2 – 3 cm in diameter from July to September. *J. cyanoides* is Eurasian continental plant and in the Middle Europe occurs only in several isolated localities. Several individuals can be found in the open vegetation on the sandy dune in the locality near Tišice in the Central Bohemia (Fig. 1). In this study, induction of organogenesis, multiplication, rooting was developed for establishing explant cultures of this species of plant. The vegetative shoots and seeds from the endangered donor were sampled in the spring or in the autumn. The sterilized shoots and seeds for induction of organogenesis were tested on the modified MS medium (MURASHIGE, SKOOG 1962) and on the modified WPM medium (LLOYD, MCCOWN 1981). The cultures were cultivated in the acclimatized conditions at 24 °C and for 16h photoperiod by the white fluorescent light (30 nmol.m⁻².s⁻¹). The induction of organogenesis was successful on the modified MS medium (MURASHIGE, SKOOG 1962) with the concentration of substances 0.2 mg.l⁻¹ of BAP and 0.1 mg.l⁻¹ of IBA, 200 mg.l⁻¹ of glutamine, 200 mg.l⁻¹ of casein hydrolysate, 2 mg.l⁻¹ of glycine, 30 g.l⁻¹ of sucrose, 6 g.l⁻¹ of agar, pH adjusted to 5.8. Efficiency of *Jurinea cyanoides* micropropagation after 4 months and 16 months of cultivation is described in Tab. 1. Multiplication of adventive shoots was reached on the medium of the same composition as for organogenesis induction with lines S1, S2, S5. Line S3, S4 reached more shoots with increased concentration of BAP 0.5 mg.l⁻¹ (Tab. 2, Fig. 2). Multiplied shoots were used for subsequent multiplications or for rooting experiments. For rooting the shoots were transferred on the 1/3 concentration of basal MS medium without cytokinins and with the enhanced concentration of auxins. We tested different concentrations of auxins IBA and NAA. Rooting was done under same cultivation conditions like organogenesis induction and multiplication. The shoots rooted in the lower concentration (1/3) of basal agar MS medium with the increased concentration of auxin IBA (3 mg.l⁻¹) with 40% success. The rooted cultures were transplanted into perlite and watered by the basal MS medium without phytohormones and sucrose diluted by distilled water 1 : 10. The cultures were cultivated in the constant cultivation conditions at 20 °C under 24h white fluorescent light (30 nmol.m⁻².s⁻¹). After four weeks the plantlets were transplanted into the non-sterile substrate (mix of compost, peat, perlite) and gradually adapted and acclimatized for outplanting. Micropropagated cultures of *Jurinea cyanoides* are maintained in the Bank of Explants of the Forestry and Game Management Research Institute for reintroduction of these plant species.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Helena Cvrčková, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i
 Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
 tel.: 257 892 268; e-mail: cvrckova@vulhm.cz

VLIV RUŠNÝCH TURISTICKÝCH TRAS NA INTENZITU VYUŽÍVÁNÍ OKOLNÍCH EKOSYSTÉMŮ SPÁRKATOU ZVĚŘÍ V REGIONU MODRAVA (NP ŠUMAVA)

THE EFFECT THE BUSY TOURIST ROUTES HAVE ON INTENSITY USE OF SURROUNDING ECOSYSTEM BY UNGULATE GAME IN NP ŠUMAVA

ANTONÍN KOŠNÁŘ – ROMANA RAJNYŠOVÁ – TOMÁŠ ZÍKA

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

ABSTRACT

In many protected areas it is the aim to preserve biodiversity as well as to promote recreational activities. These objectives, however, may conflict if human activities reduce animal use of protected habitat. In this paper, we present the results of experiments which were carried out in the Šumava National Park (South Bohemia) from April 11 to November 28, 2010. To determine if human disturbance affected the area-use pattern of wild ungulates (Red deer and Roe deer), we conducted census of faecal pellet groups along two tourist roads (Novobřežnická and Pramenská) in the region of Modrava. On the basis of our findings we determined that anthropogenic disturbance has negative effect on the ability of ungulates to use ecosystems in close proximity to busy tourist routes. Red deer showed a greater level of shyness. We also observed that each of the two species had a preference for a spruce stand of different age.

Klíčová slova: cesty, rušení, spárkatá zvěř, chráněné oblasti

Key words: routes, disturbance, ungulates, protected areas

ÚVOD

Jedním z hlavních posláních národních parků je snaha o zachování co možná nejvyšší míry biodiverzity. Zároveň však působí i jako významná centra turistického ruchu. Bohužel, sloučení funkce ochrany zvláště cenných ekosystémů a v nich žijících živočichů s funkcí rekreačních center není v těchto oblastech nejjednodušší (DUCHENSE et al. 2000). Zvláště citlivě na lidskou přítomnost reagují populace spárkaté zvěře, přičemž její pastevní činnost je pro dlouhodobé fungování řady cenných ekosystémů stěžejní (AUGUSTINE, McNAUGHTON 1998). Studie zaměřené na působení stresu u spárkaté zvěře v důsledku antropogenní činnosti také poukazují na výrazné zhoršení jejího zdravotního stavu, které může vést společně s dalšími okolnostmi až k úhynu často rušeného jedince (PARKER et al. 1984; NUSSEY et al. 2007). V posledních letech se také stále více studií zabývá negativními dopady rozvoje dopravní infrastruktury. Hlavním z nich je fungování např. silničních tahů, ale i rušných turistických tras, jako umělých překážek v migraci zvěře. V důsledku fragmentace krajiny dochází u mnoha populací volně žijících živočichů k omezení výměny genetických informací, což může při menší četnosti jedinců daného druhu vést až k jejich vymírání (FORMAN, ALEXANDER 1998; COFFIN 2007). Často opomíjeným problémem však zůstává vysoká koncentrace návštěvníků na vyznačených turistických trasách či stezkách (PELLETIER 2006). Lidé vyrazí do přírody za oddychem, fotografováním nebo cykloturistikou a ani si mnohdy neuvědomují krátkodobé i dlouhodobé dopady těchto aktivit na místní divoce žijící populace. U spárkaté zvěře

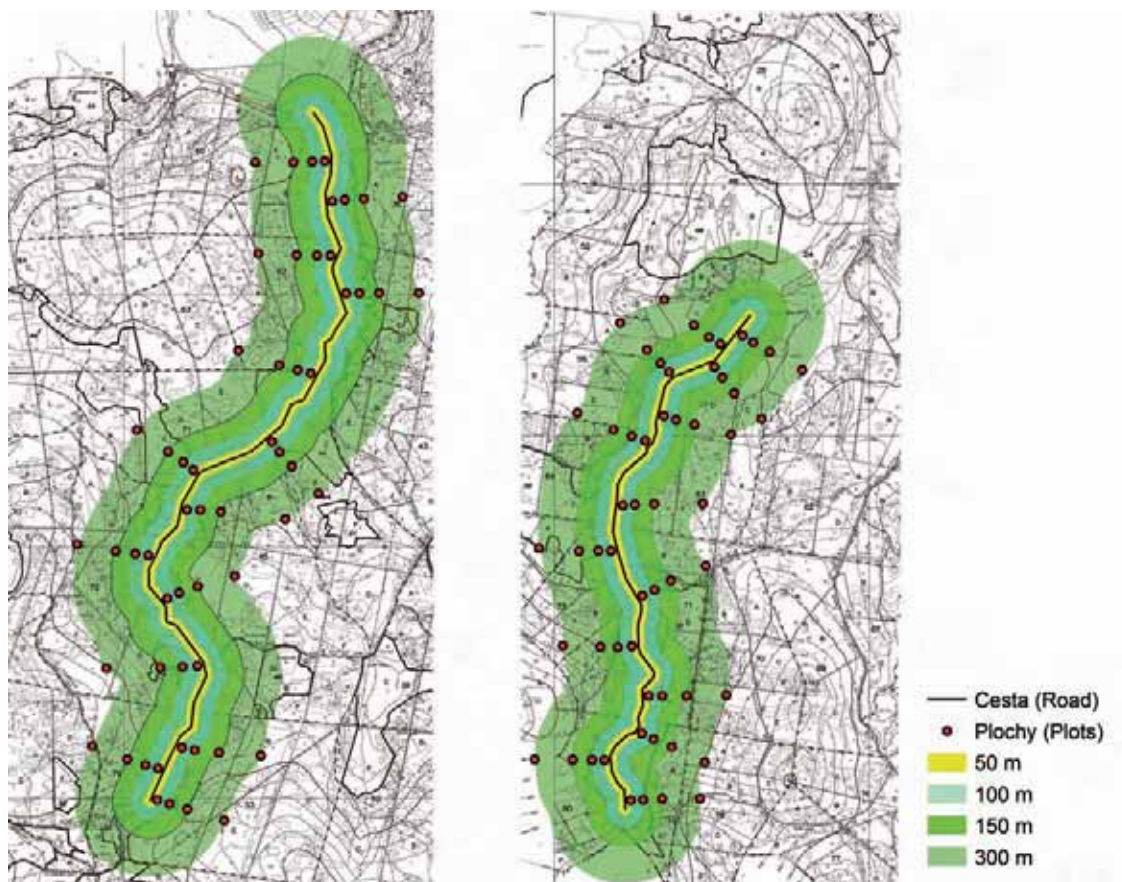
se jedná především o dlouhodobé narušení pastevních period, neboť zvěř většinu dne tráví v neustálé ostražitosti (CHILDRESS, LUNG 2003; HUNTER, SKINNER 1998). KERLEY et al. (2002) také poukazuje na nebezpečí dlouhodobé stresové zátěže zvěře ve vztahu k jejím reprodukčním možnostem. Na druhé straně je třeba upozornit na vysokou schopnost adaptace spárkaté zvěře i na velmi intenzivní antropogenní činnost a její stále častější výskyt v silně urbanizované krajině (DITCHKOFF et al. 2006). Snad nejmarkantněji v tomto směru působí pronikání jedinců prasete divokého do městských aglomerací (CAHILL et al. 2003; HESPELER 2007). Jako příčiny tohoto jevu literatura uvádí např. zvýšené stavy místních populací spárkaté zvěře (CÔTÉ et al. 2004), atraktivnost potravní nabídky (PUTMAN, MORE 1998) či těžké zimy (GRUND et al. 2002). Díky charakteristice národních parků jako oblastí s převahou přirozených ekosystémů, a tím i povětšinou nízkým osídlením, je zde však většina těchto příčin irelevantní a zvěř se tu člověku nadále instinktivně vyhýbá (CZECH 1991; GEORGE, CROOKS 2006; STANKOWICH 2008). Na základě výše uvedených poznatků lze tedy předpokládat existenci negativního vlivu rušných turistických tras na využívání okolních ekosystémů zvěří. Míra tolerance k antropogenní činnosti však zřejmě není u všech druhů spárkaté zvěře stejná. V souvislosti s tímto faktem se pravděpodobně liší i intenzita využití území různými druhy spárkaté zvěře v závislosti na vzdálenosti zdroje rušení. Cílem předkládané studie je ověření těchto hypotéz na základě sběru trusu spárkaté zvěře v různých vzdálenostech od rušných turistických tras (Novobřežnická a Pramenská cesta) v regionu Modrava (NP Šumava).

MATERIÁL A METODIKA

Z hlediska orografického patří studované území k soustavě Česká vysočina, podsoustavě Šumava a orografickému celku vlastní Šumava. Rozmezí nadmořských výšek se zde převážně pohybuje mezi 1 000 – 1 200 m n. m. Průměrná roční teplota v její jižnější části při státní hranici přesahuje jen málo 3 °C, směrem do vnitrozemí se blíží 5 °C a průměrný roční úhrn srážek se pohybuje od 1 150 mm na severu po 1 450 mm na jihu (hraniční hřeben). Výška sněhové pokrývky se v nejvyšších polohách pohybuje okolo 150 cm (ZELENKOVÁ 2001). Mezi lesními vegetačními stupni převažují stupně smrkový a bukosmrkový. Zřetelně zde dominují stanoviště kyselých smrčín. Hojná jsou také vodou ovlivněná stanoviště. Ze vzácných ekosystémů se v oblasti vyskytují především strukturovaná vrchoviště s mnoha jezírky a členitými nelesními plochami, které jsou do značné míry symbolem šumavských rašelinišť (SPITZER, BUFOVÁ 2008). Ve vztahu k územní ochraně je celá monitorovaná oblast rozčleněna na oblasti I. a II. zón národního parku. I. zóna (přísná přírodní) zahrnuje ekologicky nejceněnější částí území se značně přirozenými ekosystémy.

Metodika vychází z poznatků získaných při sčítání zvěře na základě pravidelného sběru trusu velkých kopytníků v rámci předem vytyčených vzorkových ploch. Tento způsob sčítání zvěře je ve světě velmi oblíben, mimo jiné i pro vysokou míru přizpůsobivosti cílům studie (NEFF 1968). Na základě vyhodnocení sběru trusu lze účinně posuzovat nejen četnosti populací (PROKEŠOVÁ et al. 2006), ale i jejich reakce na zásahy mysliveckého managementu (MCINTOSH et al. 1995) či roz-

díly v biotopových preferencích u sledovaných druhů (BORKOWSKI, UKALSKA 2008). Celkem bylo v průběhu studie rozmístěno 112 vzorkových ploch tvaru úzkých pruhů (2 x 100 m). U každé plochy byly při jejím vytyčení sledovány dva důležité faktory – věk smrkového porostu a vzdálenost od turistické trasy. Díky snaze o rovnoměrné rozložení ploch po obou stranách sledovaných cest byly smrkové kultury rozděleny pouze do tří věkových kategorií (mladé porosty do 20 let, středně staré 20 – 40 let a staré nad 40 let věku). Osa vzorkových ploch vedla vždy rovnoběžně s osou daného úseku vybrané cesty, přičemž vzdálenosti ploch byly stanoveny na 50, 100, 150 a 300 metrů (obr. 1). V období od 11. 4. do 28. 11. 2010 následně probíhalo na těchto úzkých pásích pravidelné sčítání hromádek trusu jelena lesního (*Cervus elaphus*) a srnce obecného (*Capreolus capreolus*). Zvolený časový úsek zajišťoval zachycení hlavní turistické sezony a zároveň přítomnost obou sledovaných druhů (zimní migrace do nižších poloh). Minimální počet trusových kulíček nutný pro započtení hromádky byl stanoven na 10 pro srnce (AULAK, BABINSKA-WERKA 1990) a 15 pro jelena (WELCH 1982). Hromádky trusu ležící na hranách ploch byly započteny v momentě, kdy se jejich větší část nacházela uvnitř ploch (MATOUŠ, HOMOLKA 1997). Po každém sečtení ploch následovalo odstranění všech hromádek trusu jako opatření proti záměně při další návštěvě. Interval mezi jednotlivými sčítáními byl stanoven na 14 dnů. Díky této relativně krátké době tak bylo zamezeno samovolnému mizení trusu působením klimatických podmínek a kaprofágního hmyzu. Vyhodnocení získaných dat proběhlo pomocí běžných statistických metod v softwaru STATISTIKA.

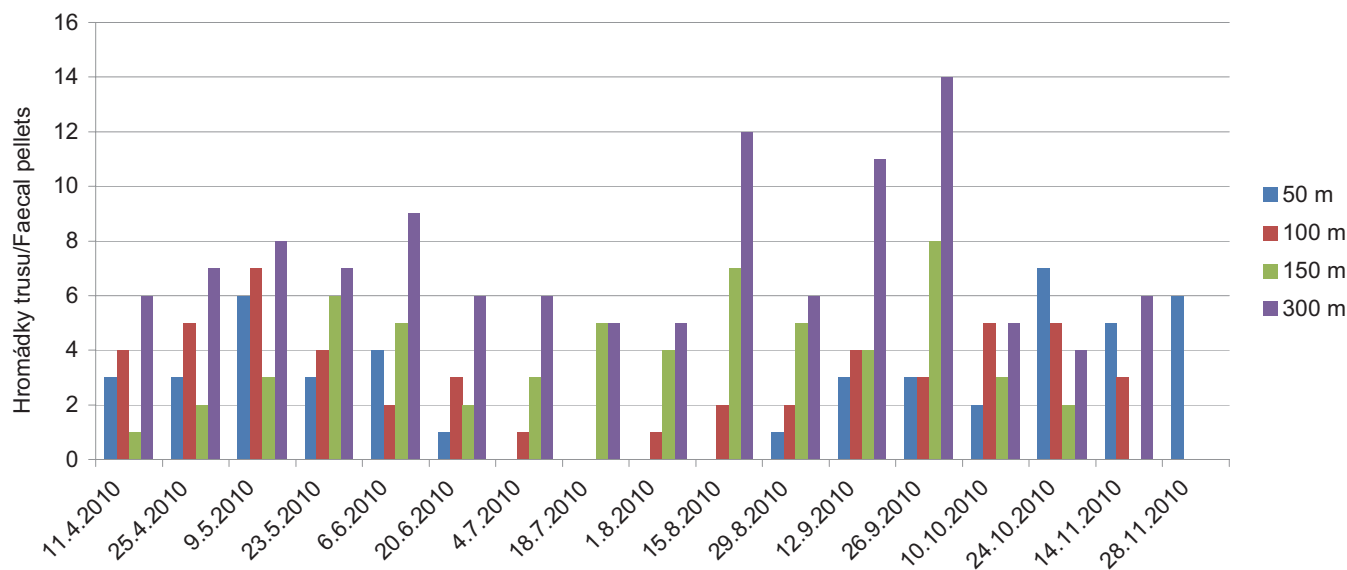


Obr. 1.
Rozložení monitorovacích ploch v okolí cest
Fig. 1.
The distribution of monitoring plots around the roads

VÝSLEDKY

Během pravidelného monitoringu výzkumných ploch bylo sečteno celkem 276 jeleních a 62 srnčích hromádek trusu. Poměrně malý počet nalezených trusů srnce odpovídá početnosti této zvěře ve sledované oblasti. Pro zevrubné vyhodnocení působení turisticky vytížených cest na četnost nalezených trusů v rámci různých vzdáleností byla získaná data nejprve vynesena do grafů. Viditelné snížení až úplná absence výskytu jeleních trusů ve vzdálenostech 50

a 100 metrů (obr. 2) v období od 26. 6. do 29. 8. 2010 zřejmě souvisí se zvýšenou návštěvností národního parku během letní turistické sezony. Pro srnčí zvěř (obr. 3) se jevílo rozložení trusu v rámci opakovaných sčítání jako poměrně rovnoměrné. K ověření vztahu mezi počtem hromádek trusu a vzdáleností ploch od zdroje rušení byla data testována regresní analýzou. Zatímco u srnčí zvěře vyšel test neprůkazně ($\text{srnec} = 0,7526 - 0,0013 \cdot \text{vzdálenost}$ F (1,110) = 3,1640 $p < 0,0780$), u jelena byla závislost signifikantní ($\text{jelen} = 0,9795 + 0,0099 \cdot \text{vzdálenost}$ F (1,110) = 43,669 $p < 0,0001$). Získaná data

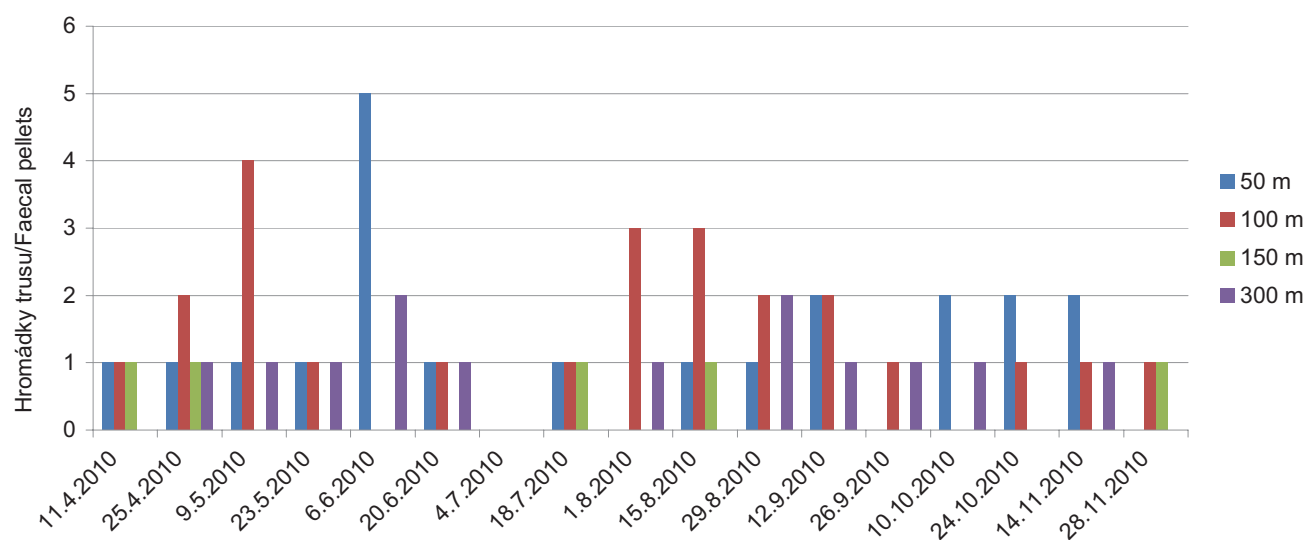


Obr. 2.

Četnost vzorků v různých vzdálenostech od sledovaných cest (Jelen)

Fig. 2.

The rate of sample occurrence at different distances from the monitored routes (Red deer)



Obr. 3.

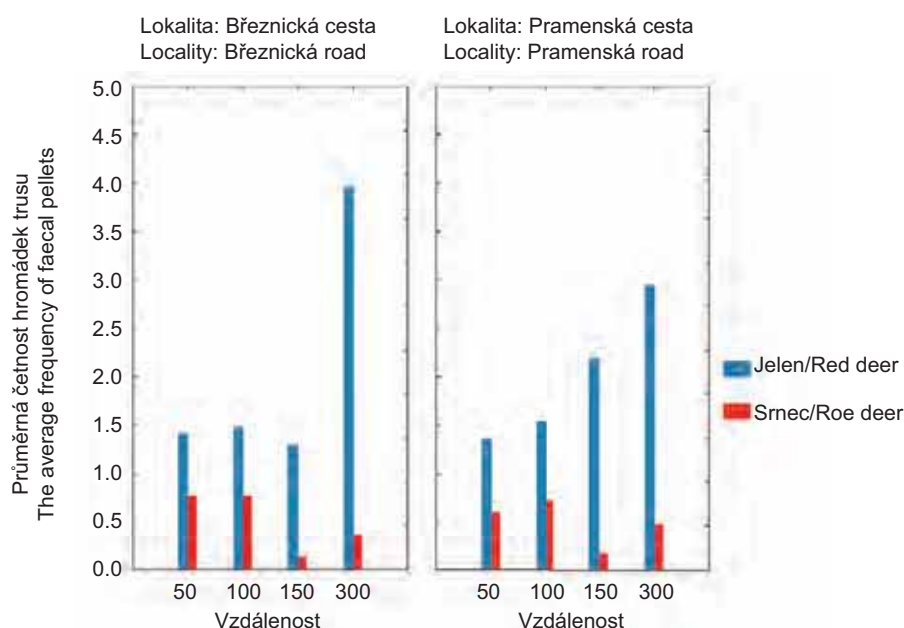
Četnost vzorků v různých vzdálenostech od sledovaných cest (Srnc)

Fig. 3.

The rate of sample occurrence at different distances from the monitored routes (Roe deer)

o četnosti nalezených vzorků na monitorovacích plochách vykazovala u jelena Gaussovo rozdělení. Z tohoto důvodu bylo k testování vztahu mezi nalezenými hromádkami trusu a vzdáleností turistické cesty použito parametrického testu (ANOVA, $F(3,108) = 14,830$, $p = 0,0001$). Při následném použití post hoc testu (Tukey HSD test) byl nalezen statisticky významný rozdíl ve vyšším počtu hromádek trusu na monitorovacích plochách umístěných v 300metrové vzdálenosti. Obdobně byl u jelena testován i vliv stáří smrkového porostu na intenzitu jeho využívání (ANOVA, $F(2,109) = 7,1788$, $p = 0,0118$). Nejvyšší četnost jeleního trusu byla přitom prokázána u středně starých smrkových porostů (20 – 40 let). U srnčí zvěře data nevykazovala díky nízkému počtu nalezených vzorků normální rozdělení a musela být testována méně přesnou neparametrickou obdobou ANOVY (Kruskal – Wallis test). Při testování vlivu

vzdálenosti ploch od cest na četnost nalezených vzorků ($H(3, N = 112) = 14,1668$, $p = 0,0027$) byl v rámci mnohonásobného porovnání průměrného pořadí nalezen signifikantní rozdíl mezi nejvíce (100 m) a nejméně (150 m) využívanými plochami. Stejným postupem se podařilo u srnce jednoznačně určit preferenci nejmladších smrkových porostů ($H(2, N = 112) = 23,9844$, $p = 0,0001$). Zajímavou informaci poskytlo porovnání intenzity využívání různě vzdálených ploch mezi oběma druhy (obr. 4). V případě jelení zvěře se díky vzrůstající vzdálenosti od zdroje rušení zvyšovala i četnost nalezených vzorků trusu, u zvěře srnčí bylo naopak nejvíce trusu nalezeno právě v blízkosti cest. U obou monitorovaných druhů byla také provedena regresní analýza nalezených hromádek trusu na stáří porostů. Ta vyšla průkazně pouze v případě srnce ($\text{srnec} = 34,8759 - 0,3365 \cdot \text{věk}$, $F(1,110) = 15,5400$, $p < 0,0001$).



Obr. 4.

Průměrná četnost nalezeného trusu v různých vzdálenostech od sledovaných cest

Fig. 4.

Average frequency of faecal pellets at different distance from the monitored roads

DISKUSE

Na základě výsledků studie lze usuzovat na rozdílnou míru tolerance sledovaných druhů vůči lidské přítomnosti v krajině. Nejpatrněji se zmiňovaná odlišnost projevila v období největšího turistického ruchu (od 1. 7. do 31. 8. 2010). Zatímco srnčí zvěř na zvýšený pohyb lidí výrazněji nezareagovala, jelení populace po tuto dobu prakticky přestala využívat území nacházející se v 50metrové vzdálenosti od sledovaných cest. Sporadické nálezy pobytočných znaků (zálehy, stopy) jelení populace byly zaznamenány až od 100 metrů. Dlouhodobá souvislost mezi vzdáleností ploch od zdroje rušení a četností nalezeného trusu byla u jelena jednoznačně prokázána. U srnce se jevílo rozložení trusu v různých vzdálenostech jako víceméně rovnoměrné, což svědčí o jeho menší míře plachosti. K obdobnému závěru dospěly i jiné podobně zaměřené práce (GUANGSHUN et al. 2008). Důvody tohoto jevu ovšem nejsou stále dostatečně objasněny. Jedním z možných vysvětlení je například změna chování srnčí populace v době strádání. V tužších zimách je srnčí zvěř zřejmě ochotna podstoupit

větší „nebezpečí“ ze strany člověka, aby se dostala k potravě, čímž si na jeho přítomnost v krajině dlouhodobě zvyká. V tomto konkrétním případě však může vyšší toleranci srnčí zvěře vůči lidské přítomnosti ovlivňovat i místní zákaz jejího lovu. Funkci přirozeného regulátora četnosti populací srnce obecného (*Capreolus capreolus*) v dané lokalitě zastává od své reintrodukce rys ostrovid (*Lynx lynx*) a srnčí zvěř tak přestává považovat člověka za svého predátora. Tato domněnka ovšem částečně naráží na fakt, že obě cesty nepatří mezi lovecky preferované oblasti. Velkou roli při řešení stresových situací u obou sledovaných druhů hraje také přítomnost vhodných krytových podmínek (VESELOVSKÝ 2008). Zde se projevuje celkově menší tělesná stavba srnce oproti jedincům jelení populace. Srnčí zvěř tak může využívat daleko širší spektrum krytových podmínek, počínaje vzrostlejší přizemní vegetací. Různé nároky na výšku okolního krytu je možné odvodit i z výsledků této studie. U jelení zvěře lze jako nejčastěji navštěvované označit smrkové porosty stáří 20 – 40 let. Tyto kultury zřejmě poskytují jelenům nejen dostatečné krytové podmínky, ale stávají se pro ně zároveň lépe přehledné a průchodné, nežli porosty mladší (do 20 let

věku). Jedinci srnčí populace naopak upřednostňovali náletové porosty smrku nejmladší třídy. Častěji přitom využívali porosty více otevřené nežli kompaktní mlaziny, což uvádějí i některé další práce (WELCH et al. 1990). Vcelku podobné rozdíly v upřednostňování různě starých porostů byly zaznamenány i v jiných studiích založených na obdobné metodě. Jako příklad lze uvést výzkum prováděný v oblasti lesa Drummond Hill ve Skotsku. Zde bylo předmětem zkoumání porovnání biotopových preferencí srnce obecného (*Capreolus capreolus*), jelena lesního (*Cervus elaphus*) a daňka skvrnitého (*Dama dama*). V průběhu výzkumu se došlo k následujícím závěrům: jedinci srnce obecného (*Capreolus capreolus*) jednoznačně upřednostňovali území mladých lesních kultur, kde tloušťka kmenů nepřesahovala 6 palců (cca 15 cm); naopak nejstarší porosty vyhledával daněk skvrnitý (*Dama dama*), zatímco populace jelena lesního (*Cervus elaphus*) byla vázána především na porosty středního stáří (BATCHELER 1960).

ZÁVĚR

Na základě výsledků předkládané studie lze hodnotit zvýšený turistický ruch v chráněných oblastech jako potencionální negativní činitel působící na místní populace srnce obecného (*Capreolus capreolus*) a jelena lesního (*Cervus elaphus*). Nicméně stanovení přesné hranice, kdy je turistický ruch pro spárkatou zvěř významným omezením, je přinejmenším složité. Určitá rizika v této souvislosti plynou především z přílišné defragmentace velkých území řadou turistických tras. V jejím důsledku může dojít k významnému zmenšení životního prostředí populací zvěře citlivé na časté antropogenní disturbance. Jak naznačují námi zjištěné poznatky, je schopnost vyrovnat se s přítomností člověka v krajině rozdílná i u blízké příbuzných druhů. Výsledky studie bohužel nemohou dát jednoznačnou odpověď na otázku, jaký je důvod nižší plachosti srnce obecného (*Capreolus capreolus*) oproti jelenu lesnímu (*Cervus elaphus*). Jedním z možných vysvětlení je subtilnější stavba těla srnce, dovolující mu využívat větší spektrum krytových podmínek. Tomuto tvrzení odpovídá i zjištěná rozdílnost nároků na výšku smrkového porostu coby vhodného krytu mezi oběma druhy. Tato domněnka by ovšem měla být potvrzena některou z dalších studií.

Poděkování:

Práce byla podpořena grantem č. 201043150006 Interní grantové agentury Fakulty lesnické a dřevařské ČZU v Praze.

LITERATURA

- AUGUSTINE D. J., McNAUGHTON S. J. 1998. Ungulate effects on the functional species composition of plant communities: herbivore selectivity and plant tolerance. *Journal of Wildlife Management*, 62: 1165-1183.
- AULAK W., BABINSKA-WERKA J. 1990. Estimation of roe deer density based on the abundance and rate of disappearance of their faeces from the forest. *Acta Theriologica*, 35: 111-120.
- BATCHELER C. L. 1960. A study of the relations between roe, red and fallow deer, with special reference to Drummond Hill Forest, Scotland. *The Journal of Animal Ecology*, 29: 375-384.
- BORKOWSKI J., UKALSKA J. 2008. Winter habitat use by red and roe deer in pine-dominated forest. *Forest Ecology and Management*, 255: 468-475.
- CAHILL S., LLIMONA F., GRÀCIA J. 2003. Spacing and nocturnal activity of wild boar *Sus scrofa* in a Mediterranean metropolitan park. *Wildlife Biology*, 9: 3-13.
- CHILDRESS M. J., LUNG M. A. 2003. Predation risk, gender and the group size effect: does elk vigilance depend upon the behaviour of conspecifics? *Animal Behaviour*, 66: 389-398.
- COFFIN W. A. 2007. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15: 396-406.
- CÔTÉ S. D., ROONEY T. P., TREMBLAY J. P., DUSSAULT CH., WALKER D. M. 2004. Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35: 113-147.
- CZECH B. 1991. Elk behavior on response to human disturbance at Mount St. Helens National Volcanic Monument. *Applied Animal Behaviour Science*, 29: 269-277.
- DITCHKOFF S. S., SAALFELD S. T., GIBSON CH. J. 2006. Animal behavior in urban ecosystems: modifications due to human-induced stress. *Urban Ecosystems*, 9: 5-12.
- DUCHENSE M., CÔTÉ S. D., BARRETTE C. 2000. Response of woodland caribou to winter ecotourism in the Charlevoix Biosphere Reserve. *Biological Conservation*, 96: 311-317.
- FORMAN R. T. T., ALEXANDER L. E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 207-231.
- GEORGE S. L., CROOKS K. R. 2006. Recreation and large mammal activity in an urban nature reserve. *Biological Conservation*, 133: 107-117.
- GRUND M. D., McANINCH J. B., WIGGERS E. P. 2002. Seasonal movements and habitat use of female white-tailed deer associated with an urban park. *The Journal of Wildlife Management*, 66: 123-130.
- GUANGSHUN J., MINGHAI Z., JIANZHANG M. 2008. Habitat use and separation between red deer *Cervus elaphus xanthopygus* and roe deer *Capreolus pygargus bedfordi* in relation to human disturbance in the Wandashan Mountains, northeastern China. *Wildlife Biology*, 14: 92-100.
- HESPELER B. 2007. Černá zvěř – způsob života, omezování škod, posuzování, způsoby lovu, využití zvěřiny. Praha, Grada: 127 s.
- HUNTER L. T. B., SKINNER J. D. 1998. Vigilance behaviour in African ungulates: the role of predation pressure. *Behaviour*, 135: 195-211.

- KERLEY L. L., GOODRICH J. M., MIQUELLE D. G., SMIRNOV E. N., QUIGLEY H. B., HORNOCKER M. G. 2002. Effects of road and human disturbance on Amur tigers. *Conservation Biology*, 16: 97-108.
- MATOUŠ J., HOMOLKA M. 1997. Metodika zjišťování relativní početnosti jelena evropského (*Cervus elaphus*) v horském prostředí. *Folia Venatoria*, 14: 7-14.
- MCINTOSH R., BURLTON F. W. E., McREDDIE G. 1995. Monitoring the density of a roe deer (*Capreolus capreolus*) population subjected to heavy hunting pressure. *Forest Ecology and Management*, 79: 99-106.
- NEFF J. D. 1968. The pellet-group count technique for big game trend, census, and distribution: a review. *The Journal of Wildlife Management*, 32: 597-614.
- NUSSEY D. H., KRUUK L. E. B., MORRIS A., CLUTTON-BROCK T. H. 2007. Environmental conditions in early life influence ageing rates in a wild population of red deer. *Current Biology*, 17: 1000-1001.
- PARKER K. L., ROBBINS CH. T., HANLEY T. A. 1984. Energy expenditures for locomotion by mule deer and elk. *The Journal of Wildlife Management*, 48: 474-488.
- PELLETIER F. 2006. Effects of tourist activities on ungulate behaviour in a mountain protected area. *Journal of Mountain Ecology*, 8: 15-19.
- PROKEŠOVÁ J., BARANČEKOVÁ M., HOMOLKA M. 2006. Density of red and roe deer and their distribution in relation to different habitat characteristics in a floodplain forest. *Folia Zoologica*, 55: 1-14.
- PUTMAN R. J., MOORE N. P. 1998. Impact of deer in lowland Britain on agriculture, forestry and conservation habitats. *Mammal Review*, 28: 141-164.
- SPITZER K., BUFKOVÁ I. 2008. Šumavská rašeliniště. Vimperk, Správa NP a CHKO Šumava: 201 s.
- STANKOWICH T. 2008. Ungulate flight responses to human disturbance: a review and meta-analysis. *Biological Conservation*, 141: 2159-2173.
- VESELOVSKÝ Z. 2008. Etologie: biologie chování zvířat. Praha, Academia: 407 s.
- WELCH D. 1982. Dung properties and defecation characteristics in some Scottish herbivores, with an evaluation of the dung-volume method of assessing occupancy. *Acta Theriologica*, 27: 191-212.
- WELCH D., STAINES B. W., CATT D. C., SCOTT D. 1990. Habitat usage by red (*Cervus elaphus*) and roe (*Capreolus capreolus*) deer in a Scottish sitka spruce plantation. *Journal of Zoology*, 221: 453-476.
- ZELENKOVÁ E. (ed.). 2001. Plán péče Národního parku Šumava. Vimperk, Správa NP a CHKO Šumava: 140 s.

THE EFFECT THE BUSY TOURIST ROUTES HAVE ON INTENSITY USE OF SURROUNDING ECOSYSTEM BY UNGULATE GAME IN NP ŠUMAVA

SUMMARY

Frequent disturbance of game by tourists in protected areas has negative effects on mental and physical health of wildlife population. Due to this reason, game often uses fewer ecosystems around busy tourist routes. The main aim of this study was to determine the intensity dependence of ungulates use of these ecosystems on the distance from disturbance sources. During the study monitoring plots were placed at different distances (50, 100, 150, 300 m) from the edges of two main tourist routes in the Modrava region (Fig. 1). The plots were located in spruce stands divided into three age classes: (1) stands up to 20 years, (2) 20 to 40-year-old stands, (3) stands over 40 years. Subsequently regular counting was carried out on these plots (14 day period) of deer faecal pellet groups. Our results show that the degree of tolerance to human disturbance is not the same even in sympatric species (red deer and roe deer) (Fig. 2,3). The negative impact of busy tourist routes for ungulates occurred even at the distance of 150 m from route edges. Both observed species also showed difference in the intensity of use of different ages spruce stands (Fig. 4). While the roe deer populations preferred young spruce stands (20- year-old), red deer populations more often used middle-age spruce stands (20 to 40-year-old). Taking into consideration the results of this study in game management and tourism management of National Park Šumava, we can increase welfare of ungulates and other wildlife species and also reduce winter damage to forests caused by game.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Antonín Košnář, DiS., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika
tel.: 724 218 816; e-mail: kosnar@fld.czu.cz

FAKTORY ZPŮSOBUJÍCÍ KONSTRUKČNÍ PORUŠENÍ POVRCHU LESNÍCH CEST

FACTORS INDUCING PAVEMENT DAMAGE OF FOREST HAUL ROADS

JAROSLAV TOMÁNEK - CTIBOR VOLNÝ - PAVOL KLČ - RADEK BAČE

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

ABSTRACT

The article presents results of the research of some features effecting pavement damage of forest haul roads. The study is based on off-road measurement carried out in a model flysch territory in the Beskydy Mts. (North Moravia). We investigated some technical parameters of forest roads and constructional damage of their pavement or ground plains' surface. The forest haul road-net in the model territory of Ostravice forest district was intersected by transects and, following the methodology, in the place of intersection 100m long haul road stretches were measured minutely. Beyond commonly accepted proposed damage for purpose-built roads (i.e. max. 25% of road surface suffered from construction damage) 12.16 % of roads with bitumen pavement, 17.75 % of roads with gravel pavement, and 31.45 % of ground haul roads were damaged. As for bitumen roads, the most frequent damage was broken edge, and as for gravel and ground haul roads it was visible pavement rutting. Damage was mainly related to insufficient load-carrying capacity of roads and pavements. Different levels of damage were found out for individual surface types; it was discovered that the road and surface capacity varied in real forest traffic. A weak negative dependence between altitude and bitumen roads damage was found out as well as between road width and gravel or ground transport roads damage. The expected damage dependence on the state of longitudinal drainage was not confirmed.

Klíčová slova: lesní cestní síť, odvozní cesty, poškození vozovky, podélné odvodnění

Key words: forest road-net, haul roads, pavement damage, longitudinal drainage

ÚVOD

Lesní dopravní síť je v dnešní době ve většině lesů České republiky relativně dostatečně rozvinutá. Na našem území se prakticky nenalézají nepříístupná území, která by měla hospodářský význam. Kvalita či racionalita existujícího zpřístupnění však zůstává otázkou. PIPKOVÁ et al. (2006) uvádí, že vozovka musí plnit požadované provozní funkce odpovídající dopravnímu významu komunikace, což znamená, že musí umožňovat bezpečný, plynulý, rychlý, hospodárný a pohodlný provoz. Ten je ovlivněn zejména mírou konstrukčních porušení. ŠEVELOVÁ, KOZUMPLÍKOVÁ (2009) dále uvádějí, že vozovky účelových komunikací jsou ve srovnání se sítí veřejných cest méně dopravně vytížené, avšak náročnost dopravy, zátěž vozovek, únosnost podloží a konstrukčních vrstev vyžaduje specifickou projekční pozornost.

Netuhé vozovky lesních cest je možné pro zjednodušení rozdělit na bitumenové (živičné nebo asfaltové, nejčastěji vybudované s vozovkou z penetračního makadamu nebo obalovaného kameniva) a šterkové (vybudované zpravidla z makadamu a šterku, spojené a uzavřené například jílovito-písčítým kalem, nebo vybudované z mechanicky zpevněného kameniva různých frakcí). Zemní odvozní cesty nejsou vybaveny vozovkou, pojižděnou částí je tedy podle potřeby upravená zemní pláň.

Lesní cesty patří k největším investičním položkám v rámci lesního hospodářství. Vozovka, jako nejnákladnější část tohoto typu liniové

stavby, představuje při svém zničení největší ekonomickou ztrátu. Konstrukční porušení začínají ovlivňovat provoz na lesní cestě až od určité míry jejich zastoupení. Dle Technických podmínek TP 170 – Navrhování vozovek pozemních komunikací (aktualizace TP v roce 2006) (VÉBR et al. 2006) se vozovky účelových komunikací navrhuji na návrhovou úroveň porušení D2 – porušení plošnými konstrukčními poruchami je menší než 25 % plochy vozovky.

ZELINKA, VACEK (2006) uvádějí, že únava vozovky (tedy její porušení) je funkcí více proměnných, a to např. intenzity dopravy, doby používání vozovky, kvality cestních stavebních materiálů, klimatických podmínek (teplota, vlhkost, sluneční záření), dále druhu podloží, umístění trasy cesty (les, bezlesí), stárnutí bitumenu, mechanických účinků opotřebování vrstvy a dalších faktorů. ZELINKA (2001) uvádí, že únavový proces vozovek má nelineární závislost a na jeho průběh má především vliv intenzita dopravy a kvalita a tloušťka krytové (v případě tohoto výzkumu bitumenové) vrstvy.

Vozovka je projektována na určité zatížení; pokud je toto překročeno, dochází po průjezdu přetíženého vozidla k nevratným změnám ve vozovce.

Přetížení těžkých vozidel snižuje životnost konstrukce vozovky, čímž se zvyšují dodatečné náklady na údržbu a obnovu vozovky. Předčasné zhoršování infrastruktury nevyhnutelně ohrožuje bezpečnost silničního provozu (PILLAY, BOSMAN 2001).

Poškození lesní cestní sítě dopravou je možné omezit i použitím odpovídajících technických opatření u vozidel. BRITOL et al. (2008) se zabýval deformací vozovek při pojiždění vozidel s různou vahou na modelovém výzkumném objektu. Dochází k závěru, že neekonomičtější prostředkem pro snižování poškození vozovek lesních cest je tlak vzduchu v pneumatikách a změna zatížení nápravy. OWENDE et al. (2001) se také zajímal o tlak v pneumatikách. Prokázal, že tlak na podloží je závislý hlavně na zatížení nápravy, které tedy následně určuje narušení povrchu při prohnutí vozovky. Nižší tlak v pneumatikách odvozních souprav prodlužuje životnost bitumenových vozovek. Dále zjistil, že prázdná odvozní souprava s tlakem v pneumatikách 770 kPa působí únavu vozovky a s tím související větší poškození než v případě plně naložené odvozní soupravy s tlakem 350 kPa v pneumatikách. MARTIN et al. (1999) uvádí, že znatelné poškození vozovek lesních odvozních cest může vyvolat i malé přetížení, které je obvykle ignorováno. TRZCINSKI (2007) se zabýval nosnou kapacitou šterkových cest a šterkových cest zpevněných jílovým kalem. Shledal ale jejich nosnou kapacitu nedostačující.

Jak již bylo řečeno, vozovka je nejnákladnější součástí lesní cesty. Mnoho odborníků řešících tuto problematiku proto uvažuje o využití různých zbytkových materiálů pro zpevnění lesních cest. MRÁZ (1980) se zabýval využitím odpadních strusek, SHOOK (1988) zpevněním povrchu zemních cest dřevní štěpkou a BUSS (1984) využitím pilin a ostatních dřevních odpadů. MACHADO et al. (2006) zkoumal využití odpadní celulózy.

Další autoři se zabývají nedostatečným nebo nefunkčním odvodněním lesních cest. Neadekvátní odvodnění vidí jako hlavní příčinu jejich poškození. Voda lesní cesty poškozuje svojí erozní činností a s ní souvisejícím odnosem materiálu. Při zamokření též snižuje únosnost podloží. JUŠKO (2007) uvádí jako základní prostředek proti nadměrné erozi respektování technického zabezpečení tělesa cesty proti účinkům vody a dopravy. Jde především o důsledné dodržení optimálního sklonu budovaných cest, výstavbu nutného odvodňovacího zařízení, zpevnění koruny a zatravnění výkopových a násypových svahů a maximální rozptýlení vody tekoucí po tělese cesty. DOBIÁŠ (2005) uvádí, že škody erozí na nepevněných lesních cestách mohou značně omezit jejich sjízdnost, a tím i jejich funkci. Je proto třeba trvale věnovat zvýšenou péči opatřením, která by jim zabraňovala. JUŠKO (2007, 2008) se zabýval erozními procesy na šterkových vozovkách. Vytvořil regresní model schopný předpovídat budoucí erozní ztráty a zkoumat vliv jednotlivých erozních činitelů na jejich rozsah. HANÁK (1992) vypočítal pro zabezpečení vozovky proti vymílacím účinkům vody vzájemné maximální rozestupy svodnic s ohledem na klimatickou charakteristiku oblasti.

Vliv na průběh erozních procesů má také přítomnost vegetace na šterkových vozovkách a zemních cestách, která chrání povrch před kinetickými účinky dešťových kapek a zpomaluje vodu tekoucí po povrchu. SWIFT (1988) uvádí, že největší ztráty půdy jsou u nových cest, které ještě nejsou zarostlé vegetací a silniční spodek je šterkový nebo zhutněný. Dále zmiňuje, že vegetace chrání povrch lesní cesty vydrží 20 – 30 přejezdů vozidel za měsíc. KOCHENDERFER, HELVEY (1987) prokázali významné snížení produkce sedimentů ze zemních cest poté, co byly vybaveny jednoduchou šterkovou vozovkou.

KLČ, ŽÁČEK (2006) uvádějí, že stagnující nebo pomalu tekoucí voda v příkopu saturuje (podmáčí) zeminu podloží bezprostředně pod úrovní pláň, což může vést až k totální ztrátě její původní únosnosti – především u jemnozrnných soudržných zemin typu jíl, jílovitá hlína, prachovitá hlína apod. MARTIN et al. (1999) použitím neparametrické statistické metody našel úzký vztah mezi množstvím výtluků a stavem odvodnění. V 84 % případů připsal nevyhovující stav povrchu neadekvátnímu odvodnění. KESTLER (2007) uvádí, že poškození na účelových komunikacích v zamrzajících oblastech ovlivněných vodou může být drženo na minimu užitím sezónních omezení provozu. ZELINKA

(1986) se ve svém výzkumu zabýval výstavbou odvozních cest bez vybudování příkopů. Zaměřil se na porovnání ceny vozovky dimenzované za předpokladu trvalého funkčního odvodnění s cenou vozovky dimenzované na předpoklad, že bude většinu roku podmáčená. Cenové rozdíly považuje vzhledem k ceně projektu za nevýrazné.

Flyšové území

Flyšové sedimenty zabírají východní okraj České republiky, z pohoří jsou jimi tvořeny Moravskoslezské Beskydy a Bílé Karpaty. Flyš představuje pro výstavbu lesních cest nepříznivé podloží. Střídání jílovců a pískovců vytváří složité stavební podmínky. Jílovité a písčité zeminy vznikající na flyšovém podloží se těžko zpracovávají hutněním. U jílovitých zemin je komplikací i jejich tuhost za sucha a bobtnavost za vlhka. Výstavba cest na takovémto území by se měla řídit zvláštními pravidly.

Zásadami zpřístupňování flyšových oblastí se zabývala řada autorů, např. SLIVKA (1977); KUBÍNÝ, LINDEROVÁ (1983); KLČ (1989) a další. Jako hlavní principy zpřístupňování flyšových území uvádí STANOVSKÝ, KLČ (2002) mimo jiné tyto:

- základem zpřístupnění jsou lesní odvozní cesty třídy 1L (podle možností budované s nepropustným povrchem vozovky) s celoročním využíváním a dokonalým funkčním odvodněním
- optimální rozestup odvozních lesních cest je okolo 400 m, z čehož vychází teoretická přibližovací vzdálenost cca 200 m (oboustranně)
- při návrhu tras budoucích cest pro zpřístupnění daného území je třeba vycházet z elaborátu průzkumu lesní cestní sítě, stejně jako z výsledků předběžného a inženýrsko-geologického průzkumu
- trasy cest navrhnout alternativně, s akceptací kladných a záporných kardinálních bodů v trase cesty; je třeba omezit budování velkých zářezů a násypů
- výstavbu zemních cest povolit jen jako první fázi budování odvozní lesní cesty (vybudování cestního tělesa)
- součástí projektu realizace lesní cesty by měla být i část biologického ozelenění zemního tělesa cesty
- neperspektivní a zničené zemní komunikace urychleně asanovat
- zabezpečovat permanentní a účinnou komplexní péči o vybudované nebo zrealizované pozemní komunikace v daném území
- při přibližování dříví mezi odvozními cestami přednostně využívat vhodné lanové systémy (šetřící půdu).

Článek má za cíl analýzou dat získaných terénním měřením v modelovém území nalézt závislosti mezi mírou poškození povrchu cesty konstrukčními porušeními a vybranými faktory, které dle předpokladu ovlivňují stav cest. V diskusní části má článek za cíl porovnání zformulovaných závěrů se závěry jiných autorů a všeobecně přijímanými předpokládanými závislostmi.

MATERIÁL A METODIKA

Modelové území

Výzkum prezentovaný v tomto článku se zakládá na provedeném terénním měření v modelovém flyšovém území. Jako modelové území byla zvolena lesní správa Ostravice, která se nachází v centrální části Moravskoslezských Beskyd. Téměř celé území lesní správy náleží do chladné oblasti. Průměrná teplota 6,5 °C a velký objem srážek

(1 100 mm) zařazují lesní hospodářský celek Ostravice většinou do velmi příznivých klimatických poměrů 5. jedlobukového lesního vegetačního stupně. Síť vodních toků a prameniště je hustá a má bystrinný charakter. Celá oblast je tak vodohospodářsky velmi důležitá. V areálu lesní správy se nachází vodní nádrž Šance, která patří k rozhodujícím vodohospodářským dílům na severní Moravě.

Lesní správa Ostravice má plochu 23 935,43 ha a lesní komplexy pokrývají 81,77 % jejího území. Odvozní cesty mají délku 517,04 km (1L 290,97 km, 2L 226,07 km). Hustota lesní cestní sítě v modelovém území je 26,42 m.ha⁻¹ a poměrné zpřístupnění 70,44 %. Lesní cestní síť má podle těchto parametrů optimální hustotu a odvozní cesty jsou velmi dobře rozmístěny (TOMÁNEK, VOLNÝ 2009). Výše těžeb za období 2000 – 2010 byla přibližně 1,35 mil.m³.

Metodika sběru dat

Ústavem pro hospodářskou úpravu lesa byly dodány vrstvy digitálních dat sítě odvozních cest na daném území, která byla zpracována v programu ArcGIS. Modelovým územím byly vedeny v pravidelných rozestupech 500m přímky – transepty. V místech, kde přímka transepty přetnula síť odvozních cest, byl proveden terénní průzkum. Celkem vzniklo 605 bodů. Místo protnutí bylo nalezeno pomocí přístroje GPS. Následně byl prozkoumán úsek cesty dlouhý 100 m v okolí protnutí, přičemž místo protnutí bylo středem. Byly zjištěny parametry a popsána konstrukční porušení 60,03 km lesních cest, což tvoří 11,61 % odvozních cest lesní správy Ostravice. Zastoupení druhů cest bylo následující: bitumenové cesty 46,60 %, šterkové 29,56 % a zemní 23,84 %. Pro výzkum jsme evidovali tyto údaje:

- Šířka vozovky lesní cesty
Šířka vozovky byla měřena v bodu protnutí lesní odvozní cesty s transektem kolmo na osu cesty. U zemních cest třídy 2L, které neměly vybudovanou vozovku, byla evidována šířka jízdního pruhu tím samým způsobem.
- Vegetace
Evidováno bylo plošné pokrytí vegetací (%) na vozovce nebo na jízdním pruhu měřené cesty.
- Nadmořská výška
Evidována byla nadmořská výška bodu protnutí odvozní cesty s transektem, určená přijímačem GPS.
- Stav odvodnění
Byla zaznamenávána délka vybudovaných příkopů v měřeném úseku a délka jejich zanesení splaveninami.
- Stav bitumenových vozovek
Zaznamenávána byla plocha jednotlivých druhů konstrukčních porušení: výtlupek, prolomený okraj vozovky, mozaika trhlin (síťový rozpad vozovky), vytlačený střed cesty a koleje.
- Stav šterkových vozovek
Evidována byla plocha prolomeného okraje, plocha výtlupek, erozní rýhy, vytlačeného středu a koleje.
- Stav koruny zemních cest
Stav koruny se zjišťoval měřením porušení v místě jízdního pruhu. Byla měřena plocha prolomeného okraje, plocha prohlubně, erozní rýhy, plocha koleje a plocha vytlačených balvanů.

Statistické zpracování získaných dat

Data získaná terénním měřením byla staticky zpracována tabulkovým editorem a statistickým programem R 2.8.0. Zjištěné hodnoty byly následně přepočteny na celkovou síť odvozních cest na území LS Ostravice.

K testování míry porušení jednotlivých druhů vozovky byl použit Kruskal-Wallisův test. Náhodný výběr dat byl zajištěn protnutím sítě cest transepty. V této části výzkumu se jednalo o posouzení průjezdnosti cest; při statistickém zpracování bylo u bitumenových vozovek vynecháno porušení mozaiky trhlin, protože nemá vliv na jízdu vozidla. Přistoupeno bylo k neparametrickému testu z důvodu silného narušení normality a homoskedasticity dat. Mnohonásobné porovnání mezi jednotlivými druhy vozovek bylo provedeno Mann-Whitney testem s Bonferroniho korekcí.

Pro statistické vyhodnocení závislosti měřených skutečností byly použity Paersonovy korelační koeficienty, tedy parametrický statistický test zjišťující míru těsnosti vztahu proměnných. Ověření výsledných Paersonových koeficientů u vztahu podélného odvodnění a poškození cesty konstrukčními porušeními bylo provedeno porovnáním vybraných souborů dat. Výsledek byl ověřen Mann-Whitney testem. Pro každý druh povrchu byl z dat vybrán soubor úseků, které měly vybudované podélné odvodnění v plné délce a soubor úseků, které podélné odvodnění neměly vybudované vůbec.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V rámci terénního měření byly zjištěny parametry vozovek, korun zemních cest a jejich konstrukční porušení. Zjištěné zastoupení jednotlivých druhů uvádí tab. 1. U bitumenových cest bylo porušeno nad návrhovou míru D2 12,16 % měřených úseků. Konstrukční porušení s největším zastoupením byl prolomený okraj 3,82 %. U odvozních cest opatřených šterkovou vozovkou bylo porušeno nad návrhovou míru D2 17,75 % měřených úseků. Nejčastějším konstrukčním porušením šterkových vozovek byly koleje, které se nacházely na 5,23 % plochy. U zemních odvozních cest bylo nad návrhovou míru D2 porušeno 31,45 % měřených úseků zemních odvozních cest. Nej-

Tab. 1.

Konstrukční porušení jednotlivých druhů povrchu
Constructional damage of individual surface types

Bitumenové vozovky/bitumen pavements		
prolomený okraj/broken edge	31 999,16 m ²	3,82 %
mozaika trhlin/mosaic of crack	25 303,23 m ²	3,02 %
výtlupek/pot-hole	5 470,51 m ²	0,65 %
koleje/ruts	10 793,96 m ²	1,29 %
vytlačený střed/embossed middle	1 936,91 m ²	0,23 %
Šterkové vozovky/gravel pavements		
prolomený okraj/broken edge	22 554,49 m ²	4,64 %
erozní rýha/erosion rill	6 005,47 m ²	1,24 %
výtlupek/pot-hole	2 233,31 m ²	0,46 %
koleje/ruts	25 385,90 m ²	5,23 %
vytlačený střed/embossed middle	4 555,67 m ²	0,94 %
Zemní cesty/earth roads		
prolomený okraj/broken edge	9 103,58 m ²	2,45 %
erozní rýha/erosion rill	13 036,67 m ²	3,51 %
prohlubeň/pit	2 629,19 m ²	0,71 %
koleje/ruts	42 261,27 m ²	11,39 %
vytlačené balvany/embossed rocks	1 375,41 m ²	0,37 %

častěji byly zjištěny koleje, které zaujímaly 11,39 % plochy zemních odvozních cest.

Porušenost povrchů odvozních cest

Srovnání porušenosti jednotlivých povrchů cest je znázorněno na obr. 1.

Byl zjištěn statisticky významný rozdíl v porušenosti zemních odvozních cest a cest s vybudovanou šterkovou vozovkou na hladině významnosti $p = 0,006$, rozdíl v porušenosti cest s vybudovanou šterkovou vozovkou a cest s vybudovanou bitumenovou vozovkou na hladině významnosti $p < 0,001$ a rozdíl mezi porušeností zemních cest a cest s vybudovanou bitumenovou vozovkou na hladině významnosti $p < 0,001$. Cesty různých konstrukcí (dle předpokladu) vykazují různou úroveň poškození.

Dále byly zkoumány závislosti zjišťovaných parametrů odvozních cest a konstrukčního porušení. Pearsonovými korelačními koeficienty bylo

porovnáno pokrytí cesty vegetací, nadmořská výška, šířka cesty a délka podélného odvodnění s mírou konstrukčního porušení povrchu. Výsledné Pearsonovy korelační koeficienty s hladinami významnosti jsou uvedeny v tab. 2.

Vegetace

Výzkumy mnoha autorů (např. zmiňovaný SWIFT 1988 a další) prokázaly kladný vliv vegetace na omezování erozních procesů. Vegetace chrání šterkovou vozovku a zemní plášť před účinky srážek a tekoucí vody. V případě vztahu vegetace (plochy travního porostu na povrchu odvozní cesty) a míry porušenosti nebyla nalezena statisticky významná závislost u žádného z druhů měřených cest. Míra porostu vegetace nemá významný kladný vliv (v případě zemních a šterkových odvozních cest), ani významný záporný vliv (v případě bitumenových cest). Vegetace především chrání cestu před erozí. Ta ale nebyla, v případě cest na modelovém území, významným destruktivním činitelem, a proto nebyl nalezen žádný prokazatelný vztah.

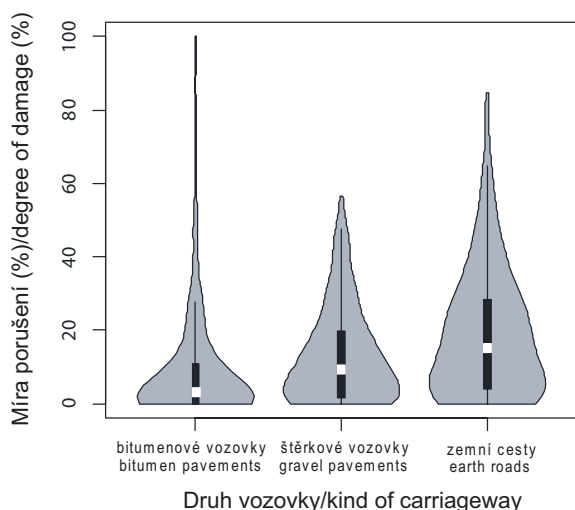
Nadmořská výška

Byla zjištěna slabá negativní závislost (na hladině významnosti $p 0,05$) nadmořské výšky a konstrukčního porušení bitumenových vozovek. Hlavním důvodem porušení vozovek je podle mnoha autorů jejich dopravní zatížení (ZELINKA, VACEK 2006; PILLAY, BOSMAN 2001; ZELINKA 2001; MARTIN et al. 1999). K cestám položeným ve větších nadmořských výškách gravituje menší množství dřevní hmoty, jsou tedy méně provozně vytiženy než cesty údolní, navazující na síť veřejných cest. Méně vytižené cesty by měly být méně porušeny a nalezená závislost tento předpoklad potvrzuje.

Šířka vozovky lesní cesty

Cesty s bitumenovou vozovkou měly průměrnou šířku 3,47 m, cesty se šterkovou vozovkou 3,17 m a zemní odvozní cesty 3,01 m. Závislost šířky vozovky a míry porušení se potvrdila u odvozních cest se šterkovou vozovkou slabou negativní závislostí na hladině významnosti $p 0,001$ a u zemních cest slabou negativní závislostí na hladině významnosti $p 0,05$. Zjištěná závislost je pravděpodobně způsobena faktem, že nejčastějším porušením šterkových vozovek a jízdních pruhů nezpevněných zemních cest jsou koleje, tedy porušení, které má vždy přibližně stejnou šířku. V případě širší vozovky tedy toto porušení tvoří menší poměrnou část plochy.

To, že jsou šterkové vozovky největší měrou porušeny kolejemi, poukazuje na skutečnost, že hlavním problémem budovaných šterkových cest je jejich celková nedostatečná únosnost (TRZCINSKI 2007).



Obr. 1.

Srovnání míry porušení (%) jednotlivých druhů cest; violový diagram zobrazuje medián, 25% a 75% kvartil, rozpětí bez odlehlých hodnot, celkové rozpětí a Kernelovo rozdělení porušení jednotlivých druhů vozovek

Fig. 1.

Comparison of individual road type damage level (%); viola chart shows the median, 25% and 75% quartile, range without outliers, total margin, and Kernel distribution of individual road type damage

Tab. 2.

Pearsonovy korelační koeficienty jednotlivých zkoumaných závislostí
Pearson's correlation coefficients of individual dependences

závislost/correlation	bitumenová vozovka/ bitumen pavement	šterková vozovka/ gravel pavement	zemní cesta/ earth road
porušení – délka odvodnění/damage – drainage length	0,08	0,08	-0,09
porušení – vegetace/damage – vegetation	-0,03	0,1	0,08
porušení – nadmořská výška/damage – altitude	-0,14 *	0,08	0,04
porušení – šířka cesty/damage – road width	0	-0,26 ***	-0,17 *

Pozn.: bez * $p \geq 0,05$; * $0,01 \leq p < 0,05$; *** $p < 0,001$

Note: no * $p \geq 0,05$; * $0,01 \leq p < 0,05$; *** $p < 0,001$

Podélné odvodnění

Cesty s bitumenovou vozovkou měly vybudováno podélné odvodnění na 79,53 % délky, cesty se šterkovou vozovkou 57,28 % a zemní cesty 21,03 %. Zanesené části byly počítány jako by v nich podélné odvodnění vybudováno nebylo.

Závislost porušenosti povrchu lesní cesty na délce podélného odvodnění nebyla ani u jednoho měřeného povrchu statisticky významná. Úseky, které měly podélné odvodnění vybudováno v celé délce, nevykazovaly menší míru porušenosti než úseky, které podélné odvodnění vybudováno neměly. Toto se potvrdilo i při porovnání souborů úseků Mann-Whitney testem. Pro každý druh povrchu byl z dat vybrán soubor úseků, které měly vybudováno podélné odvodnění v plné délce a soubor úseků bez podélného odvodnění. Nebyla nalezena statisticky významná rozdílnost v míře porušení těchto dvou souborů úseků. Z tohoto relativně malého souboru měření lze uvést, že budování odvodnění má tedy význam pouze na určitých místech se specifickými podmínkami a není potřeba jej budovat v celé délce lesních odvozních cest. K podobnému závěru dochází i ZELINKA (1986), který doporučoval budovat odvozní cesty bez příkopů, se zesílenou vozovkou, dimenzovanou s předpokladem jejich podmačení. K opačnému závěru dochází MARTIN et al. (1999), který našel úzký vztah mezi množstvím výtluků a stavem odvodnění. V 84 % těchto případů připisal nevyhovující stav povrchu neadekvátnímu odvodnění.

ZÁVĚR

Problematika zpřístupňování lesů je stále aktuálním tématem. V minulosti se lesnický výzkum zaměřoval především na co nejefektivnější prostorové rozmístění odvozních cest v rámci zpřístupňovaného území. Lesní cestní síť je v dnešní době relativně dostatečně rozvinutá, proto je hlavním tématem restrukturalizace tříd odvozních cest. Výzkum zjišťoval závislosti parametrů lesních cest na jejich poškození konstrukčními porušeními v rámci reálné cestní sítě.

Terénním měřením byla podrobně zaznamenána konstrukční porušení 11,61 % všech odvozních cest v modelovém flyšovém území lesní správy Ostravice. Soubor dat byl následně analyzován. Byla zkoumána závislost vybraných parametrů lesních cest a porušenosti vozovek a povrchu zemních odvozních cest.

Byla zjištěna očekávaná různá úroveň porušení u jednotlivých druhů povrchů. Zemní cesty byly nad návrhové porušení D2 porušeny v 31,45 % své délky, cesty opatřené šterkovou vozovkou v 17,75 % a bitumenové vozovky v 12,16 % své délky.

Z mnoha faktorů, které ovlivňují porušení povrchů vozovek, byly zkoumány tyto: přítomnost vegetace, nadmořská výška, šířka cesty a stav odvodnění.

Mnoho autorů prokázalo pozitivní vliv vegetace na snižování eroze lesních cest, a tedy na jejich porušenost. Závislost míry pokrytí vegetací a porušení povrchu odvozních cest však nebyla v našem případě zjištěna. Eroze na lesních cestách v modelovém území netvořila významné konstrukční porušení, nebyl proto zjištěn pozitivní vliv vegetace.

Byla zjištěna slabá negativní závislost nadmořské výšky a konstrukčního porušení bitumenových vozovek. K cestám položeným ve větších nadmořských výškách gravituje menší množství dřevní hmoty, jsou tedy méně provozně vytiženy než cesty údolní, navazující na síť veřejných cest.

Dále byla zjištěna slabá negativní závislost šířky cesty a konstrukčního porušení vozovek šterkových cest a zemních povrchů cestních plánů. Závislost byla připsána faktu, že u šterkových a zemních cest byly

porušením s největším zastoupením koleje, které mají vždy přibližně stejnou šířku. U širších cest tvořilo tedy menší poměrnou plochu.

I když je poškození vozovek tradičně připisováno nefunkčnímu či nedokonalému odvodnění, nebylo v tomto případě prokázáno, že odvozní cesty s plně funkčním odvodněním jsou méně porušeny než cesty bez něj.

Z práce vyplynula některá možná doporučení pro praxi. Vozovky lesních cest je vhodné dimenzovat i s ohledem na množství gravitujícího dříví. Vozovky v nižších polohách, u kterých je předpoklad, že budou více zatíženy dopravou, dimenzovat na větší počet přejezdů návrhového vozidla (standardní nápravy). Kladný vliv podélného odvodnění na stav cesty nebyl prokázán, proto je možné v případě, že se nejedná o lokalitu ovlivněnou vodou, doporučit omezení výstavby příkop lesních cest a uspořené finanční prostředky investovat do zesílení vozovky.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu GA FLD 43160/1312/3153 "Zjištění současného stavu lesních odvozních cest ve flyšovém území Beskyd".

LITERATURA

- BRITOL A. T., DAWSON A. R., TYRRELL R. W. W. 2008. Using pavement trials: evaluating rutting in forest roads in southern Scotland. In: Ellis. E. et al. (ed.): *Advances in transportation geotechnics*. 1st International conference on transportation geotechnics. Nottingham, 25 – 27 August 2008. Boca Raton, CRC Press: 81-87. [CD-ROM]
- BUSS K. G. 1984. Use of sawdust on forest roads. In: *Thirty-fifth annual Road Builders' Clinic. Proceedings*. March 6-8, 1984. Pullman, College of Engineering Extension Service, Washington State University: 3-20.
- DOBIÁŠ J. 2005. Forest road erosion. *Journal of Forest Science*, 51: 37-46.
- HANÁK K. 1992. *Lesní dopravní síť. Vybrané statě*. Brno, VŠZ: 147 s.
- JUŠKO V. 2007. Modelovanie erózných procesov na štrkových vozovkách lesných ciest. In: Klč, P. et al. (ed). *Lesnické stavby a jejich perspektivy. Sborník referátů*. Praha, 29. červen 2007. Praha, ČZU v Praze: 45-53.
- JUŠKO V. 2008. Procesy vodnej erózie na vozovkách lesných ciest. In: *Těžebně dopravní technologie a stavební úpravy v kalamitních těžbách. Sborník z mezinárodní vědecké konference*. Praha, 18. – 20. 6. 2008. Praha, ČZU v Praze: 70-75.
- KESTLER M. A. et al. 2007. Determining when to place and remove spring load restrictions on low-volume roads – three low-cost techniques. In: *Low-volume roads 2007. Vol. 2*. Washington, Transportation Research Record of the National Academies: 219-229.
- KLČ P. 1989. Zosuvy na lesných cestách vo flyši a metódy prevencie, sanácie a ich stabilizácie. Bratislava, Príroda: 96.
- KLČ P., ŽÁČEK J. 2006. Výstavba, rekonstrukce a modernizace lesní dopravní sítě. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 152 s.
- KOCHENDERFER J. N., HELVEY J. D. 1987. Using gravel to reduce soil losses from minimum-standard forest roads. *Journal of Soil and Water Conservation*, 42: 46-50.

- KUBÍNÝ D., LINDEROVÁ R. 1983. Vplyv zosuvných a tektonických porúch na sprístupnenie porastov a ich kvalitu. Bratislava, Príroda: 101 s.
- MACHADO C. C. et al. 2006. Chemical and environmental behavior of the solid wastes in forest roads pavements. *Scientia Forestalis*, 70: 131-136.
- MARTIN et al. 1999. Estimation of the serviceability of forest access roads. *International Journal of Forest Engineering*, 10: 55-61.
- MRÁZ M. 1980. Možnosti využívania priemyselných odpadov a vedľajších produktov výroby v cestnom staviteľstve. Vozovky málo zaťažených komunikácií. Bratislava, Dom techniky ČSVTS: 57-61.
- OWENDE P. M. O. et al. 2001. Minimizing distress on flexible pavements using variable tire pressure. *Journal of Transportation Engineering*, (May-June): 254-262.
- PILLAY K., BOSMAN J. 2001. Heavy vehicle overload control in the city of Tshwane. In: 20th South African transport conference. Meeting the Transport Challenges in Southern Africa. South Africa, 16 – 20 July 2001. Conference Planners: 1-9.
- PIPKOVÁ B. et al. 2006. Dopravní stavby – Návod pro cvičení. Praha, ČVUT: 48 s.
- SHOOK L. 1988. Using chunkwood to build low volume roads. *Public Works*, 119 (10): 105-106.
- SLIVKA J. 1977. Zásady hospodárenia v lesoch východoslovenského flyšu so špecifickým zameraním vplyvu lesnej cestnej siete. In: Výstavba lesných ciest vo flyšovej oblasti. Zborník referátov z konferencie. Zvolen, VÚLH: 15-23.
- STANOVSKÝ M., KLČ P. 2002. Stroje pre výrobu dreva vo flyšových oblastiach. Zvolen, Lesnícky výskumný ústav: 28 s.
- SWIFT L. W. Jr. 1988. Forest access roads: design, maintenance, and soil loss. In: Swank W.T., Crossley D.A. Jr. (eds.): *Forest hydrology and ecology at Coweeta*. New York, Springer: 313-324.
- ŠEVELOVÁ L., KOZUMPLÍKOVÁ A. 2009. Kalibrace výpočetního modelu systému podloží – netuhá vozovka. In: *Lesnícké stavby v krajině 2009*. Sborník konference. Zvolen 15. 10. 2009. Zvolen, TU: 84-89. [CD-ROM]
- TOMÁNEK J., VOLNÝ C. 2009. Posouzení současného zpřístupnění a návrhu dostavby lesních odvozních cest ve vybraném území Beskyd. *Lesnícky časopis (Forestry Journal)*, 55: 409- 417.
- TRZCINSKI G. 2007. Carrying capacity of slag and gravel forest road pavements. *Sylwan*, 151 (7): 49-57.
- VÉBR L. et al. 2006. Technické podmínky TP 170 – Navrhování vozovek pozemních komunikací (aktualizace TP v roce 2006). Praha, Ministerstvo dopravy ČR: 100 s.
- ZELINKA L. 1986. Vplyv funkcie priekop lesných ciest na výpočet konštrukcie vozovky lesnej cesty a ochranu lesného prostredia. In: *Riešenie cestnej siete v podmínkach funkčne integrovaného lesného hospodárstva so zreteľom na ostatné celospoločenské záujmy*. Sborník konference. Liptovský Mikuláš 27. – 28. 5. 1986. Žilina, Dom techniky ČSVTS: 75-80.
- ZELINKA L. 2001. Wear coefficients for the non-solid roadways of forest roads. *Journal of Forest Science*, 47: 410-418.
- ZELINKA L., VACEK V. 2006. Dlhodobé sledovanie únavy u vybraných lesných odvozných ciest. In: Klč P., Zajacová J. (ed.): *Stavby a stavební problematika v praxi a ve výuce*. Sborník konference. Praha, 15. září 2006. Praha, ČZU v Praze: 125-132.

FACTORS INDUCING PAVEMENT DAMAGE OF FOREST HAUL ROADS

SUMMARY

At present, forest road-net in most forests of the Czech Republic is relatively well developed and no areas of economic importance are inaccessible. However, the quality or rationality of existing accessibility remains a question. The need to build new roads is not as urgent as the necessity to restructure the existing forest road classes so they could provide economically sufficient transport.

Constructional damage of forest roads' surface begins to affect forest roads operations only from a certain level of their occurrence. According to technical standards TS 170 "Projects of ground road pavements" (updated in 2006) (VÉBR at al. 2006), the pavement of tertiary roads is projected for the proposed D2 damage level, i.e. when damage caused by construction defects reaches less than 25 % of road surface.

ZELINKA, VACEK (2006), ZELINKA (2001) state that the pavement damage is affected by transport intensity and the quality and thickness of covering layer. PILLAY, BOSMAN (2001), BRITO et al. (2008), OWENDE et al. (2001), MARTIN et al. (1999) focused on the pressure of timber transport units on pavements. In their opinion, reduced tyre pressure may be an effective factor that leads to less transport road damage.

JUŠKO (2007, 2008), DOBIÁŠ (2005), HANÁK (1992), SWIFT (1988), KLČ, ŽÁČEK (2006) and others dealt with the effects of water on timber transport roads. They mention the importance of transport road drainage.

Flysch sediments occur in the eastern border of the Czech Republic. They compose mountain ranges of the Beskydy Mts. and Bílé Karpaty (White Carpathians). Flysch represents unfavourable subsoil for forest roads construction. Principles of the accessibility of flysch territory were addressed by many authors: SLIVKA (1977), KUBÍNÝ, LINDEROVÁ (1983), KLČ (1989), STANOVSKÝ, KLČ (2002) and others.

The research presented in this article is based on off-road measurement in a model flysch territory. The territory was intersected by straight lines (transects) at a regular spacing of 500m. In places where the transect line traversed the transport road-net, a field survey was carried out and constructional damage was recorded on a 100m long stretch. In total 60.03 km of transport roads were measured, which represents 11.61 % of transport roads in the model flysch territory (Tab. 1).

Different levels of damage were recorded for individual surface types (bitumen, gravel, treated ground plain) (Fig. 1).

Dependence between vegetation cover and damage of transport road surface were not found. Forest road erosion in the model territory did not show significant constructional damage. Therefore, no positive influence of vegetation was found.

A weak negative dependence between the altitude and constructional damage of bitumen pavements was discovered (Tab. 2). Smaller amount of wood mass gravitates towards the roads located in higher altitudes; they are less engaged in terms of forest operations.

Moreover, a weak negative dependence between road width and constructional damage of gravel roads and ground surfaces of road plains was discovered. Dependence is caused by the fact that gravel and ground roads were mostly damaged by ruts, which represents a damage of approximately constant width. As for wider roads the damage occurred on a smaller area.

However, it was not confirmed that transport roads with fully functional drainage are less damaged than the roads with no drainage.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jaroslav Tománek, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika
tel: 224 383 730; e-mail: tomanek@fld.czu.cz

JE PŘEDOSEVNÍ PŘÍPRAVA OSIVA DOUGLASKY TISOLISTÉ NEZBYTNÁ?

IS THE PRE-SOWING TREATMENT OF DOUGLAS FIR SEED MATERIAL NECESSARY?

ANTONÍN MARTINÍK – EVA PALÁTOVÁ

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno

ABSTRACT

The analysis of 15 seed lots originating from Canada and the Czech Republic showed a positive response of all experimental seed lots of both interior and coastal Douglas fir to three weeks of cold stratification without medium after 48-hour hydration and subsequent surface drying. Seven variants were tested in order to find an optimum method of the pre-sowing treatment which differed in the treatment duration (21, resp. 30 days) and in the mode (with/without medium). Untreated seeds served as a control. Soaking in water did not increase the germination capacity. The treatment with hydrogen peroxide increased only germination energy but the germination capacity was lower than in the control. Results of stratification with/without medium for 21, resp. 30 days were comparable. Without the cold stratification, the seed potential cannot be fully utilized.

Klíčová slova: *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*, *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*, semena, klíční klid, předosevní příprava

Key words: *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*, *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*, seeds, seed dormancy, pre-sowing treatment

ÚVOD

Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) patří pro vynikající produkční schopnosti a všestranně upotřebitelné dřevo mezi naše nejdůležitější introdukované dřeviny. V České republice jsou příznivé podmínky pro její růst na ploše přes 1 milion ha (ŠÍKA et al. 1988). Z lesnického hlediska je douglaska považována za dřevinu perspektivní; podle dlouhodobých koncepcí druhové skladby porostů byl její podíl doporučen na 2 % porostní plochy a ve studii ÚHÚL z roku 1994 (in BERAN, ŠINDELÁŘ 1996) až na 4 % porostní plochy. V současné době se pěstuje na 4 400 ha, což představuje pouhých 0,17 % lesní půdy (KANTOR et al. 2010), přičemž pro podmínky ČR se v současnosti uvažuje výhradně s douglaskou zelenou (var. *menziesii*).

Na vhodných stanovištích, tam kde se vyskytují fruktifikující porosty, se douglaska přirozeně zmlazuje (KINSKÝ, ŠÍKA 1987; BUŠINA 2006; KANTOR et al. 2010). Její výsadba na lokality, kde fyzicky zralé porosty nejsou, vyžaduje použití sadebního materiálu. Problémem při jeho pěstování v České republice je poměrně nízká výtěžnost osiva. Zatímco v Anglii lze z 1 kg osiva získat 38 tisíc semenáčků (GOSLING, ALDHOUS 1994), v Německu v průměru 32 tis. kusů, přičemž v jednotlivých školkách se hodnoty pohybují v širokém rozpětí od 17,5 tis. do 50 tis. (SEIFERT 2005), v České republice se v minulosti dopěstovalo z 1 kg 8 – 18 tis. semenáčků (HOFMAN, HEGER 1959) a ani v současnosti se výtěžnost významně nezvýšila a dosahuje přibližně 19 tis. semenáčků z 1 kg osiva (CAFOUREK 2011, ústní sdělení).

Rozdíly ve výtěžnosti osiva douglasky u nás a v zahraničí mohou být způsobeny kvalitou použitého osiva, ale mohou být spojené i s klíčním

klidem, jehož stupeň je u semen tohoto druhu dřeviny velmi variabilní. Zatímco některé oddíly osiva jsou dormantní, jiné nevykazují žádný klíční klid (MÜLLER et al. 1999). Podle HEITA (1968 ex SEIFERT 2005) předosevní přípravu vyžadují jen var. *caesia* a var. *viridis*. GOSLING a PEACE (1990) např. zjistili, že ze 62 analyzovaných oddílů osiva douglasky bylo 35 dormantních, zatímco 26 nevykazovalo klíční klid. Zjištěné rozdíly v dormanci jednotlivých oddílů osiva vedly k tomu, že norma ISTA (2012) i ČSN 48 1211 (2006) doporučují pro osivo douglasky dvojí zkoušku klíčovosti – bez předosevní přípravy a po třítydenní studené stratifikaci při 5 °C. Srovnání výsledků obou testů klíčovosti může ukázat, zda předosevní příprava stimuluje či redukuje klíčovost, nebo zda se klíčovost nemění. Předosevní příprava se pak doporučuje, pokud zjevně zvyšuje celkovou klíčovost nebo semena klíčí mnohem rychleji než semena neošetřená (GOSLING, ALDHOUS 1994).

Pro předosevní přípravu osiva douglasky doporučují jednotliví autoři různé postupy, které se liší způsobem, dobou trvání i teplotou ošetření. Vedle pouhého máčení 12 – 24 hodin (NYHLOM 1986 ex SEIFERT 2005), studené stratifikace bez média nebo s médiem bylo popsáno i ošetření peroxidem vodíku (CHING 1959; TRAPPE 1961; OWSTEN, STEIN 1974). Nejčastěji je používána studená stratifikace, ale doba jejího trvání se podle jednotlivých autorů značně různí a pohybuje se od 2 po 12 týdnů, eventuálně i déle, při využití studené stratifikace se zpětným vysušením (SEIFERT 2005). Existují i informace o použití týdenní teplé stratifikace při 18 – 22 °C ve vlhké rašelině nebo pilinách (BÄRTELS 1988). Vzhledem ke krátké době ošetření se dá tento postup podle SEIFERTA (2005) označit spíše za předklíčování. Technologický postup studené stratifikace se může v některých aspektech lišit (použití média, hydratace osiva vložením do stratifikace, případně jeho povr-

chové osušení před vložením do stratifikace apod.). Všechny uvedené faktory mohou výsledek předosevní přípravy více či méně ovlivnit.

Cílem práce bylo posoudit na souboru 15 oddílů douglasky zelené i šedé z různých oblastí Kanady potřebu předosevní přípravy a u oddílů domácí provenience orientačně ověřit vliv různých variant předosevní přípravy na energii klíčení a klíčivost.

MATERIÁL A METODIKA

K prvnímu experimentu bylo použito osivo 7 oddílů douglasky zelené (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*) původem z Kanady (Britská Kolumbie) a České republiky a 8 oddílů douglasky šedé (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*) původem z Kanady (Britská Kolumbie). Přehled oddílů je uveden v tab. 1.

K posouzení vlivu různých způsobů předosevní přípravy na energii klíčení a klíčivost byl použit oddíl osiva douglasky zelené (var. *menziesii*) z uznané jednotky CZ-1-2C-DG-374-10-4-C. Původ porostu je neznámý.

METODY

Vliv provenience a předosevní přípravy na klíčivost

S cílem zjistit, jak reagují různé oddíly osiva douglasky na předosevní přípravu, byly realizovány paralelní zkoušky klíčivosti bez stratifikace a po 21denní studené stratifikaci bez média při teplotě 2 °C, které předcházelo máčení 48 hodin ve vodě 2 °C teplé a povrchové osušení v laboratorních podmínkách.

Tab. 1.

Přehled a označení oddílů osiva douglasky použitých k experimentu
The list and designation of experimental seed lots of Douglas fir

Pořad. číslo/Serial number	Oddíl/Seed lot	Varieta/ Variety	Původ/Origin	Semenářské zóny BC/ Seed production zone	
				1972	1992
1	404	<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>	Mt. Benson, BC	1050	M – Maritime
2	424		Hill 60-LO, BC	1050	M – Maritime
3	1270		Shawatum, BC	1060	SM – Submaritime
4	7410		Mount Hall, BC	1050	M – Maritime
5	62229		Mt Newton, BC	1050	M – Maritime
6	63117		Ainscough-Harmac, BC	1050	M – Maritime
7	CZ-3-3-DG-69-26-3-S		Předhoří Orlických hor		
8	5006	<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>	Hospital Cr, BC	3070	BSH – Bush
9	8431		140Mile House, BC	2050	CT – ariboo Transition
10	30699		Clearwater, BC	3040	SA – Shuswap Adams
11	30674		MacLennan, BC	3040	SA – Shuswap Adams
12	41250		Gen Lake, BC	2040	TOD – Thompson Okanagan Dry
13	42265		Heffley Mt., BC	2040	TOD – Thompson Okanagan Dry
14	53197		Skimikin Lake, BC	2030	SA – Shuswap Adams
15	CDN-BC-0468-09		Mt. Pope, BC	5050	Montane 4

Tab. 2.

Varianty předosevní přípravy osiva douglasky
Variants of the pre-sowing treatment of Douglas fir seed

Varianta/Variant	Specifikace předosevní přípravy/Pre-sowing treatment specification
K	Kontrola – bez předosevní přípravy/Control – no pre-sowing treatment
M	Máčení v H ₂ O 48 hodin při 2°C/48-hour soaking in H ₂ O at 2°C
M+21	Máčení v H ₂ O 48 hodin při 2°C a následná stratifikace bez média při teplotě 2°C po dobu 21 dnů/ 48-hour soaking in H ₂ O at 2°C and subsequent 21-day stratification without medium at 2°C
M+O+21	Máčení v H ₂ O 48 hodin při 2°C, povrchové oschnutí semen a následná stratifikace bez média při teplotě 2°C po dobu 21 dnů/ 48-hour soaking in H ₂ O at 2°C, surface drying of seeds and subsequent 21-day stratification without medium at 2°C
M+30	Máčení v H ₂ O 48 hodin při 2°C a následná stratifikace bez média při teplotě 2°C po dobu 30 dnů/ 48-hour soaking in H ₂ O at 2°C and subsequent 30-day stratification without medium at 2°C for
P	Máčení v 3 % peroxidu vodíku 48 hodin při 2°C/48-hour soaking in 3% hydrogen peroxide at 2°C
30ME	Stratifikace s médiem (směs písku a rašeliny v poměru 1:4) při teplotě 2°C po dobu 30 dnů/ 30-day stratification with medium (1:4 mixture of sand and peat) at 2°C
M+30ME	Máčení v H ₂ O 48 hodin při 2°C a následná stratifikace s médiem (směs písku a rašeliny v poměru 1:4) při teplotě 2°C po dobu 30 dnů/ 48-hour soaking in H ₂ O at 2°C and 30-day subsequent stratification with medium (1:4 mixture of sand and peat) at 2°C

Vliv odlišného způsobu předosevní přípravy na klíčivost

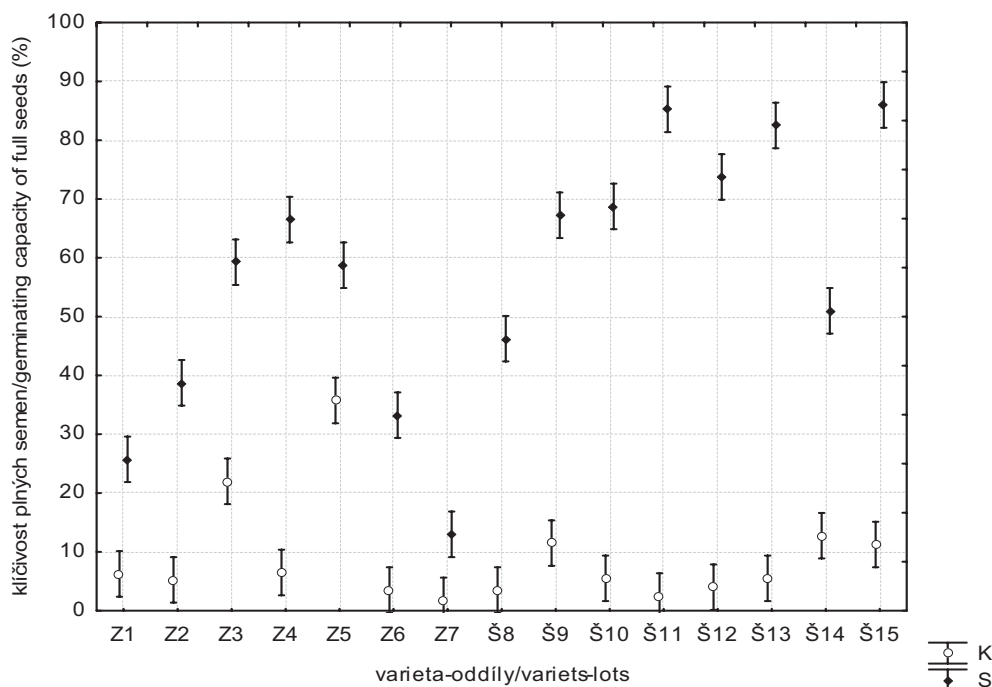
Při hledání optimálního způsobu předosevní přípravy bylo testováno sedm variant, jejichž přehled je uveden v tab. 2. Jako kontrola sloužilo osivo bez předosevní přípravy. Pro osivo jehličnatých druhů se často používá máčení osiva, jehož cílem je urychlit příjem vody a průběh iničiálních etap klíčení (PALÁTOVÁ 2008). Další varianty zahrnovaly studenou stratifikaci, při které byla zvolena doba trvání 21 dnů, vycházející z doporučení v ČSN 48 1211, a doba 30 dnů. I když se pro semena s krátkým klíčním klidem používá běžně stratifikace bez média, byly testovány i varianty stratifikace s médiem. V naší školkařské praxi se většinou nevyužívá povrchové osušení hydratovaných semen před vložením do stratifikace. V zahraničí se semena po máčení povrchově osušují rozložená na tenké vrstvě nebo pomocí odstředivky (GOSLING et al. 1994), protože volná voda v polyetylenovém sáčku může semena poškodit či vyvolat předčasné klíčení, ale také být vhodným prostředím pro růst bakterií a hub (GOSLING, ALDHOUS 1994).

Zkoušky klíčivosti probíhaly pro oba pokusy podle ČSN 48 1211 (2006) na Jacobsenových klíčidlech v laboratorních podmínkách ÚZPL LDF Mendelu v Brně. Pro exaktní srovnání byly výsledky získané při zkouškách klíčivosti přepočteny na energii klíčení a klíčivost semen plných. Data byla zpracována pomocí programu Statistica. V případě prvního pokusu vyhodnocení vlivu předosevní přípravy a variet douglasky na klíčivost dvoufaktorová ANOVA, Tukeyho test mnohonásobného porovnání. Výsledky druhého pokusu byly vyhodnoceny Kruskal-Wallisovým neparametrickým testem, porovnání kontroly a nejběžnější stratifikace (M+O+21) t-testem.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Základní podmínkou dokonalého využití potenciálu osiva při pěstování sadebního materiálu pro umělou obnovu lesa je jeho správná předosevní příprava, obzvláště jedná-li se o osivo s klíčním klidem. Mezi takové druhy dřevin se řadí i douglaska tisolistá, u které je stupeň dormance velmi variabilní. To vedlo k zavedení dvojí zkoušky klíčivosti, která by měla odhalit potřebu předosevní přípravy vysévaných oddílů. Námi realizované paralelní zkoušky klíčivosti 15 oddílů osiva douglasky zelené a šedé bez stratifikace a po 21denní stratifikaci bez média prokázaly, že jednotlivé oddíly reagují na předosevní přípravu rozdílně. U sledovaných sedmi oddílů osiva douglasky zelené působila studená stratifikace bez média pozitivně jak na rychlost klíčení, tak i celkovou klíčivost (tab. 3, obr. 1). Zatímco energie klíčení semen plných se zvýšila v průměru více než 3 x (ze 12 na 42 %), zvýšení klíčivosti semen plných dosáhlo průměrně pouze 12 % (obr. 1). Nárůst rychlosti klíčení může pozitivně ovlivnit homogenitu semenáčků po výsevu, ale i výtěžnost osiva. Největší odezvu na předosevní přípravu vykazovaly oddíly 2 a 6, u kterých se klíčivost plných semen po stratifikaci zvýšila o 16, resp. 21 %. Kromě šesti oddílů osiva, které pocházely z Kanady, byl sledován i jeden oddíl domácí provenienc (oddíl 7). Z obr. 1 je patrné, že stratifikace zvýšila jeho energii klíčení pouze o 11 % (nejméně ze všech hodnocených oddílů), ale klíčivost o 19 %. U tohoto oddílu také zůstalo na klíčidlech ještě 5 % svěžích semen (tab. 3), což naznačuje, že potenciál osiva nebyl využit a oddíl by vyžadoval patrně delší dobu předosevní přípravy.

Oddíly osiva douglasky šedé, podrobené zkoušce klíčivosti bez předchozí stratifikace, klíčily velmi pomalu (tab. 4) a v průměru dosáhly



Obr. 1.

Klíčivost semen plných (K-PL) a energie klíčení semen plných (EK-PL) oddílů osiva douglasky zelené (Z) a šedé (Š) bez předosevní přípravy (K) a po 21denní studené stratifikaci bez média (S)

Fig. 1.

Germinating capacity of full (K-PL) and germination energy of full (EK-PL) seed lots of green (Z) and blue (Š) Douglas fir without the pre-sowing treatment (K) and after 21 days of cold stratification without medium (S)

Tab. 3.

Výsledky zkoušky klíčivosti 7 vzorků osiva douglasky zelené bez předosevní přípravy (K) a po 21denní studené stratifikaci bez média (S)
Results for germination test of 7 seed lots of green Douglas fir, without the pre-sowing treatment (K) and after 21 days of cold stratification without medium (S)

Varianta/ Variant	Procenta/percent [%]							
	EK	EK-PL	K	K-PL	SV-PL	SV	MR	PR
1K	6	6	79	82	13	13	5	4
1S	24	26	90	91	3	3	3	4
2K	5	5	70	78	18	17	3	10
2S	33	39	81	94	1	1	5	14
3K	20	22	75	86	4	4	10	11
3S	53	59	82	92	1	1	7	11
4K	6	7	91	94	3	3	4	3
4S	65	67	97	100	0	0	0	3
5K	33	36	87	94	2	2	3	8
5S	56	59	93	98	1	1	2	5
6K	3	4	64	74	19	17	6	13
6S	30	33	86	95	3	3	2	8
7K	2	2	65	69	26	25	3	7
7S	36	13	85	88	5	5	6	4

Vysvětlivky/Captions: EK – energie klíčivosti/germination energy; EK-PL – energie klíčivosti semen plných/germinating energy of full seeds; K – klíčivost/germinating capacity; K-PL – klíčivost semen plných/germinating capacity of full seeds; SV-PL – svěží plná semena/fresh-full seeds; SV – svěží semena/fresh seeds; MR – mrtvá semena/dead seeds; PR – prázdná semena/empty seeds

Tab. 4.

Výsledky zkoušky klíčivosti 8 vzorků osiva douglasky šedé bez předosevní přípravy (K) a po 21denní studené stratifikaci bez média (S)
Results for germination test of 8 seed lots of blue Douglas fir, without the pre-sowing treatment (K) and after 21 days of cold stratification without medium (S)

Varianta/ Variant	Procenta/percent [%]							
	EK	EK-PL	K	K-PL	SV-PL	SV	MR	PR
8K	3	4	63	67	28	27	6	4
8S	47	46	83	92	2	2	6	10
9K	10	12	68	76	18	16	6	11
9S	61	67	80	88	4	4	7	9
10K	5	6	69	70	27	27	2	3
10S	67	69	95	98	1	1	2	2
11K	2	3	55	57	42	41	2	3
11S	82	85	94	98	0	0	2	4
12K	4	4	56	58	42	41	2	2
12S	71	74	91	94	2	2	4	3
13K	5	6	52	56	40	38	4	6
13S	79	83	92	96	0	0	4	4
14K	11	13	72	79	21	20	0	9
14S	48	51	89	95	1	1	4	6
15K	10	11	77	83	19	15	0	8
15S	78	86	89	99	0	0	1	10

energie klíčení pouze 7 %. Studená stratifikace zvýšila energii klíčení v průměru desetinásobně (na 70 %). Nárůst klíčivosti semen plných oproti kontrole (nestratifikované osivo) se pohyboval u sledovaných osmi oddílů od 12 po 41 % (tab. 4) a v průměru byl 20%. Největší pozitivní odezva byla zaznamenána u oddílů 11, 12 a 13. Zatímco průměrný podíl svěžích semen ve variantách bez stratifikace byl 30 %, po stratifikaci zůstalo na konci zkoušky klíčivosti svěžích semen pouze 1 %.

Naše výsledky potvrdily závěry OWSTENA a STEINA (1974), že studená stratifikace zvyšuje rychlost klíčení (energie klíčení) a poněkud optimalizuje i celkovou klíčivost. V našem případě bylo zvýšení klíčivosti plných semen poměrně vysoké. I když uvedení autoři upozorňují na možnost klíčení již v průběhu stratifikace, u námi sledovaných oddílů nebylo předčasné klíčení zaznamenáno. Výsledky statistické analýzy ukázaly na statistický významný rozdíl v klíčivosti (K-PL) mezi osivem stratifikovaným a bez předosevní přípravy, a to jak u douglasky zelené, tak šedé. Rovněž byl zjištěn statistický významný rozdíl v klíčivosti mezi nestratifikovaným osivem douglasky zelené a šedé. Naproti tomu rozdíl v klíčivosti stratifikovaného osiva douglasky zelené a šedé byl nevýznamný (tab. 6a, 6b).

Ze získaných výsledků vyplynulo, že osivo douglasky šedé reagovalo na studenou stratifikaci výrazněji než osivo douglasky zelené, zejména co se týče rychlosti klíčení. Vzhledem k zanedbatelnému množství svěžích semen na konci zkoušky klíčivosti se 21denní stratifikace jeví pro tyto provenience dostatečná. Potřeba a rozsah předosevní přípravy bývají dávány do souvislosti s geografickým původem osiva. Podle HEITA (1986 ex SEIFERT 2005) nemá osivo z jihu Skalisticých hor v USA žádné zábrany klíčení, zatímco osivo ze severu USA a jihovýchodní Kanady vykazuje podle autora různý stupeň klíčivého klidu. Námi testované oddíly pocházely ze západní Kanady (z Britské Kolumbie) a můžeme proto konstatovat, že i oddíly z této oblasti mají klíčivý klid a bez předosevní přípravy (pokud se nevysévá na podzim) by patrně potenciál osiva zůstal zčásti nevyužit. Naše výsledky tedy podporují názor GOSLINGA a PEACE (1990), že zkoušce klíčivosti by měla vždy předcházet studená stratifikace. Podle EDWARDSE a EL-KASSABYHO (1995) by měla být, vzhledem k velké genetické heterogenitě osiva, dokonce prodloužena až na 5 týdnů. I když se nemusí zvýšit klíčivost, zlepšuje se podle autorů rychlost klíčení heterogenních oddílů.

Při hledání vhodného způsobu předosevní přípravy osiva douglasky bylo na jednom oddílu původem z ČR orientačně testováno několik variant (tab. 2). Ze získaných výsledků vyplynulo, že u použitého oddílu předosevní příprava pozitivně ovlivňovala rychlost klíčení i klíčivost plných semen, míra reakce však byla v jednotlivých variantách odlišná (tab. 5). Výsledky vícenásobného porovnání klíčivosti (K-PL) nicméně ukázaly na statisticky významné rozdíly pouze mezi variantou macerace v peroxidu a variantami 30ME a M+21 (tab. 7). Rovněž porovnání kontroly (K) s osivem stratifikovaným po dobu 21 dnů (M+O+21) neukázalo na statisticky významné rozdíly. Statisticky významné rozdíly ($t=2,41138$; $p=0,052475$) nebyly zjištěny ani při porovnání kontroly (K) s osivem stratifikovaným po dobu 21 dnů (M+O+21). Samotné máčení osiva po dobu 48 hodin zvýšilo energii klíčení pouze nepodstatně. Máčení osiva 48 hodin, následované 21 nebo 30denní stratifikací bez média mělo na energii klíčení shodný vliv (obr. 2). Stratifikace s médiem, do kterého bylo umístěno osivo bez předchozí hydratace ve vodě, zvýšila energii klíčení o 23 % oproti kontrole bez předosevní přípravy. Nejvyšší rychlost klíčení byla dosažena ve variantě, kde byla semena před zkouškou klíčivosti namočená 48 hodin ve 3% peroxidu vodíku, který se doporučuje k potlačení povrchové mikroflóry a urychlení klíčení (TRAPPE 1961; OWSTEN, STEIN 1974). Jeho vliv na klíčivost byl však negativní (obr. 3). Také LEBRUN (1970) při obdobném ošetření (48hodinové máčení semen ve 4% H_2O_2) zaznamenal zkrácení průměrné doby klíčení. Při použití vyšších koncentrací peroxidu vodíku a kratší doby ošetření EDGREN a TRAPPE (1970) zjistili, že i když došlo ke stimulaci klíčení, semenáč-

Tab. 5.

Výsledky zkoušky klíčivosti osiva douglasky zelené pro různé varianty předosevní přípravy
Results for germination test of Douglas fir seeds, for various variants of pre-sowing treatment

Varianta/ Variant	Procenta/percent [%]						
	EK	EK-PL	K	K-PL	SV	PR	MR
K	4	6	58	79	11	27	5
M.	8	10	59	79	9	25	7
M+21	16	20	70	89	3	21	7
M+O+21	19	24	67	85	5	21	7
M+30	16	19	70	87	4	20	6
P	32	53	45	74	5	39	11
30ME	23	29	72	89	1	20	8
M+30ME	16	19	69	84	1	19	12

Tab. 6a.

Výsledky statistické analýzy – vliv předosevní přípravy a provenience na klíčivost douglasky – doufaktorová Anova
Results of statistical analysis – ANOVA test – analysis of impact pre-sowing treatment and provenience of Douglas fir seed to germinations

	SS	df	MS	F	P
Abs. Člen/ Absolute Nr.	214349.7	1	214349.7	3528.266	0.000000
Varianta/Variant	315.0	1	315.0	5.186	0.031241
Příprava/ Preparation	2808.1	1	2808.1	46.222	0.000000
Var.*prior./ Var*prep.	432.1	1	432.1	7.112	0.012996
Error	1579.6	26	60.8		

Captions: SS – sum of squares; df – degree of freedom; MS – mean square; F – F-value; P – P-value, ($\alpha = 0,05$)

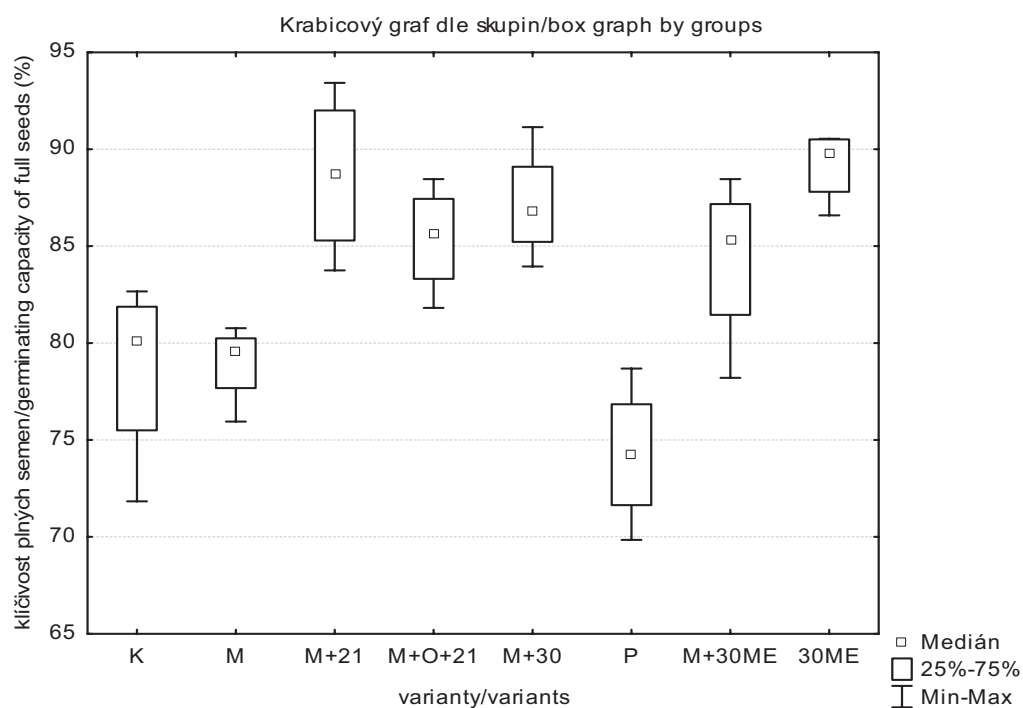
Tab. 6b.

Výsledky statistické analýzy prvního pokusu vzájemné porovnání vlivu předosevní přípravy a provenience na klíčivost douglasky – Tukey mutual comparison HSD test

Results of statistical analysis – Tukey HSD test – mutual comparison of the pre-sowing treatment impact and provenience of Douglas fir seed to germinations

Varianta/ Variant	Příprava/ Preparation	{1} – 82.071	{2} – 93.857	{3} – 67.969	{4} – 94.969
Z	K		0.041558	0.008823	0.017967
Z	S	0.041558		0.000172	0.992584
Š	K	0.008823	0.000172		0.000170
Š	S	0.017967	0.992584	0.000170	

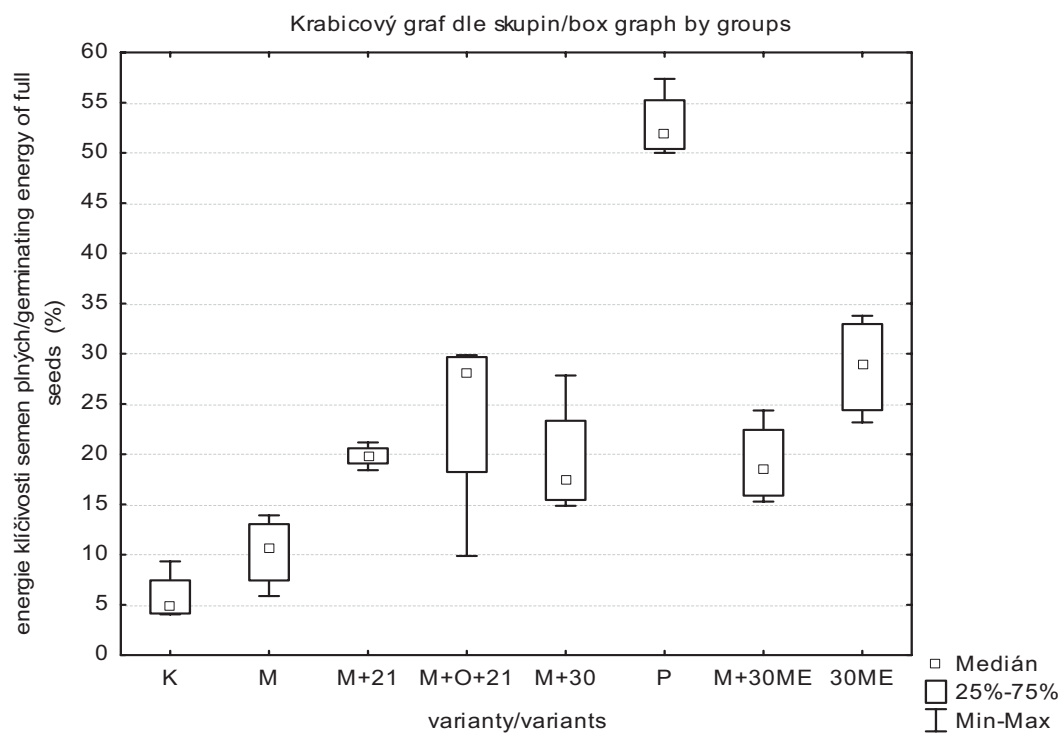
Captions: Z – variant *menziesii*; Š – variant *glauca*; K – without the pre-sowing treatment; S – stratification without medium

**Obr. 2.**

Energie klíčení semen plných (EK-PL) oddílů osiva douglasky zelené po různých variantách předosevní přípravy

Fig. 2.

Germination energy of full (EK-PL) seed lots of green Douglas fir after various variants of pre-sowing treatment

**Obr. 3.**

Klíčivost semen plných (K-PL) oddílů osiva douglasky zelené po různých variantách předosevní přípravy

Fig. 3.

Germinating capacity of full (K-PL) seed lots of green Douglas fir after various variants of pre-sowing treatment

ky douglasky vypěstované z osiva ošetřeného 30% peroxidem vodíku byly menší než ze semen klasicky stratifikovaných.

Na základě srovnání klíčivosti plných semen lze testované varianty diferencovat do dvou skupin. První skupinu tvoří varianta máčení semen v peroxidu vodíku, za kterou těsně následuje kontrola bez přípravy a varianta, ve které byla semena pouze máčena 48 hodin ve vodě. Vysoké procento svěřích semen, která zůstala na konci zkoušky na klíďdlech, naznačilo rovnocenný potenciál těchto variant k dosažení výsledků srovnatelných s ostatními variantami a potvrdilo jednoznačně potřebu studené stratifikace i pro tento oddíl osiva. Neúplné překonání dormance by se mohlo odrazit ve snížené výťažnosti osiva, a proto nelze výsev nestratifikovaného osiva nebo osiva pouze máčeného ve vodě či v peroxidu vodíku pro praktické využití doporučit. Druhou skupinu vytvořily ostatní varianty, ve kterých byly dosaženy srovnatelné výsledky. Vyplývá z nich, že prodloužení stratifikace z 21 dnů doporučených ČSN 48 1211 na 30 dnů se neprojevovalo nárůstem energie klíčení ani klíčivosti semen a jednotlivé ověřované postupy stratifikace neměly na výsledek zásadní vliv.

ZÁVĚR

1. Osivo všech sledovaných oddílů osiva douglasky tisolisté reagovalo na studenou stratifikaci zvýšením energie klíčení a klíčivosti plných semen.
2. Studená stratifikace zvyšovala rychlost klíčení zejména u oddílů osiva douglasky šedé.
3. Máčení osiva nemělo pozitivní vliv na energii klíčení ani na klíčivost.
4. Předosevní příprava osiva máčením v 3% peroxidu vodíku zvýšila energii klíčení, ale na celkovou klíčivost měla negativní vliv.
5. Pro předosevní přípravu osiva douglasky se osvědčila studená stratifikace s médiem nebo bez média po dobu 21 nebo 30 dnů po 48hodinovém namáčení ve vodě.
6. Bez studené stratifikace nelze potenciál osiva douglasky beze zbytku využít.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu NAZV QI112A172 „Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směrů v podmínkách ČR“.

LITERATURA

- BÄRTELS A. 1988. Rozmnožování dřevin. Praha, SZN: 452 s.
- BERAN F., ŠINDELÁŘ J. 1996. Perspektivy vybraných cizokrajných dřevin v lesním hospodářství České republiky. Lesnictví-Forestry, 42 (8): 337-355.
- BUŠINA F. 2006. Natural regeneration of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* [MIRB.] FRANCO) in forest stands of Hůrky training Forest District, Higher Forestry School and Secondary Forestry School in Písek. Journal of Forest Science, 53 (1): 20-34.
- ČSN 48 1211. 2006. Lesní semenářství – Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin. Praha, ČNI: 60 s.
- EDGREN J.W., TRAPPE J.M. 1970. Growth of Douglas-fir, Ponderosa pine, and Western larch seedlings following seed treatment with 30 percent hydrogen peroxide. Research Papers. Pacific North-western Forest and Range Experiment Station, PNW-130: 6 s.
- EDWARDS D.G.W., EL-KASSABY Y. A. 1995. Douglas-fir genotypic response to seed stratification. Seed Science & Technologies, 23: 771-778.
- GOSLING P.G., ALDHOUS J.R. 1994. Seed. Chapter 5. In: Aldhous J.R., Mason W.L. (eds.): Forest nursery practice. London, HMSO: 66-83.
- GOSLING P.G., JONES S.K., GARDINER A. S. 1994. Spin-drying soaked tree seed before prechilling improves seed handling. Tree Planters' Notes, 45 (1): 32-35.
- GOSLING P.G., PEACE A.J. 1990. The analysis and interpretation of ISTA „double“ germination tests. Seed Science & Technologies, 18: 791-803.

Tab. 7.

Výsledky statistické analýzy vzájemné porovnání – vliv předosevní přípravy na klíčivost douglasky
Results of statistical analysis the of Douglas fir seeds, for various variants of pre-sowing treatment

Varianta/ Variant	K - R:9,0000	M - R:8,7500	M+21 - R:25,000	M+O+21 - R:19,125	M+30 - R:23,000	P - R:3,7500	M+30ME - R:16,875	30ME - R:26,500
K		1.000000	0.444117	1.000000	0.974637	1.000000	1.000000	0.233356
M	1.000000		0.400242	1.000000	0.887388	1.000000	1.000000	0.208673
M+21	0.444117	0.400242		1.000000	1.000000	0.038007	1.000000	1.000000
M+O+21	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.572781	1.000000	1.000000
M+30	0.974637	0.887388	0.1000000	1.000000		0.103805	1.000000	1.000000
P	1.000000	1.000000	0.038007	0.572781	0.103805		1.000000	0.016919
M+30ME	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
30ME	0.233356	0.208673	1.000000	1.000000	1.000000	0.016919	1.000000	

- HOFMAN J., HEGER B. 1959. Výsledky provozních výsevů douglasky v roce 1956. *Práce výzkumných ústavů lesnických*, 16: 85-100.
- ISTA. 2012. International rules for seed testing. Adopted at the ordinary meeting 2011, Glattbrugg, Switzerland to become effective on 1st January 2012. International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland.
- CHING T. M. 1959. Activation of germination in Douglas fir seed by hydrogen peroxide. *Plant Physiology*, 34 (5): 557-563.
- KANTOR P., BUŠINA F., KNOTT R. 2010. Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* [MIRB.] FRANCO) a její přirozená obnova na Školním polesí Hůrky středních lesnických škol Písek. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (4): 251-262.
- KINSKÝ V., ŠIKA A. 1987. Možnosti přirozené obnovy douglasky tisolisté. *Lesnická práce*, 66 (9): 393-399.
- LEBRUN C. 1970. Pre-treatment of Douglas fir seeds with H₂O₂. *Revue Forestiere Francaise*, 22 (4): 473-476.
- MÜLLER C., FALLERI E., LAROPPE E., BONNET-MASIMBERT M. 1999. Drying and storage of prechilled Douglas fir, *Pseudotsuga menziesii*, seeds. *Canadian Journal of Forest Research*, 29 (2): 172-177.
- OWSTEN P.W., STEIN W.I. 1974. *Pseudotsuga* Carr. Douglas-fir. In: Schopmeyer C.S. (ed.): *Seeds of woody plants in the United States*. Washington, DC, U. S. Department of Agriculture, Forest Service: 374-683.
- PALÁTOVÁ E. 2008. *Zakládání lesa I – Lesní semenářství*. Brno, MZLU v Brně: 120 s.
- SEIFERT S. 2005. *Saatgutbehandlung bei Nadelgehölzen*. Diplomarbeit. Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Fachhochschule Osnabrück: 154 s.
- ŠIKA A., BERAN F., PORUBOVÁ J., KOUBSKÝ V. 1988. Zhodnocení výzkumných provenienčních ploch s douglaskou tisolistou. Závěrečná zpráva za etapu 01 hlavního úkolu VI-6-2 Genetika a teoretické základy lesních dřevin. Dílčí úkol 09 Introdukce a šlechtění lesních cizokrajných dřevin. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 95 s.
- TRAPPE J.M. 1961. Strong hydrogen peroxide for sterilizing coats of tree seed and stimulating germination. *Journal of Forestry*, 58: 828-829.

IS THE PRE-SOWING TREATMENT OF DOUGLAS FIR SEED MATERIAL NECESSARY?

SUMMARY

The yield of seeds from the cultivation of Douglas fir planting stock is low. The reason may be seed dormancy, which is very variable in this tree species. While some seed lots are dormant, other ones do not exhibit any seed dormancy. The goal of our work was to evaluate the need of pre-sowing treatment on the set of 15 seed lots of interior and coastal Douglas fir from different areas of Canada and to carry out a preliminary testing of the effect of different pre-sowing treatment variants on the germination energy and germinating capacity in the seed lot of the domestic provenance. The response of different Douglas fir seed lots (Tab. 1) to the pre-sowing treatment was verified in parallel germination tests without stratification and after 21 days of cold stratification without medium at a temperature of 2 °C preceded by 48-hour seed soaking in water at 2 °C followed by surface drying. The research of an optimum method of the pre-sowing treatment included the testing of seven variants (Tab. 2). The germination tests were conducted pursuant to the Czech standard ČSN 48 1211. The data were processed by using the Statistica programme. Conclusions following out of the experiments are as follows:

- The seed material of all experimental lots of Douglas fir responded to cold stratification by the increased germination energy and germinating capacity of full seeds. The cold stratification accelerated the germination rate namely in the seed lots of blue Douglas fir (Fig. 1).
- Soaking of seeds in water did not have any positive influence on either the germination rate or the total germinating capacity (Fig. 2, 3).
- Pre-sowing treatment of seeds by soaking in 3% hydrogen peroxide increased the germination energy but at the same time it had a negative effect on the germinating capacity (Fig. 2, 3).
- The method that proved well in the pre-sowing treatment of Douglas fir seeds was cold stratification with medium or without medium for 21 or 30 days after 48-hour soaking in water (Fig. 2, 3).
- The potential of Douglas fir seed cannot be fully utilized without the cold stratification.

Recenzováno

ADRESA AUTORŮ/CORRESPONDING AUTHORS:

Ing. Antonín Martiník Ph.D., Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů
Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika
tel.: 545 134 662; e-mail: martinik@mendelu.cz

doc. Ing. RNDr. Eva Palátová Ph.D., Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů
Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika
tel.: 545 134 132; e-mail: evapal@mendelu.cz

ANALÝZA PŘÍSTUPŮ PRO HODNOCENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVNOSTI HOSPODÁŘSKÉHO TVARU LESA NÍZKÉHO V PODMÍNKÁCH ČR

ANALYSIS OF APPROACHES TO VALUATION OF ECONOMIC EFFECTIVENESS OF LOW FOREST MANAGEMENT IN CONDITIONS OF THE CZECH REPUBLIC

LUDĚK ŠIŠÁK

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

ABSTRACT

The article focuses on identification, analysis and proposal of methods for valuation of economic effectiveness of low forest (coppice) management in comparison with high forest management in the Czech Republic (CR). Such a research task has not been dealt with for a long time in the CR because the low forest (coppice) has not been managed for economic purposes for a long period. Therefore, there is a lack of information and data about respective economic and socio-economic effectiveness of coppicing compared to economic effectiveness of high forest in the CR. The following approaches for economic effectiveness valuation of coppice compared to high forest were analysed and proposed: Net Present Value, Internal Rate of Return, Index of Profitability, and Yield Method of the Forest Rental Theory. The length of rotation period of high forest should be a time frame for the valuation; several options of discount rates should be used. Due to lack of data from forestry practice it is necessary to employ a model approach. Because of too general and hypothetical knowledge about environmental benefits of coppice compared to high forest it is still questionable to value broader socio-economic effectiveness of coppice management embracing non-market environmental services.

Klíčová slova: les nízký, les výmladkový, ekonomická efektivnost, metodické přístupy, Česká republika

Key words: low forest, coppice, economic effectiveness, methodological approaches, Czech Republic

ÚVOD

Ekonomická a sociálně-ekonomická efektivnost lesa nízkého je zjišťována v rámci projektu NAZV č. QI92A197 „Ekonomická a sociálně-ekonomická efektivnost a perspektivy existence a pěstování lesa nízkého v měnících se přírodních a společenských podmínkách ČR“. Vychází z vývoje požadavků na les a plnění jeho funkcí z hlediska všech tří pilířů, tj. ekonomického, ekologického a sociálního v rámci trvale udržitelného hospodaření v lesích. Úkol uvedeného charakteru se v rámci ČR v minulosti dlouhodobě neřešil, hospodářský tvar lesa nízkého v ČR de facto neexistuje. To znamená, že v podmínkách ČR neexistují informace o ekonomické a sociálně-ekonomické efektivnosti lesa nízkého ve srovnání s lesem vysokým, o účelech, možném rozsahu a perspektivách jeho opětovného zavedení v ČR, které by byly podloženy seriózním ekonomickým výzkumem (Šišák et al. 2009). V posledních letech začala být daná problematika intenzivně výzkumně řešena, což je velmi aktuální a potřebné v současných poměrech ČR (např. KADAVÝ et al. 2007, 2011 aj.).

Na les nízký, jeho účely, efektivnost a perspektivy existují v ČR různé názory podmíněné i historickým vývojem, od striktního odmítání lesa nízkého s poukazem na malou ekonomickou efektivnost, ztrátovost, celkovou nevhodnost, až na druhé straně po výrazné prosa-

zování jeho existence a pěstování především z důvodů ekologických, zvýšené biodiverzity spojené s přírodoochrannou funkcí lesa a řešení problematiky klimatické změny. Po dlouhou dobu nebyla zkoumána otázka efektivnosti existence lesa nízkého, která by byla podložena věcnými argumenty na vědecké úrovni. Stávající názory vycházejí z nesystematické směsi parciálních empirických informací, které problematiku existence a efektivnosti lesa nízkého v současné době spíše zamlžují, než by ji reálně řešily.

Cílem příspěvku je identifikovat, analyzovat a navrhnout metodické varianty vyjádření ekonomické efektivnosti hospodářského tvaru lesa nízkého ve srovnání s hospodářským tvarem lesa vysokého. Příspěvek tak reaguje na aktuální potřeby a požadavky společnosti, které vyplývají rovněž z NLP II a dalších dokumentů. Pokud jde o NLP II, je součástí Cíle I. v oblasti zlepšení dlouhodobé konkurenceschopnosti a zvýšení ekonomické životaschopnosti trvale udržitelného obhospodařování lesů. Výsledky lze využít pro řešení problematiky odpovídajících náhrad za omezení hospodaření v lesích, za újmy pro vlastníky lesů na jejich majetku, pro úpravu systému veřejných podpor do lesního hospodářství (LH) s cílem zvýšit konkurenceschopnost českého LH a pro analýzy ekonomické efektivnosti nejen hospodářských tvarů lesa, ale rovněž modelů hospodaření v různých přírodních podmínkách.

MATERIÁL A METODIKA

Tvar lesa nízkého je starým, historickým tvarem lesa, který však již po mnoho desetiletí v České republice prakticky chybí (UTINEK 2004). Pařezina je považována za historickou hospodářskou formu lesa, která tu byla před plánovitou umělou obnovou lesů a také před teorií klimaxových přírodních lesů (UTINEK 2010). Po dlouhé období byla existence lesa nízkého, a tím více jeho pěstování, v ČR přehlížena, považovala se plošně za nevhodnou z hlediska lesního hospodářství. Naopak se vyzdvihovala úroveň přeměn lesa nízkého na les vysoký (již od konce 19. stol. v Německu a Rakousko-Uhersku). Po druhé světové válce tento proces u nás akceleroval. UTINEK (2004) uvádí, že pařeziny se od 18. století z produkčních důvodů intenzivně převáděly a přeměňovaly na kmenoviny především smrků a dalších jehličnatých dřevin poskytujících vyšší těžební, a tím výnosové možnosti. Tato etapa ve vývoji českého lesnictví vrcholila v 60. letech 20. století (lesní zákon, zestátnění).

Míra převodu lesa nízkého na les vysoký se stala u nás i jedním z kritérií pro posuzování kvality lesního hospodářství. V mnoha zemích Evropy není existence lesa nízkého a jeho záměrné pěstování považováno a priori za něco lesnický negativního. U nás však je tomu z hlediska historického jinak. Výměra lesa nízkého se uvádí v ČR v současné době ve výši pod 1 %. Ve statistických údajích jsou vykazované plochy nízkého lesa v ČR velmi malé a lze říci, že výrazně podhodnocené. Podle KADAVÉHO et al. (2011) z takto prezentovaných dat vyplývá, že průměrná výměra nízkého lesa v krajích v ČR je 248 ha (SLHP), resp. 1 511 ha (NIL ČR). KANTOR (2010) uvádí pokles zastoupení nízkého lesa v českých zemích ze 4,4 % v r. 1920 na 0,3 % (7 tis. ha) v r. 2008.

V posledním období se požadavky na existenci lesa nízkého a středního zvyšují, zejména z ekologických důvodů. Podle UTINKA (2010) spočívá ekologický význam nízkých a středních lesů jako epicenter biodiverzity mj. v zachování původních dřevin, původního genofondu a zejména v časté (oproti vysokému lesu nejméně trojnásob rychlejší) rotaci obnovních prvků, mnohem většímu a pestřejšímu zastoupení ploch s vysokým množstvím světelného požitku. Avšak to, že může jít o světlé lesy, neznamená, že muselo jít o lesy řídké. Porosty pařezin v mýtním věku mohou být naopak docela husté a tmavé. Nicméně hospodaření v nízkém či sdruženém lese je hospodaření intenzivní (uvádí rovněž např. PECHA 2010) a jejich druhové složení, které je dnes mnohde obdivováno, je výsledkem hospodářských rozhodnutí; takové porosty nejsou o nic víc přirozené než přeměněné smrčiny.

Zásadním problémem pro vyjadřování efektivity existence a pěstování lesa nízkého v ČR je, že les nízký se v efektivní produkční formě jako hospodářský tvar lesa na území ČR prakticky nevyskytuje. Pokud je dosud u nás les nízký statisticky vykazován, pak existuje jako tzv. nepravá kmenovina v přestárlých porostech, kde lze mluvit sice o „tvaru lesa nízkého“, ne však o „hospodářském tvaru lesa nízkého“, což je zásadní rozdíl. Předmětem příspěvku je analýza ekonomické efektivity „hospodářského tvaru lesa nízkého“. Pro vyjádření ekonomické efektivity nelze tedy v ČR využít reálných skutečných vstupních dat z praxe lesního hospodářství.

Rozporné názory na les nízký existují jak na úrovni teorie, tak praxe a z hlediska perspektiv vývoje společenských požadavků na plnění funkcí lesa se zřetelem ke všem třem uvedeným pilířům a očekávaným změnám v prostředí, zejména klimatickým, je třeba se touto problematikou intenzivně zabývat. To naléhavě vyplývá rovněž z Národního lesnického programu II, který v cíli II. Zlepšení a ochrana životního prostředí „Pilíř ekologický“ v klíčové akci 6 „Snížit očekávané globální klimatické změny a extrémních meteorologických jevů“ uvádí v bodě 6.12 „Umožnit obhospodářování lesů ve tvaru lesa nízkého a středního“. Otázkou však je, co ve skutečnosti víme o ekonomické a společenské sociálně-ekonomické efektivity lesa nízkého a možnostech jeho existence v přírodních a společenských podmínkách ČR.

Lesem nízkým se mimo jiné zabývá přímo rovněž vyhláška Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství č. 335/2006 Sb., kterou se stanoví podmínky a způsob poskytování finanční náhrady za újmu vzniklou omezením lesního hospodářství. V uvedené vyhlášce je způsob určení výše náhrady újmy tzv. „vzniklé v důsledku udržení nebo zavedení tvaru lesa nízkého“ (Příloha č. 3, bod 4.) z hlediska ekonomického zcela nepřijatelný jak teoreticky, tak prakticky, ba i pragmaticky. Je jen dokladem toho, že o ekonomické efektivity hospodářského tvaru lesa nízkého ve srovnání s hospodářským tvarem lesa vysokého nemáme v mnoha posledních desetiletích z lesnické praxe žádné informace. Rovněž o společenské sociálně-ekonomické efektivity nevíme dosud zřejmě prakticky nic, co by bylo podloženo výstupem objektivního výzkumu.

To potvrzuje rovněž vyhláška Ministerstva financí č. 3/2008 Sb., o provedení některých ustanovení zákona č. 151/1997 Sb. o oceňování majetku a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. V ní je zjištěnou cenu lesního porostu podle §35 (tj. tzv. Glaser-Blumeho vzorce) umožněno paušálně snížit, pokud jde o les nízký až o 60 % (příloha č. 31 k uvedené vyhlášce) bez žádné další specifikace. Avšak v případě jiných způsobů výpočtu (§39 a §40) se snížení ceny z daného titulu neumožňuje (§37). Lze konstatovat, že v obou legislativních materiálech se v daném případě lesa nízkého jedná z hlediska ekonomické efektivity o nepodložené domněnky, přání a případné mýty o efektivity pěstování lesa nízkého ve srovnání s lesem vysokým. Je možno říci, že existence lesa nízkého v daleko větší míře v minulosti u nás nebyla zřejmě způsobena jen neznalostí pěstovat les vysoký vlastníky lesů, ale že mohla být podložena efektivností, ekonomickými požadavky a potřebami vlastníků lesa, což uvádí např. UTINEK (2010). Problematika hodnocení ekonomické efektivity hospodářského tvaru lesa nízkého ve srovnání s hospodářským tvarem lesa vysokého v obdobných přírodních porostních a produkčních podmínkách je interdisciplinární a poměrně složitá. Zahrnuje jak sféru ekonomickou či širší sociálně-ekonomickou, tak pěstování lesa, ochrany lesa, hospodářské úpravy a v neposlední řadě environmentální.

Protože na území ČR hospodářský tvar lesa nízkého po dlouhou dobu chybí a nejsou k dispozici potřebné údaje z praxe lesního hospodářství, je nutno řešit otázku ekonomické efektivity z hlediska nákladových a výnosových vstupů zejména modelovým způsobem, s využitím domácích a zahraničních dostupných materiálů a s přihlédnutím k ekonomice analogických výrobních operací. Z uvedených důvodů lze využít i starších poznatků ohledně problematiky pěstování, produkce a obmytí hospodářského tvaru lesa nízkého. Nicméně analýzu možných metodických přístupů a kritérií použitelných pro hodnocení ekonomické efektivity lesa nízkého ve srovnání s lesem vysokým lze provést již nyní.

Daná kritéria efektivity jako vztahu ekonomických vstupů a výstupů hospodářského tvaru lesa nízkého je třeba srovnávat s danými kritérii efektivity hospodářského tvaru lesa vysokého na příslušných stanovištích pro cílovou dřevinnou skladbu a modelová obmytí jak lesa nízkého, tak vysokého. Základní varianta kalkulací efektivity předpokládá neuvažovat na příjmové stránce dotace ani kompenzace z veřejných zdrojů vzhledem k jejich proměnlivosti a lokální i časové politické nestálosti, ale zejména pro jejich v konečných společenských důsledcích ne příjmový, nýbrž nákladový charakter.

Ve všech odvětvích národního hospodářství se nejčastěji při analýze efektivity setkáváme s pojmem „projekt“. Analýza projektu zahrnuje postupy, metody a doporučení, které umožní investoru (majiteli, hospodáři) co nejlépe posoudit ekonomické dopady realizace zamýšleného hospodářského opatření. Hlavním smyslem přitom je, jak maximalizovat efekt vynaložených finančních prostředků. Založení lesního porostu s hospodářským tvarem lesa nízkého a jeho pěstování je typickým dlouhodobým procesem. Časový horizont lesa nízkého se často pohybuje na úrovni 30 – 40 let (KADAVÝ et al 2007, 2011).

Je možno konstatovat, že dnes většina ekonomů souhlasí s tím, že jedinou přijatelnou technikou pro finanční ocenění dlouhodobých projektů je analýza diskontovaných „cash flow“, tj. očekávaných peněžních nákladů a výnosů v jednotlivých letech uvažované délky života projektu (PULKRAB et al. 2008). Mezi hlavní složky analýzy cash flow patří:

- definování projektu;
- příprava řídicího plánu anebo modelu časové řady fyzikálních nebo technických jednotek;
- identifikace nákladů a výnosů, které přichází v úvahu pro tyto jednotky;
- diskontování nákladů a výnosů;
- vyčíslení a interpretace výsledků;
- doporučení k postupu realizace projektu - projekt musí být jasně definovaný už při svém začátku.

Pro kalkulace efektivnosti lesa nízkého je třeba zřejmě využít přístupů vycházejících z principu čisté současné hodnoty (kritérium tzv. čisté současné hodnoty, kritérium vnitřního výnosového procenta – viz dále). Uvedené přístupy jsou vhodné a v zásadě použitelné zejména pro kalkulace ekonomické efektivnosti dlouhodobých procesů, k nimž založení hospodářského tvaru lesa nízkého bezesporu patří. Dalším kritériem využitelným v daném smyslu je index výnosovosti (detailně uveden dále). Všechna uvedená kritéria pracují s faktorem času. Na druhé straně, za předpokladu již zavedeného hospodářského tvaru lesa nízkého s porosty různé věkové fáze doby obměty (v podstatě s normálním rozložením věkových stupňů), je pak možno využít i kalkulace efektivnosti na bázi průměrné roční hodnoty poměru tržeb a nákladů či jejich rozdílu ve formě tzv. průměrného ročního čistého důchodu (případně přístupu školy čistého výnosu z lesa). V tom případě není faktor času použit. Přístupy čisté současné hodnoty a čistého důchodu, které poskytují ne relativní, tj. poměrové, nýbrž absolutní finanční hodnoty, je možno s výhodou využít i pro případné odvození výše finančních prostředků podporujících či kompenzujících hospodářský tvar lesa nízkého, pokud se ukáže jako finančně nevýhodný oproti lesu vysokému na příslušných stanovištích, a přitom bude existovat společenský či institucionální zájem na takovém tvaru lesa.

Analýza projektu (zejména projektů většího rozsahu) by měla zahrnovat posouzení těchto dalších otázek:

- technických detailů, potřebných pro definování vstupů a výstupů projektu - předpokladem analýzy většiny projektů je znalost často značného objemu biologických, ekologických a technických dat;
- širších (všeobecných) ekonomických souvislostí, např. očekávaného vývoje hrubého domácího produktu, vývoje inflace, vývoje nezaměstnanosti, kurzu tuzemské měny apod.;
- uvažovaných variant (alternativ) projektu a zdůvodnění, proč byly odmítnuty (např. výběr místa projektu, technologií, velikosti projektu apod.);
- potenciálního trhu (pravděpodobné konkurence, cenové situace apod.);
- zdrojů financování projektu;
- potenciálních změn daňového systému;
- dopadů environmentálních;
- známých rizik při realizaci projektu;
- variant případného vývoje (změn) politických, legislativních či jiných, které mohou realizaci projektu ovlivnit.

Čím delší je doba, pro kterou jsou uvedené údaje zjišťovány a kalkulace efektivnosti realizovány, tím vyšší je míra nejistoty kalkulovaných

hodnot. Kvalita kalkulací efektivnosti závisí, bez ohledu na velikost, na přesnosti použitých technických, biologických a ekonomických informací. Pro hodnocení efektivnosti projektů byla v historii vyvinuta řada metod a postupů. Všechny vyžadují 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);
- v projektu by měla být ohodnocena i zůstatková hodnota, pokud přichází v úvahu.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z hlediska metodického jsou analyzovány následující přístupy k vyjádření ekonomické efektivnosti produkčních procesů a aplikovány v lesním hospodářství na hodnocení a srovnání hospodářského tvaru lesa nízkého a vysokého.

Metoda čisté současné hodnoty (ČSH)

Základem pro hodnocení ekonomické efektivnosti dlouhodobých projektů s využitím faktoru času je „čistá současná hodnota“ (ČSH), vyjádřená v principu podle výrazu:

$$ČSH = \sum_{t=0}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{N_t}{(1+k)^t}$$

kde V_t – jsou očekávané výnosy z realizace projektu

N_t – očekávané náklady projektu

t – období 1 až n (roky)

n – očekávaná životnost projektu v letech

k – diskontní míra

Čistá současná hodnota projektu je vyjádřena jako rozdíl mezi současnou hodnotou výnosů (SHV) a současnou hodnotou nákladů (SHN) projektu (PULKRAB et al. 2008). Vzorec v detailnějším tvaru má podobu:

$$ČSH = V_0 + \frac{V_1}{(1+k)^1} + \frac{V_2}{(1+k)^2} + \frac{V_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{V_n}{(1+k)^n} - N_0 + \frac{N_1}{(1+k)^1} + \frac{N_2}{(1+k)^2} + \frac{N_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{N_n}{(1+k)^n}$$

(Údaje V_0 a N_0 nejsou diskontovány, protože nabíhají v prvním roce realizace projektu).

V souladu se zásadami metody ČSH je projekt přijatelný k realizaci v případě, jestliže ČSH je při dané diskontní míře rovna nule nebo větší. Projekt s ČSH menší než nula není přijatelný. Jinými slovy – současná hodnota výnosů musí být větší nebo stejná jako je současná hodnota nákladů za podmínky, že obě položky jsou diskontovány stejnou a z hlediska investora přijatelnou diskontní sazbou. Při využití metody ČSH pro posouzení ekonomické efektivnosti hospodářského tvaru lesa je výhodnější ten hospodářský tvar, který přináší vyšší ČSH.

Metoda vnitřního výnosového procenta (VVP)

Vnitřní výnosové procento je taková diskontní sazba, při které platí, že současná hodnota výnosů minus současná hodnota nákladů je rovna nule, tzn. ČSH = 0:

$$\check{C}SH = \sum_{t=0}^n \frac{V_t}{(1+VVP)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{N_t}{(1+VVP)^t} = 0$$

VVP je míra výnosovosti prostředků, vložených do realizace projektu. Výše VVP je pro každý projekt jedinečná (neboli „vnitřní“) – na rozdíl od diskontní míry, která je volena a priori paušálně, a která vychází z jiných úvah a kalkulací a má charakter externality vzhledem k oceňovanému projektu. VVP v podstatě vyjadřuje míru zhodnocení vložených nákladů v daném režimu projektu v sumě čistých peněžních toků, tj. ekonomických přínosů projektu. V případě srovnávání ekonomické efektivity hospodářského tvaru lesa nízkého a vysokého lze považovat metodu VVP za podstatnou a z hlediska vlastníka lesa za více vypovídající, než metodu ČSH, protože úroveň VVP vyjadřuje míru zhodnocení (zúročení) finančních prostředků (nákladů) vkládaných do daného procesu hospodaření v příslušném tvaru lesa.

V rozhodovací praxi řada investorů preferuje metodu VVP před metodou ČSH. Nicméně obě metody podávají stejně kvalitní podklad pro rozhodnutí o přijetí či odmítnutí příslušné varianty v procesu rozhodování. VVP je možno rychle a s dostatečnou přesností vykalkulovat metodou iterativního postupu.

Index výnosovosti (IV)

Index výnosovosti (IV) je definován jako poměr současné hodnoty výnosů a současné hodnoty nákladů (za předpokladu použití individuální diskontní sazby):

$$IV = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{V_t}{(1+k)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{N_t}{(1+k)^t}}$$

Ze vzorce vyplývá, že pokud se současná hodnota výnosů rovná současné hodnotě nákladů a čistá současná hodnota projektu je rovna nule, je IV roven jedné. Interpretace metody IV říká, že projekt je přijatelný, pokud se index IV rovná 1, anebo je větší než 1, a je nepřijatelný, pokud je IV menší než 1. Kritérium IV dává stejné výsledky jako metoda ČSH, protože za předpokladu záporné ČSH je index IV menší než 1. Rovněž uvedené kritérium lze pro vyjádření ekonomické efektivity hospodářského tvaru lesa použít. Vyšší hodnota znamená vyšší ekonomickou efektivnost.

Čistý důchod podle školy čistého výnosu z lesa

Předchozí tři přístupy vycházejí z časové rozdílnosti výnosů a nákladů. Avšak v principu je možno posoudit efektivnost i podle průměrného ročního čistého důchodu (ČD) a případně jeho kapitalizace obdobně, jako v případě kalkulace ceny lesa podle „Školy čistého výnosu z lesa“ (BARTUNEK 1992). Je tak možno učinit zejména v případě, kdy by hospodářský tvar lesa nízkého byl v lesním hospodářství již zaveden stejně jako hospodářský tvar lesa vysokého, a za předpokladu, že by existovala tzv. normální hospodářská skupina v obou variantách – hospodářských tvarech lesa. To znamená, že lesní hospodářství by v obou tvarech lesa bylo ekonomicky vyrovnané, každoročně (či alespoň periodicky) by z něj plynuly obdobné ČD.

V případě kapitalizace ČD by byly možné dva přístupy, jeden na dobu neomezenou (klasicky podle ŠČVL), druhý na dobu určitou, omezenou dobou obmýti. V přístupu by pak šlo o konstrukci kalkulace roč-

ního ČD v rámci tzv. normální hospodářské skupiny na příslušném stanovišti, v principu podle výrazu:

$$\check{C}D = (V_u - N_u)/u,$$

kde: V_u – výnosy za srovnávací dobu obmýti lesa vysokého
 N_u – náklady za srovnávací dobu obmýti lesa vysokého
 u – srovnávací doba obmýti lesa vysokého

Vstupní hodnoty

Výše uvedená čtyři kritéria efektivity pěstování hospodářského tvaru lesa nízkého je třeba poměřit s danými kritérii efektivity hospodářského tvaru lesa vysokého na příslušných stanovištích pro cílovou dřevinnou skladbu a modelová obmýti. Za základ doby kalkulace je vhodné brát obmýti lesa vysokého. Na tuto dobu je třeba kalkulovat kritéria efektivity jak lesa vysokého, tak lesa nízkého v periodicky se opakujícím cyklu jeho obnovy a pěstování po dobu obmýti lesa vysokého.

Diskontní míry při výpočtech je vhodné řešit variantně, tzn. nejen pro dosud konsensuálně pragmaticky přijatou tzv. lesní úrokovou míru na úrovni 2 %, jak je známa z naší lesnické legislativy (lesní zákon č. 289/1995 Sb. v částech pojednávajících o poplatku za odnětí lesních pozemků plnění funkcí lesa), tak ve vyhlášce č. 55/1999 Sb. (o výpočtu výše škod na lesích). Je potřebné využít i jiné varianty úrokové míry na úrovni kolem 1 %. Nicméně lze očekávat obdobný poměr ekonomické efektivity. Pro uvedený případ je zřejmě důležitý přístup VVP. Kritéria efektivity je vhodné kalkulovat v případě ČSH, VVP a IV na dobu omezenou obmýtím lesa vysokého v daných přírodně-porostních podmínkách.

Pokud jde o kvantitu a kvalitu produkce, je možno použít dostupných produkčních a sortimentačních tabulek pro les vysoký, nicméně pro les nízký je existence a možnost použití produkčních tabulek omezena, protože aktuální tabulky pro poměry v českých zemích neexistují. Je však pravdou, že lze využít s jistou mírou pravděpodobnosti tabulek starších (viz dále), relativně blízkých poměrům v ČR, jak potvrzují analýzy a práce KADAVÉHO et al. (např. 2011); v nich shromážděné údaje a výstupy lze jako jeden z podkladů pro modelové výpočty ekonomické efektivity využít.

Pokud jde o vstupní hodnoty charakteru výnosů a nákladů, lze je odvodit podle relativně analogických pracovních operací a postupů hospodaření v lese vysokém a v lese nízkém, jak z hlediska výrobních operací – výkonů a podvýkonů, tak z hlediska jednotkových nákladů a tržeb. Předpokládá se, že vstupní hodnotové údaje by měly vycházet ze současné cenové hladiny, tj. jednicové náklady budou kalkulovány modelově stejně jako tržby, a to v průměru za vybrané období několika let. V podstatě obdobně, jako je kalkulována výnosová cena lesa metodami školy čistého výnosu z lesa, případně čisté současné hodnoty. Základní varianta kalkulací efektivity předpokládá neuvažovat dotace vzhledem k jejich proměnlivosti a lokální i časové politické nestálosti.

Konkrétně je nutno postupovat především modelovým a analogickým způsobem, a to v následujících oblastech:

- zjištění produkce lesa nízkého (výmladkového) podle základních dřevin a produkčních podmínek na základě dostupných růstových tabulek pro výmladkové porosty (zejména KORSUŇ 1954, 1966, 1969);
- stanovení režimu obhospodařování výmladkových lesních porostů podle dřevin a stanoviště, stanovení doby obmýti a veškerých výrobních operací v čase (založení porostu nebo obnova, další výkony a podvýkony v pěstební a těžební činnosti včetně ochrany), jejich kvantifikace v technických jednotkách;

- zjištění jednotkových nákladů příslušných výkonů a podvýkonů v Kč/ha (pokud možno vztáhnout k průměru v rámci ČR), případně zjištění současné údaje v jiných zemích mohou mít pouze určitý dílčí význam při případné korekci nákladové úrovně, a to vzhledem k výrazně odlišnému sociálně-ekonomickému prostředí;
- zjištění výnosů na základě jednotkových cen produkce, sortimentů dříví v Kč/m³ (v rámci průměru ČR), údaje ze zahraničí mohou mít pouze doplňkový, ne zásadní význam (z důvodu uvedeného výše a s ohledem na dotační cenovou politiku v oblasti energií z biomasy);
- zjištění environmentálních přínosů výmladkových porostů oproti lesu vysokému podle dřevin a stanovišť.

Hodnocení společenské sociálně-ekonomické efektivity

Otázkou zůstává možnost využití hodnocení společenské sociálně-ekonomické efektivity netržních environmentálních přínosů lesa nízkého ve srovnání s lesem vysokým na příslušných stanovištích. Pro vyjádření společenské sociálně-ekonomické efektivity je možno teoreticky využít metodiku a výstupy hodnocení společenské sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesa řešené v rámci projektu NAZV č. QH71296 „Systém hodnocení společenské sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesů včetně kritérií a indikátorů polyfunkčního obhospodařování lesů“ (ŠIŠÁK, PULKRAB 2008).

V daném hodnocení jsou přístupy diferencovány podle jejich vztahu k trhu (sociálně-ekonomického obsahu ve společnosti), účelu použití a disponibilních vstupních dat, jak je uvedeno níže:

Tržní funkce: na bázi ukazatelů procházejících trhem (objem tržeb):

- dřevoprodukční funkce: podle objemu průměrných ročních tržeb za dříví v běžných cenách
- chov zvířete – myslivost: podle objemu průměrných ročních tržeb za realizovanou produkci materiálních komodit a služeb

Zprostředkované tržní funkce: na bázi ukazatelů procházejících zprostředkovaně trhem:

- nedřevoprodukční funkce: podle objemu stínových výnosů ze sběru lesních plodin
- hydrické funkce: podle nákladů prevence (nákladů náhradních opatření na zabránění škod)
- půdoochranné funkce: podle nákladů kompenzace (nákladů na opatření odstraňující škody)
- vzduchoochranné funkce vázání CO₂: podle množství CO₂ vázaného v průměrném ročním objemu realizovaného dříví ve společnosti a jednotkových cen z obchodovatelných objemů CO₂ v rámci EU

Netržní funkce (sociální):

- zdravotně-hygienické funkce na základě expertního srovnání průměrné sociálně-ekonomické významnosti daných funkcí lesa s významností funkce dřevoprodukční s vnitřní diferenciací podle návštěvnosti
- kulturně-naučné funkce na základě expertního srovnání průměrné sociálně-ekonomické významnosti daných funkcí lesa s významností funkce dřevoprodukční s vnitřní diferenciací podle jednotlivých charakteristik

Nicméně dosavadní vyjádření environmentálních přínosů hospodářského tvaru lesa nízkého ve srovnání s hospodářským tvarem lesa vysokého je ve fázi poměrně obecných názorů a hypotéz, které by bylo třeba navíc prokázat dlouhodobějším výzkumem. V daném systému

hodnocení společenské sociálně-ekonomické efektivity jsou zatím problematicky využitelné. To znamená, že za daného stavu úrovně poznání v oblasti environmentálních přínosů hospodářského tvaru lesa nízkého ve srovnání s hospodářským tvarem lesa vysokého, a to pouze v rovině jedné z funkcí lesa – funkce přírodoochranné, je v současné době poměrně problematické vyjádřit společenskou sociálně-ekonomickou efektivity. V daném případě nelze uvedené přínosy v současné době s dostatečnou mírou spolehlivosti kvantifikovat, a tedy zařadit do širšího hodnotového vyjádření společenské sociálně-ekonomické efektivity. Příslušnou oblast úrovně plnění funkcí hospodářského tvaru lesa nízkého ve srovnání s hospodářským tvarem lesa vysokého v celém jejich komplexu je třeba dále dlouhodobě výzkumně řešit.

ZÁVĚR

Řešený projekt má převážně charakter interdisciplinárního aplikovaného výzkumu s výrazným celospolečenským významem a dopadem. Cílem je především řešení otázek ekonomické efektivity existence hospodářského tvaru lesa nízkého ve srovnání s hospodářským tvarem lesa vysokého. Na les nízký, jeho účely, efektivity a perspektivy existují v ČR různé názory podmíněné i historickým vývojem, od striktního odmítání lesa nízkého s poukazem na malou ekonomickou efektivity, ztrátovost, celkovou nevhodnost, až na druhé straně po výrazné prosazování jeho existence a pěstování především z důvodů ekologických, zvýšené biodiverzity spojené s přírodoochrannou funkcí lesa a řešení problematiky klimatické změny.

Po dlouhou dobu nebyla zkoumána otázka efektivity existence lesa nízkého, která by byla podložena věcnými argumenty na vědecké úrovni. Problematika hodnocení ekonomické efektivity hospodářského tvaru lesa nízkého ve srovnání s hospodářským tvarem lesa vysokého v obdobných přírodních stanovištích a produkčních podmínkách je interdisciplinární a poměrně složitá. Zahrnuje jak oblast ekonomickou či širší sociálně-ekonomickou, tak pěstební, sféru ochrany lesa, těžební, hospodářské úpravy a v neposlední řadě environmentální.

Pro hodnocení a srovnání ekonomické efektivity hospodářského tvaru lesa nízkého jsou analyzovány a navrženy následující přístupy z hlediska posuzování efektivity procesů charakteru dlouhodobých projektů:

- metoda čisté současné hodnoty,
- metoda vnitřního výnosového procenta,
- metoda indexu výnosovosti.

Dále je uvedena a navrhována výnosová metoda čistého důchodu Školy čistého výnosu z lesa (v rámci níž není třeba uvažovat striktně s faktorem času, pokud danou průměrnou hodnotu nebudeme kapitalizovat).

Výše uvedená kritéria efektivity pěstování hospodářského tvaru lesa nízkého je třeba poměřit s danými kritérii efektivity hospodářského tvaru lesa vysokého na příslušných stanovištích pro cílovou dřevinnou skladbu a modelová obmýtí. Za základ doby kalkulace je vhodné brát obmýtí lesa vysokého. Na tuto dobu budou kalkulována kritéria efektivity jak lesa vysokého, tak lesa nízkého v periodicky se opakujícím cyklu jeho obnovy a pěstování po dobu obmýtí lesa vysokého. Diskontní míry při výpočtech ČSH a VVP je vhodné řešit variantně, tzn. nejen pro dosud konsensuálně pragmaticky přijatou tzv. lesní úrokovou míru na úrovni 2 %.

Protože na území ČR hospodářský tvar lesa nízkého po dlouhou dobu chybí a nejsou k dispozici potřebné údaje z praxe lesního hospodářství,

je nutno řešit otázku ekonomické efektivity zejména modelovým způsobem, s využitím domácích a zahraničních dostupných materiálů a s přihlédnutím k ekonomice analogických výrobních operací.

Za daného stavu úrovně poznání v oblasti environmentálních přínosů hospodářského tvaru lesa nízkého ve srovnání s hospodářským tvarem lesa vysokého, které jsou charakterizovány poměrně obecně, hypoteticky a pouze v rovině jedné z funkcí lesa – funkce přírodoochranné, je v současné době poměrně problematické vyjádřit společenskou sociálně-ekonomickou efektivity. Uvedené si vyžaduje poměrně rozsáhlý a dlouhodobější výzkum.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QI92A197 „Ekonomická a sociálně-ekonomická efektivity a perspektivy existence a pěstování lesa nízkého v měnících se přírodních a společenských podmínkách ČR“.

LITERATURA

- BARTUNEK J. 1992. *Ekonomika lesního hospodářství (oceňování lesů)*. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně: 62 s.
- KADAVÝ J., KNEIFL M., KNOTT R. 2007. Nízký les jako potenciální zdroj energetické biomasy. In: Kadavý J. et al. (ed.): *Racionální využívání lesní biomasy pro energetické účely. Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy, 11. října 2007. Praha, ČZU: 60-63.*
- KADAVÝ J., KNEIFL M., SERVUS M., KNOTT R., HURT V., FLORA M. 2011. Nízký a střední les jako plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa. *Obecná východiska. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 294 s.*
- KANTOR P. 2010. Nástin zásad a principů pěstování nízkých a středních lesů. In: Kneifl M. et al. (ed.): *Nízký a střední les – plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa. Sborník referátů. Horka nad Moravou, 21. – 22. října 2010. Brno, MZLU: 8.*
- KORSUŇ F. 1954. Život dubových pařezin v číslicích. *Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, 6: 154-190.*
- KORSUŇ F. 1966. Hmotové a porostní tabulky pro olši. *Lesnický časopis, 9: 839-856.*
- KORSUŇ F. 1969. Hmotové a porostní tabulky pro habr. *Lesnictví, 3: 217-230.*
- Národní lesnický program pro období do roku 2013. 2008. Brandýs nad Labem, ÚHÚL: 20 s.
- PECHA M. 2010. Křivoklátské pařeziny a lesy sdružené. 2010. In: Sloup R., Šišák L. (ed.): *Efektivnost lesního hospodářství se zřetelem k tvaru lesa nízkého. Sborník referátů. Křivoklát, 12. – 13. října 2010. Praha, ČZU: 12-15.*
- PULKRAK K., ŠIŠÁK L., BARTUNEK J. 2008. Hodnocení efektivity v lesním hospodářství. *Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 131 s.*
- ŠIŠÁK L., PULKRAK K. 2008. Hodnocení společenské sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesa. *Praha, ČZU: 130 s.*
- ŠIŠÁK L., PULKRAK K., KUPČÁK V., PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., SLOUP R., JARSKÝ V., RIEDL M. 2009. *Ekonomická a sociálně-ekonomická efektivity a perspektivy existence a pěstování lesa nízkého v měnících se přírodních a společenských podmínkách ČR. Redakčně upravená roční zpráva projektu NAZV č. QI92A197. Praha, ČZU: 41 s.*
- UTINEK D. 2004. Několik poznámek k výmladkovému a sdruženému lesu. *Lesnická práce, 11: 26-27.*
- UTINEK D. 2010. Střední a nízký les – skomírající relikty, šance či mýtus? In: Kneifl M. et al. (ed.): *Nízký a střední les – plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa. Sborník referátů. Horka nad Moravou, 21. – 22. října 2010. Brno, MZLU: 4.*
- Vyhláška Ministerstva financí č. 3/2008 Sb. o provedení některých ustanovení zákona č. 151/1997 Sb. o oceňování majetku a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství č. 335/2006 Sb., kterou se stanoví podmínky a způsob poskytování finanční náhrady za újmu vzniklou omezením lesního hospodaření.
- Vyhláška MZe č. 55/1999 Sb. o způsobu výpočtu výše újmy nebo škody způsobené na lesích.
- Zákon č. 289/1995 Sb. o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon).

ANALYSIS OF APPROACHES TO VALUATION OF ECONOMIC EFFECTIVENESS OF LOW FOREST MANAGEMENT IN CONDITIONS OF THE CZECH REPUBLIC

SUMMARY

The article deals with identification, analysis and proposal of methods for valuation of economic effectiveness of low forest (coppice) management in comparison with high forest management. Such research project has not been performed for a long time in the Czech Republic (CR) because low forest has not been cultivated for economic purposes for a long period in the Czech forestry. Therefore, there is no available information about economic and socio-economic effectiveness of coppicing compared to economic effectiveness of high forest cultivation in respective natural conditions from both the research field and forestry practice in the CR.

Valuation of economic effectiveness of coppice in comparison with the high forest (regenerated by seeds) under similar natural conditions is an interdisciplinary and complex process embracing not only the field of forestry economics but also the areas of silviculture, forest protection, forest harvesting, forest management, forest legislation and forest environment.

For the purpose of low forest (coppice) economic effectiveness in comparison with the high forest economic effectiveness, the article presents results of analysis and proposal of the following approaches that enable to carry out the economic effectiveness valuation of long-term processes in the respective forest stands management: Net present value (NPV), Internal rate of return (IRR), and Index of profitability (IP). Apart from the mentioned approaches, a yield method (YM) of the Forest Rental Theory was analysed and proposed for economic effectiveness valuation.

The above-mentioned criteria of economic effectiveness should be valued for low forest (coppice) stands management and high forest stands management, and compared in similar natural conditions and tree species compositions for respective rotation periods using model approach. Length of rotation period of high forest should be the time frame for such economic effectiveness calculations and comparison, i.e. the calculations will embrace several rotation periods of coppice per one rotation period of high forest. There should be used several options of discount rates in NPV, IRR, IP, and YM (in case that it is used) calculations. Not only officially adopted pragmatic forest discount rate on the level of 2% (used in the CR legislation) should be employed in the respective calculations.

There is no economic information and data about costs and incomes from the forestry practice of the CR needed for coppice economic effectiveness calculations. Above all, it is necessary to employ a model approach using domestic and foreign materials on production operations receipts and costs.

The present state of knowledge about environmental benefits of coppice in comparison with high forest is still insufficient. Environmental benefits are expressed only generally and hypothetically as a really managed low forest does not exist in forestry practice of the CR. Apart from this, the benefits are discussed only for one of environmental services, i.e. for biodiversity – nature protection forest service. Therefore, it is still questionable to value broader socio-economic effectiveness of coppice incorporating non-market environmental services in comparison with high forest.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

prof. Ing. Luděk Šišák, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, Česká republika
tel.: 224 383 705; e-mail: sisak@fd.czu.cz

ZAHRANIČNÉ PRÍKLADY INTEGRÁCIE VEREJNOPROSPEŠNÝCH FUNKCIÍ DO TRHOVÉHO MECHANIZMU

FOREIGN EXAMPLES OF PUBLIC FUNCTIONS INTEGRATION INTO THE MARKET MECHANISM

ZUZANA SARVAŠOVÁ¹⁾ - JANA LÁSKOVÁ¹⁾ - LUKÁŠ FODREK²⁾

¹⁾ *Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav, Zvolen*

²⁾ *Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Zvolen*

ABSTRACT

The objective of this paper is to present the status of integration of public or non-production functions into the market mechanisms by example of the experience of foreign countries. We attempted to summarize the common characteristics of the non-production functions implementation into the market mechanisms from the case studies from different scientific forest sources, mainly from European Union. Case studies were classified on the basis of two major groups: products/services and financial mechanisms. The study focuses on three primary parts about information on concerned or interested actors and their mutual interactions, financial mechanisms, and supporting and impeding factors. The analysis findings show that there exists a low level of integration of public function into the market mechanism. Problems of implementation can be described as pervasive in all analyzed countries. As from the Slovak republic point of view, it is needed to take into account the foreign experience and try to find a solution of public function implementation according to the best practices found.

Kľúčové slová: prípadové štúdie, drevné/nedrevné produkty, služby, aktéri, finančné mechanizmy, podporné a brzdiace faktory

Key words: case studies, wood/non-wood products, services, actors, financial mechanisms, supporting and impeding factors

ÚVOD

Cieľom práce je predstaviť stav integrácie verejnoprospešných funkcií do trhového mechanizmu na základe poznatkov a skúseností zo zahraničia. Z dostupných prípadových štúdií, ktoré ilustrujú stav a úspešnosť zavádzania verejnoprospešných funkcií do trhového mechanizmu, sme sa pokúsili o zhrnutie spoločných črt ich implementácie. Zamerali sme sa na informácie o (i) zúčastnených aktéroch a ich väzbách, (ii) finančných mechanizmoch a (iii) podporných a brzdiacich faktoroch pri realizácii produktu alebo služby. Predstavujeme tak tiež rámcovú klasifikáciu príkladov na základe ponúkaného produktu alebo služby, alebo na základe využitého finančného mechanizmu pri ich zavádzaní na trh.

MATERIÁL A METÓDY

Príklady spracované v prípadových štúdiách sa vybrali na základe voľnej dostupnosti z rôznych európskych projektov zverejnených v knižnej či elektronickej podobe. Použité prípadové štúdie mali rôznu formu spracovania, podľa metodík vyplývajúcich z cieľov uskuutočnených výskumov. Dôležitými kritériami výberu pre nás boli: realizácia na trhu a atraktivita pre lesné hospodárstvo v Slovenskej republike.

Prípadové štúdie

Pri analýze sme vychádzali z viacerých zdrojov prípadových štúdií z takmer celej Európy. Základ tvorí databáza údajov zo štyroch nami vybraných projektov:

- ▷ Rekreačné a environmentálne trhy pre produkty a služby lesných podnikov - Recreational and Environmental Markets for Forest Enterprises (RES) (MANTAU et al. 2001);
- ▷ Medzinárodný ERASMUS program pre študentov lesníctva a príbuzných odborov, ktorý sa zameriaval na zavádzanie inovácií a podnikania do lesného hospodárstva (INNO-FOREST);
- ▷ Ďalšie štúdie boli vybrané z projektového centra EFI pre inovácie a podnikanie v strednej a východnej Európe, ktorého databáza prípadových štúdií je uvedená na stránke BOKU – Univerzity prírodných vied vo Viedni (INNOFORCE);
- ▷ Štúdie uvedené v publikácii Štúdia o rozvoji a marketingu netrhopných produktov a služieb v lesníctve - Study on the Development and Marketing of Non-Market Forest Products (MNWFP) (MAVSAR et al. 2008).

Posledným zdrojom bol výstup zo zasadnutia Stáleho lesníckeho výboru (SFC) v Bruseli a jeho Pracovnej skupiny pre hodnotiace a kompenzačné mechanizmy (Standing Forestry Committee 2008) jednotlivých krajín, ktoré týmto spôsobom zdieľajú svoje skúsenosti. Prehľad všetkých prípadových štúdií zaradených podľa uvedených projektov a publikácií uvádza tab. 1.

Z metodologického hľadiska pre nás nebol smerodajný spôsob získavania informácií o konkrétnych prípadoch, ktoré sú predmetom výskumu. Početnosť prípadových štúdií týkajúcich sa či už celkovo, alebo len okrajovo lesného hospodárstva je pomerne vysoká, preto sme vybrali len tie, ktoré sú typovo vhodné do výskumu, a v ktorých je možné identifikovať parametre, ktoré sme si predvolili. Pri spracovaní údajov sme brali do úvahy prípadové štúdie z týchto európskych krajín: Belgicko, Bulharsko, Cyprus, Dánsko, Estónsko, Fínsko, Francúzsko, Grécko, Holandsko, Chorvátsko, Írsko, Maďarsko, Nemecko, Nórsko, Rakúsko, Rumunsko, Slovinsko, Srbsko, Švajčiarsko, Španielsko, Švédsko, Taliansko, Veľká Británia (tab. 2).

Prípadové štúdie z jednotlivých krajín nie sú rovnomerne zastúpené, čo vyplýva zo zdrojov ich získania a účasti jednotlivých krajín vo vybratých projektoch. Najpočetnejšie zastúpené sú krajiny Nemecko, Rakúsko, Taliansko a Holandsko. Prehľad početnosti prípadových štúdií podľa jednotlivých krajín uvádza obr. 1.

Tovary a služby v LH a klasifikácia prípadových štúdií

V zahraničí sa tovary a služby, ktoré vznikli integráciou mimoprodukčných funkcií lesa do trhového mechanizmu delia na základe rôznych kritérií.

MANTAU (1995a, 1995b, 1997) zaraďuje lesné statky a služby na základe charakteru realizovaného produktu do nasledovných kategórií:

1. Drevo
2. Ostatné biologické produkty
3. Služby
4. Lesná plocha
5. Rekreačia
6. Ochrana
7. Estetika

FERRO et al. (1995) rozlišuje nasledovné typy efektov mimoprodukčných funkcií lesa na základe úžitkov, ktoré z lesa plynú a podmienok konkurencie v produkcii surovínových materiálov, ktoré prichádzajú do úvahy:

- pozitívne externality,
- združené výrobky - hotové produkty (intended products), dvojité produkty (coupled products),
- hlavné produkty - hotové produkty (intended products) v konfrontácii s produkciou surovínového materiálu.

MERLO et al. (1996) vytvoril systém troch rozličných environmentálnych statkov a/alebo služieb poskytovaných poľnohospodárstvom a lesníctvom v hornatých oblastiach:

1. „Neštruktúrované“ environmentálne statky a služby s priamou platbou, kompenzáciou (združené výrobky).
2. „Štruktúrované“ (využívané cez trhové operácie) aditívne/komplementárne služby so zreteľom na environmentálne tovary a služby s nepriamou platbou, kompenzáciou.
3. Tradičné kvalitné produkty (certifikované) v spojitosti s určitou lokalitou a výrobnými technikami.

MAVSAR et al. (2008) klasifikuje zavádzanie verejnoprospešných funkcií do trhového mechanizmu na základe použitých finančných mechanizmov na tri hlavné skupiny: verejné, súkromné a zmiešané.

Iná klasifikácia je v odbornej literatúre zaoberajúcej sa marketingom. Bežné je rozlišovanie medzi „marketingom služieb a marketingom investičných statkov.“ Tieto oblasti sa však navzájom prekrývajú. Je tomu tak preto, lebo produkty zahŕňujú aj statky, služby a práva, ktoré zasa

môžu byť na jednej strane spotrebnými statkami a na strane druhej statkami investičnými. MEFFERT, BRUHN (1995) zhrnuli veľkú „všeobecnú oblasť sektorového marketingu“ pre rozličné spotrebné statky, siahajúce od spotrebných statkov a služieb týkajúcich sa investícií, až po systémy a časti.

Pre naše podmienky sme zvolili ako metodologický postup dva základné klasifikačné prístupy:

1. Kategorizácia prípadových štúdií na základe produktov a služieb

Druh prípadovej štúdie/Type of case study	
Produkty/Products	Drevné/Wood
	Nedrevné/Non-wood
Služby/Services	Rekreačné/Recreational
	Environmentálne/Environmental
	Trhová produkcia/Market production
	Ostatné/Others
Kombinácia (produkt + služba)/Mixed products and services	

2. Kategorizácia prípadových štúdií na základe finančných mechanizmov

Finančný mechanizmus/Financial mechanism	
Verejné mechanizmy/ Public mechanisms	Dane, poplatky a sadzby/ Taxes, charges, rates
	Dotácie (mimo zmluvných vzťahov)/ Subsidies (except obligations under contract)
Zmiešané verejno-súkromné mechanizmy/ Mixed public and private mechanisms	Verejno – súkromné partnerstvá (PPP)/ Public-private partnerships (PPP)
	Verejno – súkromné zmluvy/ Public-private contracts
Súkromné mechanizmy/ Private mechanisms	Obchodovateľné povolenky/ Tradable permissions
	Nákup produktu alebo služby (vrátane licencií, vstupného atď.)/ Product or service purchase (including license, admission fees, etc.)
	Nákup pôdy/Land purchase
	Prenájom pôdy/Land lease
	Ekosponzoring/Eco-sponsoring
Dary/Donations	
Obchod s certifikovanými tovarmi/ Trade with certified goods	

Na základe zvolenej kategorizácie načrtujeme, ktoré prípadové štúdie sú najrozšírenejšie, t.j. aké produkty a služby sa v lesnom hospodárstve využívajú v najväčšej miere, a ktoré príslušné finančné mechanizmy sú im dané. Základom tohto prístupu je kvantitatívna analýza v zmysle kategorizácie štúdií (určovanie počtu v jednotlivých podkategóriách) a z nej vyplývajúca kvalitatívna analýza (vyhodnotenie príčin a stanovenie efektívnych mechanizmov, ktoré prislúchajú prípadovým štúdiám).

Tab. 1.

Prehľad prípadových štúdií podľa projektov

Overview of case studies by projects

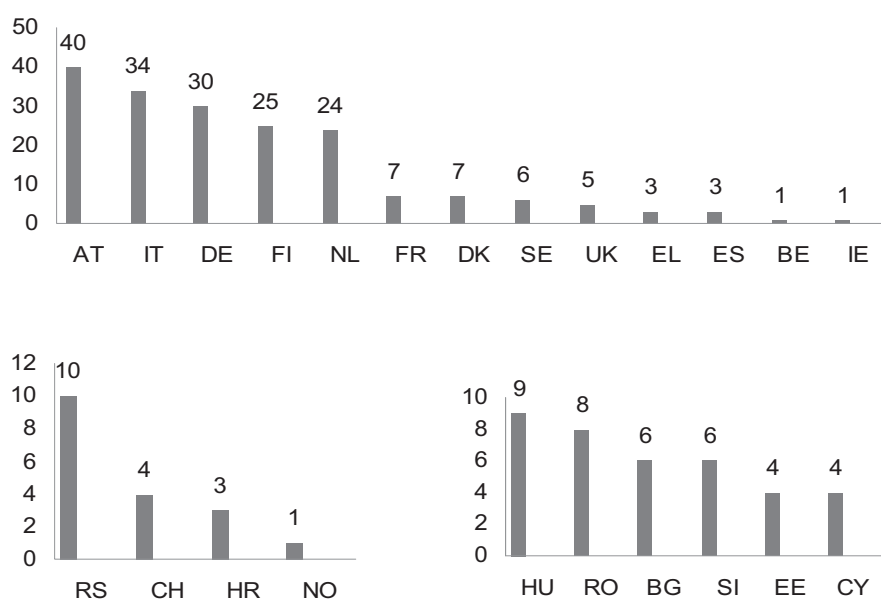
Projekt/Project	Počet prípadových štúdií/ Number of case studies
RES	98
INNO-FOREST	37
INNOFORCE	62
MNWFP	18
SFC	26
Spolu/In total	241

Tab. 2.

Prehľad prípadových štúdií podľa krajín

Country case studies

Krajiny/Countries	Počet prípadových štúdií/ Number of case studies
Staré členské krajiny EÚ/ Old EU member states	Belgicko, Dánsko, Fínsko, Francúzsko, Grécko, Holandsko, Írsko, Nemecko, Rakúsko, Španielsko, Švédsko, Taliansko, Veľká Británia ¹
Nové členské krajiny EÚ/ New EU member states	Bulharsko, Cyprus, Estónsko, Maďarsko, Slovinsko, Rumunsko ²
Krajiny mimo EÚ/ Non-EU states	Chorvátsko, Srbsko, Švajčiarsko, Nórsko ³
Spolu/In total	241

Captions: ¹Belgium, Denmark, Finland, France, Greece, Netherlands, Ireland, Germany, Austria, Spain, Sweden, Italy, Great Britain²Bulgaria, Cyprus, Estonia, Hungary, Slovenia, Romania³Croatia, Serbia, Switzerland, Norway**Obr. 1.**

Početnosť prípadových štúdií podľa krajín

Fig. 1.

Number of country case studies

Popritom sa sústreďíme na hľadanie spoločných znakov vo všetkých prípadových štúdiách bez ohľadu na predchádzajúcu kategorizáciu pomocou komparatívnej metódy na základe typológie:

1. Aktéri a ich väzby
2. Použité finančné nástroje
3. Podporné a brzdiace mechanizmy

VÝSLEDKY

Sumarizácia prípadových štúdií na základe klasifikácie „Produkty/Služby“

Z 241 analyzovaných prípadových štúdií bolo 175 (73 %) popisujúcich služby a 61 (25 %) produkty. V 5 prípadových štúdiách ponúkaný statok predstavoval kombináciu produktu a služby (2 %). V rámci produktov prevládali drevné, ktorých bolo 39 (64 %). Zo služieb boli najpočetnejšie rekreačné, s počtom 107 (61 %), ďalej environmentálne 57 (33 %) a ostatné predstavovalo celkom 11 prípadových štúdií (6 %). Prehľad zastúpenia prípadových štúdií na základe tejto klasifikácie je zobrazený na obr. 2. Z vyššie uvedeného vyplýva, že v zahraničí sú častejšie popísané príklady ponuky služieb, ako ponuky nových produktov.

Produkty

Pod drevnými produktmi rozumieme najmä také, ktoré vznikli prostredníctvom novej technológie na spracovanie dreva, ako je napríklad sušenie dreva, prípadne zakúpenie novej modernej pily a pod. Vo väčšine prípadov im predchádza nákup, prípadne modernizácia strojevého parku firmy. Nové výrobky vzniknuté prostredníctvom inovácie ponúkajú danej firme, alebo jednotlivcovi určitú konkurenčnú výhodu.

U nedrevných produktov sa jedná o všetky produkty z lesa, okrem surového dreva. Škála týchto produktov je široká. Zahrňuje tradičné produkty späté s lesom: huby, gaštany, vodu, rôzne druhy využívania biomasy až obchodovanie s uhlíkom. Podiel drevných a nedrevných produktov zastúpených v analyzovaných štúdiách uvádza obr. 3.

Služby

Najrozšírenejšie príklady na rekreačné služby predstavujú zväčša pobyt v lese za účelom spoznávania prírody, rôznych seminárov pre firmy, alebo jednoduchého oddychu a rekreácie. Časť prípadových štúdií rekreačných služieb tvorili aj služby spojené so športom (19 %). Jednalo sa predovšetkým o lyžovanie zjazdové aj bežecké a turistiku, pešiu a cyklistickú. Pri rekreačných službách obvykle platí pravidlo, že čím širšia je škála ponúkaných služieb a ich kvalita, tým je dopyt po týchto službách väčší.

Z environmentálnych služieb je najzastúpenejšou ochrana prírody. Pre ňu je často typická nevyhnutnosť získavania financií z EÚ, štátu, regiónu, od mimovládnych organizácií a rôznych združení, prípadne sponzorov.

Ostatné služby predstavujú 6% podiel na analyzovaných prípadových štúdiách (obr. 4). Jedná sa o služby, ktoré nie je možné zaradiť ani medzi rekreačné, ani environmentálne. Príkladom je poskytovanie monitoringu lesov kamerami pre ochranu lesa pred lesnými požiarmi, alebo pohreby v lesoch (tzv. zelené pohreby).

Sumarizácia prípadových štúdií na základe klasifikácie „Finančné mechanizmy“

Jednotlivé prípadové štúdie sme zatriedili do siete finančných mechanizmov a na základe tohto triedenia sme identifikovali, ktoré mechanizmy sa v podmienkach európskeho lesníctva využívajú najčastejšie, prípadne, či sa niektoré z nich využívajú v niektorých krajinách viac ako v iných. Na základe nášho výskumu sme dospeli k záverom, ktoré mechanizmy sa najefektívnejšie aplikujú na podmienky lesníctva. Z hodnotenia jednotlivých mechanizmov sa zistilo, že je potrebné v určitých prípadoch prihliadať aj na pôvod prípadových štúdií, pretože pre niektoré krajiny sú charakteristické typické finančné mechanizmy (napr. v Chorvátsku sa využíva tzv. zelená daň, ktorá je ojedinelým mechanizmom v analyzovaných štúdiách). Takéto príklady opíšeme v časti „Finančné nástroje“.

Na základe klasifikácie prípadových štúdií podľa použitého finančného mechanizmu je najviac popísaných prípadov v kategórii súkromných mechanizmov pri využití nástroja na predaj produktu alebo služby formou licencií, vstupného, lístkov a pod. Spolu predstavujú 35 % zo všetkých štúdií. Prehľad všetkých prípadových štúdií podľa finančných mechanizmov uvádza tab. 3.

Obr. 5 uvádza podrobné delenie prípadových štúdií podľa základných typov finančných mechanizmov.

Delenie prípadových štúdií z pohľadu finančných mechanizmov závisí na výbere konkrétnych štúdií, tzn. či pochádzajú z verejného alebo súkromného sektora. Najviac sa to týka verejných mechanizmov, kde je to najmarkantnejšie viditeľné pri daniach. Jedná sa o dane odvedené do účelových fondov na úhradu verejných výdavkov, ktoré sa využívajú ako finančný nástroj len vo verejnom sektore (16 prípadov). Naproti tomu, dotácie sú veľmi rozšírené v súkromnom sektore, či už ide o dotácie priamo zo štátu, alebo z nadnárodných zdrojov, ktoré predstavujú európske fondy (28 prípadov).

Z celkového množstva 241 prípadových štúdií využívajú viac ako dve tretiny súkromné mechanizmy (67 %). To je spojené s faktom, že najviac štúdií je zameraných na rekreačné služby, s čím sú spojené najmä súkromné financie. Najviac využívaným súkromným mechanizmom je nákup produktu alebo služby (obr. 6).

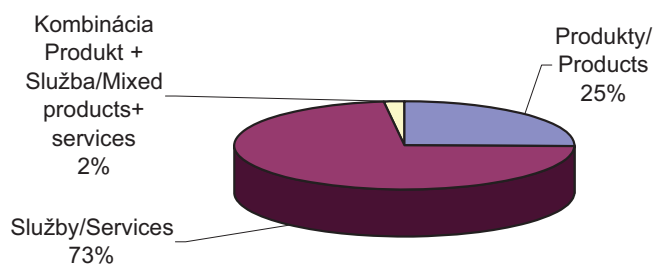
Spoločné znaky prípadových štúdií

Aktéri a ich väzby

Na základe poznatkov získaných analýzou prípadových štúdií sa identifikovali najviac zastúpení aktéri pri integrácii verejnoprospešných funkcií lesa do trhového mechanizmu podľa použitej klasifikácie v časti „Sumarizácia prípadových štúdií na základe klasifikácie Produkty/Služby“. Týchto aktérov je možné rozdeliť na aktérov štátnych a súkromných.

Produkty – drevné

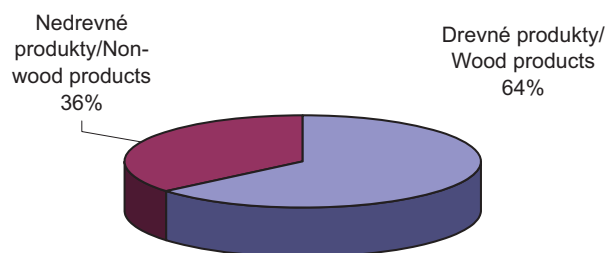
Aktérom, ktorý má výrazný vplyv pri tvorbe nových drevných produktov je štát. V skúmaných prípadových štúdiách mal výrazné zastúpenie na úrovni tvorby alebo zmeny legislatívy (zákony), rôznych ministerstiev, ale aj na regionálnej úrovni (najmä samospráva). Okrem štátu vstupovali do tohto procesu aj rôzne výskumné ústavy a vzdelávacie inštitúcie. Len v málo prípadoch (5) došlo k realizácii myšlienky len na úrovni podniku. Pri drevných produktoch išlo hlavne o získanie konkurenčnej výhody prostredníctvom inovácií v súkromných podnikoch. Často sa vyskytovala aj spolupráca podniku s iným podnikom postavená na neformálnych vzťahoch. Vertikálne väzby boli lepšie vyvinuté, ako horizontálne (medzi lesnými podnikmi).


Obr. 2.

Podiel prípadových štúdií opisujúcich produkty, služby a ich kombináciu

Fig. 2.

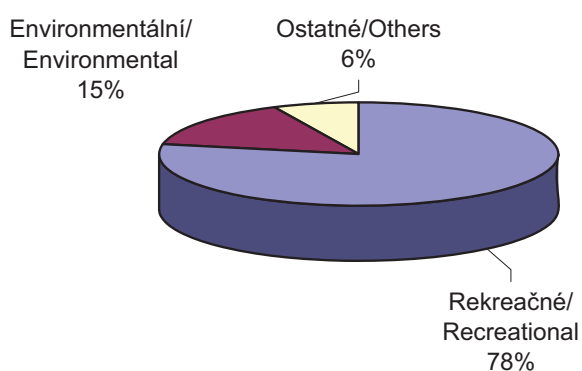
Share of case studies describing products, services and its combination


Obr. 3.

Podiel prípadových štúdií o drevných a nedrevných produktoch

Fig. 3.

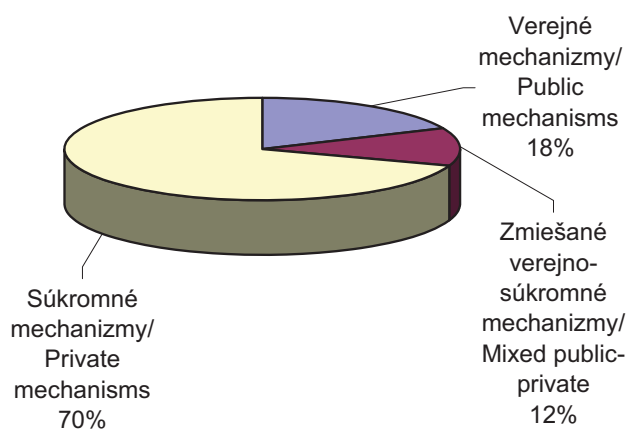
Share of case studies about wood and non-wood products


Obr. 4.

Podiel prípadových štúdií o rekreačných, environmentálnych a ostatných službách

Fig. 4.

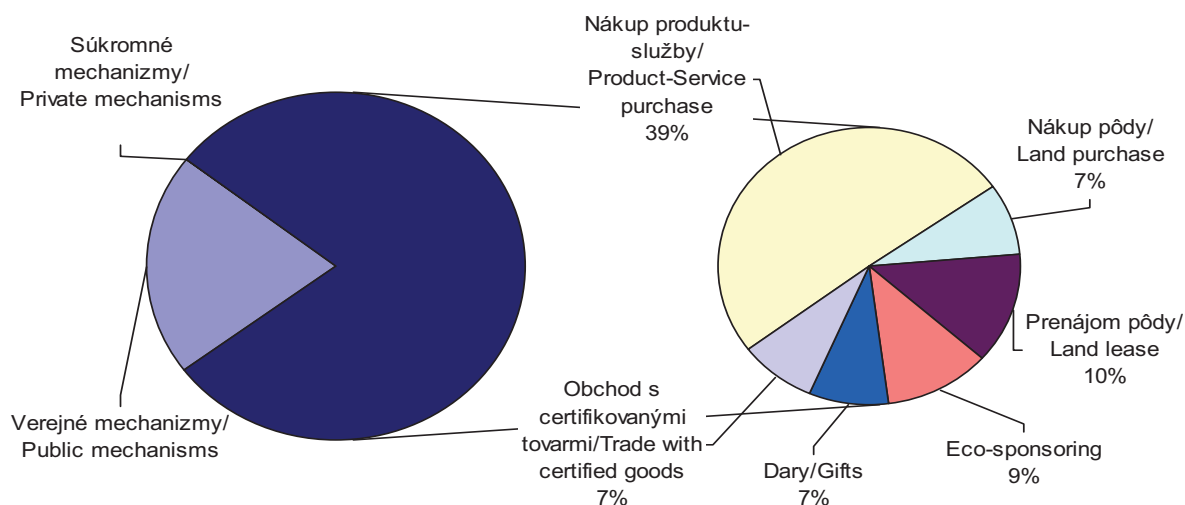
Share of case studies about recreational, environmental and other services


Obr. 5.

Podiel prípadových štúdií podľa jednotlivých finančných mechanizmov

Fig. 5.

Share of individual financial mechanisms of case studies


Obr. 6.

Rozdelenie prípadových štúdií podľa využívania finančných mechanizmov

Fig. 6.

Division of case studies according to use of financial mechanisms

Tab. 3.

Prehľad prípadových štúdií z pohľadu finančných mechanizmov
Overview of case studies from the financial mechanism point of view

Finančný mechanizmus/Financial mechanism		Počet prípadových štúdií/ Number of case studies
Verejné mechanizmy/ Public mechanisms	Dane, poplatky a sadzby/Taxes, charges, rates	16
	Dotácie (mimo zmluvných vzťahov)/ Subsidies (except obligations under contract)	28
Zmiešané verejno-súkromné mechanizmy/Mixed public and private mechanisms	Verejno-súkromné partnerstvá (PPP)/Public-private partnerships (PPP)	28
	Verejno-súkromné zmluvy/Public-private contracts	
	Obchodovateľné povolenky/Tradable permissions	1
Súkromné mechanizmy/ Private mechanisms	Nákup produktu alebo služby (vrátane licencií, vstupného..)/ Product or service purchase (including license, admission fees, etc.)	85
	Nákup pôdy/Land purchase	14
	Prenájom pôdy/Land lease	22
	Ekosponzoring/Eco-sponsoring	19
	Dary/Donations	14
	Obchod s certifikovanými tovarmi/Trade with certified goods	14
Spolu/In total		241

mi navzájom), najmä vzťah lesný podnik – spracovatelia dreva bol popísaný ako najsilnejší.

Produkty – nedrevné

V rámci nedrevných produktov (napr. huby) sa v skúmaných prípadových štúdiách vyskytovali veľmi podobní aktéri, ako tomu bolo u drevných produktov (napr. miestni odberatelia a spracovatelia v rámci výrobného reťazca). Silne je zastúpená verejná správa, regionálne rozvojové a inovačné centrá, centrá pre obnoviteľnú energiu, ministerstvá, univerzity a pod. Horizontálna kooperácia lesných podnikov tu bola na lepšej úrovni ako u drevných produktov, naopak podporné väzby s ďalšími aktérmi, akými sú mimovládne alebo záujmové organizácie, sú výrazne slabšie.

Služby – rekreačné

Rekreačné služby sú často zabezpečované súkromnými aktérmi (najmä vlastníkom lesa), ale aj mestom alebo regionálnou samosprávou. V tomto prípade sa jedná vlastne o dodávateľský spôsob poskytovania rekreačných služieb pre obyvateľov mesta, prípadne okresu a jeho návštevníkov. Relevantnosť aktérov, akými sú: jazdecké školy, lyžiarske kluby, hotely, štátne stanice na chov lovej zveri, alebo rôznych záujmových organizácií, závisí od charakteru konkrétnej prípadovej štúdie. Pri rekreačných službách je výrazná horizontálna kooperácia, pričom vertikálna (v rámci výrobného reťazca) je úplne minimálna až nulová. Podporné vzťahy sú mimoriadne silné, najmä zo strany mesta a regionálnej samosprávy.

Služby – environmentálne

Zabezpečovanie environmentálnych služieb je často spojené s obmedzením hospodárenia v lese. Vzťah medzi vlastníkom lesa a aktérom, ktorý si objednáva environmentálne služby je relatívne úzky. Obvykle sú tieto služby zabezpečované za účasti štátu, regiónu, záujmových združení alebo sponzora. Títo aktéri majú kľúčovú úlohu pri realizácii environmentálnych služieb. Bez týchto podporných vzťahov by bola

ponuka environmentálnych služieb veľmi nízka, až nulová. Podporné vzťahy sú mimoriadne silné, najmä zo strany mimovládnych organizácií. Kluby a zväzy výrazne spolupracujú na tvorbe nových environmentálnych služieb v LH (napríklad zväz ochrancov prírody v Nemecuku, ktorý paušálne prispieva na ochranu vzácných biotopov).

Služby – ostatné

Keďže sa do skupiny „ostatné služby“ zaradili všetky služby, ktoré sa nedali zaradiť do kategórií rekreačné a environmentálne služby, nie je možné identifikovať typických aktérov pre túto kategóriu. Pri protipožiarnom videomonitoringu lesných porastov v Srbsku kooperuje štátny podnik Vojvodinašume, miestne lesné závody, súkromné lesné majetky a samotní lesníci (horizontálna kooperácia). U zelených pohrebov (pochovávanie v lese) je kooperácia prakticky nulová.

Kombinácia produkt + služba

Pri tejto kombinácii bola zaznamenaná veľmi silná kooperácia štátnych a súkromných aktérov. Napr. na vypracovaní multifunkčného lesného plánu pre samosprávu Teteven (Bulharsko) sa podieľali ako súkromní, tak aj štátni aktéri. Projekt je zameraný na koordináciu štátneho a súkromného sektora pri obhospodarovaní lesov v tejto oblasti. Pri jeho príprave boli analyzované využiteľné funkcie lesa a identifikované možné konflikty medzi zainteresovanými stranami pri ich využívaní ako služieb. Taktiež financovanie tohto plánu bolo realizované zo zdrojov oboch strán.

Finančné nástroje

Po rozdelení prípadových štúdií sme zistili, že najviac využívaný finančný mechanizmus je „Nákup (zaobstaranie) produktu alebo služby“. V analyzovaných štúdiách sa tento mechanizmus vzťahuje na veľké množstvo produktov alebo služieb (35 %). Počet týchto produktov a služieb je závislý na miere a vôli konkrétnych podnikov alebo súkromných vlastníkov poskytovať služby, prípadne diverzifikovať svoje portfólio vyplývajúce z vlastníctva lesa.

Verejné mechanizmy

Pokiaľ ide o ďalšie finančné mechanizmy, podľa ktorých sme vytvárali klasifikáciu, tu sme neidentifikovali veľké rozdiely v ich výskyte.

Podľa predchádzajúceho delenia sme zaradili medzi verejné mechanizmy dve podskupiny: Dane, poplatky a sadzby, ktoré sú výhradne štátnym mechanizmom (spolu 16 prípadových štúdií) a dotácie (subvencie), ktoré majú dve roviny – národná a nadnárodná (spolu 28 prípadových štúdií). Medzi dotácie sa začleňujú aj prípadové štúdie týkajúce sa využívania nadnárodných mechanizmov, a to konkrétne európskych fondov určených pre členské a kandidátske štáty Európskej únie. Príklady dotácií napr. z INNOFORCE databázy prípadových štúdií taktiež počítajú zo zaraďovaním európskych financií do tejto kategórie (celkom 9 prípadových štúdií).

Dane využívajú na financovanie vo všetkých analyzovaných prípadoch len štátne podniky, a to na rôzne účely. Ide o finančný mechanizmus, ktorý využíva prostriedky v účelovom fonde, z ktorého sa vyplácajú štátne podniky. Spôsob využívania a smerovanie peňazí z tohto fondu prerozdeľuje rozpočet, preto hovoríme aj o rozpočtovom financovaní štátnych podnikov.

V prvom rade sa z daní financujú riadenie a aktivity štátnych lesníckych podnikov, ktoré si z tohto zdroja pokrývajú svoje projekty, ktoré predstavujú rôzne inovácie, napríklad Zaradenie oblasti Kosmaj v Srbsku do skupiny špeciálnych krajov, alebo Vytvorenie nového plánu pre národný park Ceahlau v Rumunsku. Iným príkladom je stanovenie daní, ktoré sú príjmom priamo do oblasti lesného hospodárstva – zelená daň (Chorvátsko, Maďarsko do roku 2008). Finančný mechanizmus daní vo forme legálneho krátenia daní sme v prípadových štúdiách nezaznamenali.

Dotácie sú využívané rovnako štátnymi aj súkromnými podnikmi. Pre dotácie na národnej úrovni je charakteristické stanovenie určitých podmienok, ktoré keď podnik splní, môže ich využívať. Tieto podmienky bývajú aj stanovené zákonom, ale môžu byť využívané aj v špeciálnych prípadoch, napríklad v prípade nepriaznivých prírodných podmienok či katastrof. Dotácie sa v zahraničí využívajú napríklad na výstavbu bio-elektrární (Srbsko), výstavbu „Loveckého domu“ v rámci stanice na chov lovej zveri (Bulharsko), vybudovanie bežeckej trasy (Srbsko) či na podporu špecifických foriem lesníctva: súkromná firma, ktorá sa zaoberá „energetickým lesníctvom“ (Maďarsko). V niektorých prípadoch majú dotácie aj kompenzačnú funkciu. Dotácie v podobe financií z eurofondov sú rozšírené v celej Európe a ich príklady môžeme nájsť v každej krajine Európskej únie, ktorá bola predmetom výskumu.

Verejno-súkromné mechanizmy

Zmiešané verejno-súkromné finančné mechanizmy sú špecifické mechanizmy s dvomi podkategóriami: Verejno-súkromné partnerstvá a zmluvy a Obchodovateľné povolenia.

Verejno-súkromné partnerstvá či uzatváranie zmlúv ma výhody na oboch stranách – teda v súkromnom aj verejnom sektore. V prípadoch zahraničných štúdií je viditeľné, že súkromný investor vstupuje do štátnych podnikov, resp. do financovania ich projektov – napr. výstavba elektrárne na biomasu v štátnom podniku (Srbsko), multifunkčný lesnícky plán pre samosprávy (Bulharsko). Okrem vstupu súkromných investorov existuje aj možnosť vstupu verejného sektora ako investora, či skôr platcu újmy za isté formy spravovania lesov na súkromných pozemkoch. Ide o zmluvy, ktoré sa týkajú ochrany prírody alebo bio zdrojov (napríklad súkromná bio-elektrárň v Rakúsku). Práve využívanie kompenzačných mechanizmov je najčastejším príkladom vytvárania verejno-súkromných zmlúv. Takéto príklady sme identifikovali vo veľkej miere v správe SFC.

Obchodovateľné povolenia sú špecifickým príkladom finančných mechanizmov, ktorých uplatnenie je zatiaľ málo rozšírené. Jediný príklad je z Rumunska o sekvenciách uhlíka. Obchodovateľné povolenia sú predovšetkým nástrojom environmentálnej politiky a v súčasnosti patria medzi kontroverzné témy v lesnom hospodárstve na globálnej úrovni.

Súkromné mechanizmy

Najrozšírenejšími finančnými mechanizmami sú súkromné, kde patrí: Kúpa produktu alebo služby, Nákup pôdy, Prenájom pôdy, Ekosponzoring, Dary a Obchod s certifikovanými tovarmi.

Nákup produktov a služieb, ktoré súvisí s pozemkami a s pôdou zahŕňa vstup do lesa alebo využívanie príjazdových ciest či parkovísk pri lesoch.

Špecifickým príkladom prípadovej štúdie súvisiacej so vstupom do lesa je spoplatnenie vstupu do lesa, ktorý je súčasťou prírodnej rezervácie alebo chránenej oblasti. Cieľom tohto mechanizmu je následne regulovať vstup kvôli zabezpečeniu ochrany funkcie lesa v dôsledku predošlej zvýšenej návštevnosti daného územia, ktorú chce vlastník alebo obhospodarovateľ lesa regulovať.

Ďalej sú to *poplatky za produkty lesov* - nákup čačiny, povolenia na zber húb, prípadne iných lesných plodov (napr. Taliansko), rybárskych a poľovníckych povolení, predaj zveri či vianočných stromčekov na trhoch (príklady z Nemecka).

Posledným typom je *nákup služieb*, ktoré súvisia s využívaním lesa na rekreačné, turistické a športové účely. Počet príkladov prípadových štúdií vzťahujúcich sa na rekreačné služby je vysoký. Ide najmä o poskytovanie dovolení, teda pobytov v ubytovacích zariadeniach v lesoch spojených s inými komplementárnymi službami. Objavuje sa poskytovanie podujatí pre manažérov, rodiny či deti – ako je napríklad lesná škola v prírode pre žiakov, kde sa majú počas 2týždenného výukového programu zoznámiť s lesom (príklad z Nemecka). Les sa využíva aj na športové aktivity a v zahraničných štúdiách sme identifikovali hlavne cyklistické a bežkárske trasy a lyžiarske zjazdovky.

Tieto tri typy finančných mechanizmov však nemôžeme chápať ako samostatné jednotky, ktoré sa neprelnávajú. V skutočnosti sa navzájom dopĺňajú a ich komplementárnosť je zárukou dobrej kvality služieb a spokojnosti zákazníkov, ktorí k nákupu týchto produktov a služieb pristupujú. Napríklad samotný mechanizmus – predaj povolení na vstup do lesa, je komplementárny s mnohými rekreačnými službami. Takéto a podobné príklady sa nachádzajú takmer v každej krajine a ich aktérmi sú podniky, ktoré si uvedomujú silu svojich zdrojov. Ako sme už zdôraznili, samotné zaobstaranie produktu alebo služby, ktoré je jednorazové a neposkytuje zákazníkovi aj iné výhody, nie je trvalo udržateľným príjmom pre podnik alebo súkromného vlastníka. Dôvod najčastejšieho využívania tohto finančného mechanizmu spočíva v jeho jednoduchosti. Ide o priamu platbu zákazníka smerom k poskytovateľovi produktov či služieb. Pre príjemcu je to rýchly spôsob získania finančných prostriedkov. Treba zdôrazniť, že sa jedná len o súkromný finančný mechanizmus, ktorý je ťažko implementovateľný na verejné statky. Tento problém súvisí aj s vlastnickými právami a hlavne s otázkou, či má súkromný majiteľ právo vyberať poplatky za produkt (povolenky) a služby (samotný vstup do lesa), len pre to, že ide o súkromný pozemok, alebo má byť les prístupný všetkým, pretože ide o jeho verejnoprospešnú funkciu.

Nákup pôdy nie je veľmi využívaným mechanizmom, vzhľadom na jeho veľkú nákladovosť. Nákup pôdy alebo lesa je viazaný na určité produkty či poskytovanie služieb, z ktorých plynú výhody. Túto problematiku môžeme rozdeliť na dva prípady. Po prvé, ide o nákup pôdy, ktorý súvisí s rozširovaním poskytovaných produktov alebo služieb, pričom takýto mechanizmus využívajú najmä súkromné firmy a fyzic-

ke osoby (napríklad nákup pôdy rodinnou farmou (Slovinsko), ktorá sa zaoberá približovaním a prvotným spracovaním dreva za účelom zvýšenia zisku). Nákup pôdy sa uskutočňuje len po zohľadnení všetkých faktorov výroby, pretože ide o rizikovú investíciu, ktorá sama o sebe nespôsobí navýšenie zisku majiteľovi, ale je naviazaná na ďalšie aktivity, ktoré sa musia vykonať – spracovanie dreva, výroba, atď.

Iným príkladom zaobstarania zeme je jej predaj za vopred dohodnutých podmienok, ktoré sa stanovujú v zmluve a súvisia s využívaním územia na projekty. V takýchto prípadoch štát odkupuje pozemky od vlastníkov z dôvodu angažovania sa v projekte. Najväčšie množstvo prípadových štúdií z tohto mechanizmu je zameraných na zaobstaranie pôdy súvisiace s ochrannou funkciou lesov (ochrana časti územia alebo pitnej vody). V týchto prípadoch môže, ale aj nemusí dôjsť konkrétne k predaju pôdy vlastníkom, ale vlastníkom pôdy alebo lesa sa ponechávajú vlastnícke práva a iná spoločnosť, prípadne štát, hospodári na ich pozemku, za čo im poskytuje kompenzačné náhrady vo forme finančných prostriedkov. Takýmito príkladmi sú vytváranie národných parkov v Dánsku či kompenzačné platby za ochranu pitnej vody od firmy produkujúcej stolový vodu vo Francúzsku. Tieto mechanizmy sú spojené s environmentálnymi službami.

Podobným mechanizmom ako je predaj či zaobstaranie pôdy, je jeho *nájom*, resp. *prenájom*. Ide o finančne menej náročnú formu, pomocou ktorej sa zabezpečujú hlavne environmentálne služby. Pri prenájme pôdy by sme mohli analyzované prípadové štúdie rozdeliť na dva typy – tie, ktoré takýmto spôsobom zabezpečujú rekreačné služby a na druhej strane tie, ktoré plnia ochrannú funkciu, čiže zabezpečujú environmentálne služby. V prvom prípade ide napríklad o vybudovanie adrenalínového parku a poskytovanie služieb turistom v prenajatom lese (Slovinsko).

Environmentálne služby sú pri prenájme pôdy rozšírenejšie. V tomto prípade sa taktiež platia kompenzačné náhrady za využívanie prenajatého územia, ako to bolo pri nákupe pôdy, ale aj nájomné za pôdu či les na konkrétne obdobie. Kompenzačná náhrada pri tom môže byť zahrnutá v nájomnej zmluve a môže sa platiť v rámci celého nájmu. Časové rozhranie je pri tomto finančnom mechanizme rozhodujúce, pretože zmluva o nájme nie je dlhodobá, aj keď v prípade väčších environmentálnych projektov sa poskytuje nájom na 99 rokov – tzv. dlhodobé nájom, alebo sa v zmluve upraví, že sa v istých periódach zabezpečí obnovenie zmluvy. Príklady na dlhodobé nájom sú Program biodiverzity lesa pre južné Fínsko alebo Banka na ochranu biodiverzity vo Francúzsku.

Eko-sponzoring, dary a obchod s certifikovanými produktmi sú len doplnkovými finančnými mechanizmami, ktoré by sami o sebe nemohli financovať celé projekty; ak ich aj financujú, sú to len ojedinelé prípady, ktoré nemajú dlhodobý charakter.

Eko-sponzoring má v lesnom hospodárstve svoje postavenie, aj keď sa nejedná o finančný nástroj, ktorého primárnym cieľom je financovanie. Cieľom tohto nástroja je v prvom rade zviditeľnenie sponzora. Sponzormi projektov v lesnom hospodárstve na základe analyzovaných prípadových štúdií sú hlavne súkromné firmy ako Free Green Developer v Rakúsku (spoločnosť zaoberajúca sa projektmi a konzultačnými službami vzhľadom na developerské koncepty v oblasti nehnuteľností, lesov a prírodných zdrojov), Maienfeld vo Švajčiarsku (obecná lesná spoločnosť), Red Bull, Karrimor vo Veľkej Británii (výroba energetické nápoje, outdoorové oblečenie) či Maramures v Rumunsku (výroba stolovej vody). Väčšina projektov, ktoré sú financované prostredníctvom eko-sponzoringu má ekologický charakter – tzn. plní ochrannú funkciu alebo poskytuje environmentálne služby. Ide napríklad o sponzorovanie výsadby dubov vo Švajčiarsku, sponzorovanie špeciálnych projektov – „Staroveké ovocné stromy alebo Bylinné záhrady“ pre deti v Rakúsku. Okrem tohto sa sponzoring využíva aj pri poskytovaní rekreačných služieb súvisiacich s lesom – napríklad „Cestičky pre horskú cyklistiku“ ponúkané Lesníckou komisiou Wa-

lesu. Sponzorovanie rekreačných služieb je takisto účelové a súvisí hlavne s orientáciou sponzora na výrobu konkrétnych tovarov alebo poskytovanie služieb, ktoré majú súvislosť so sponzorovaným projektom (energetické nápoje – horská cyklistika).

Dary majú na rozdiel od sponzorstva opačný charakter. Nie sú účelové a nie sú poskytované v rámci recipročných nárokovateľných požiadaviek. Darovanie sa v prípadových štúdiách objavuje v menšej miere ako sponzoring (dary: 14 prípadových štúdií/eko-sponzoring: 19 prípadových štúdií). Finančné prostriedky vo forme darov sami o sebe predpokladajú väčšie množstvo donorov, čo súvisí s tým, že darovať môže naozaj každý – aj malé sumy, na rozdiel od sponzorstva, kde sa počíta s oveľa väčšími vkladmi. V niektorých prípadoch sa však hranica medzi sponzoringom a darovaním prelína. Dary od organizácií či súkromných osôb sa vyskytujú v súkromnom aj vo verejnom sektore. Dary do súkromného sektora predstavuje napríklad projekt „Rodinnej farmy“ zaoberajúci sa približovaním a prvotným spracovaním dreva, ďalej „Program mládežníckeho vzdelávacieho programu vo Fínsku“, „Národný súkromný park v Holandsku“, „Súkromná bio-elektrárňa v Rakúsku“. Dary majú v týchto prípadoch svoje opodstatnenie, pretože pochádzajú od miestnych obyvateľov, ktorí môžu využívať benefity z produkcie, či z poskytovania služieb od týchto podnikov. Napríklad dary na podporu Súkromnej bio-elektrárne v Rakúsku, kde majú miestni obyvatelia záujem na odbere bio-plynu. Samozrejme do sponzorovania súkromných aktivít vstupujú aj nadácie, čo je príklad z Fínska, kde v podstate celý vzdelávací projekt pre deti o lese financuje Fínska lesnícka nadácia.

Dary do verejného sektora majú zväčša povahu environmentálnu, t.j. financuje sa pomocou nich ochranná funkcia lesa, napríklad dubový les vo Švajčiarsku či Ochrana pred lesnými požiarom v Grécku. Dary sú vo veľkej miere využívané v prípade prírodných katastrof v lesnom prostredí.

Z dostupných prípadových štúdií sme zistili, že *obchod s certifikovanými tovarmi* sa týka len drevných a nedrevných lesných produktov a nie služieb – t.j. certifikuje sa drevo, výroba drevených domov, huby či gaštany. Certifikácia sa v jednom prípade týkala aj systému na zabránenie znečistenia počas výroby drevených paliet. Takéto výrobky sú zárukou kvality pre zákazníkov, pretože samotný proces získavania certifikátu je objektívny a vedený treťou stranou. Napríklad pri výrobe certifikovaných drevených domčekov získali majitelia FSC certifikát za používanie dreva, ktoré rastie v lesoch spravovaných podľa striktných environmentálnych, sociálnych a ekonomických štandardov. Vo všeobecnosti sa certifikát udeľuje za kvalitu produktov, ale aj za pôvod produktov, ktorý má vplyv na samotnú kvalitu a mal by byť ekologický.

Podporné a brzdiace faktory

Produkty – drevné

Faktor, ktorý podporuje vznik a marketing nových drevných produktov je často ich jedinečnosť na trhu. Obvykle sa jedná o druh inovácie, ktorý poskytuje určitú výhodu oproti konkurencii. Okrem toho sú tieto produkty často dotované či už z európskych fondov (Program rozvoja vidieka, program LIFE) alebo zo štátu. Často podniky potrebovali pre vývoj týchto produktov úvery z banky. S nimi sa spája najvýraznejší obmedzujúci faktor, a tým je zdĺhavosť vybavovania pôžičiek, ako aj viaceré iné problémy pri ich získavaní spojené s byrokraciou. I keď kooperácia medzi zúčastnenými aktérmi sa ukázala ako veľmi silným podporným faktorom, vyskytovala sa približne iba v 10 % prípadových štúdií drevných produktov. Akceptácia okolia pri zavádzaní týchto produktov je obvykle veľmi dobrá. Veľkosť podniku má pri drevných aj nedrevných produktoch podstatný význam. Čím je podnik väčší, tým je marketing efektívnejší, má lepšie možnosti uspokojovania zákazníkov a taktiež lepšie podmienky pre tvorbu dlhodobých kontraktov.

Produkty – nedrevné

U nedrevných produktov môžeme sledovať podobné podporné a obmedzujúce faktory, ako u drevných. U produktov, akými sú napr. huby je významným brzdiacim faktorom zlá akceptácia zákazníkov spoplatnenia zberu týchto produktov, ako aj zlá kontrolovateľnosť čiernych zberov (napr. Taliansko). Certifikované jedle gaštany sú na tom v porovnaní s akceptáciou povolení pre zber húb výrazne lepšie. Zber jedlých gaštanov sa oveľa lepšie kontroluje, ako zber húb. Významným podporným faktorom je získavanie financií z priameho predaja takýchto produktov, čo je často oveľa jednoduchšie ako získavať podporu od štátu, prípadne EÚ (napr. ako pre environmentálne služby). Taktiež náklady na spustenie predaja týchto produktov nebývajú vysoké. V súčasnosti je možné získavať financie obchodovaním s uhlíkom, ktorý patrí do tejto kategórie produktov. Tu sa však vyskytuje viacero obmedzujúcich faktorov pre lesné hospodárstvo: legislatívne obmedzenia, málo skúseností, slabá informovanosť a najmä vysoké náklady na monitoring a hodnotenie. Podporným faktorom je účasť nadnárodných organizácií (Svetová banka v Rumunsku).

Služby – rekreačné

Pri rekreačných službách je výrazným obmedzujúcim faktorom viazanosť na danú lokalitu. Pri predaji drevných alebo nedrevných produktov je často možné ich vyvážať do vzdialenejších oblastí, prípadne štátov (napr. jedle gaštany z Talianska dostať kúpiť aj na Slovensku). Keďže však rekreačný pobyt je úzko viazaný napr. na niektoré prírodné zvláštnosti, prípadne na iné krajinné osobitosti, nie je možné tieto služby poskytovať na iných miestach. Na druhej strane neexistuje les, v ktorom by nebolo možné vybudovať širšiu alebo užšiu škálu rekreačných služieb. Aj keby sa jednalo o zdevastovaný les, je v ňom možné poskytovať viaceré rekreačné služby (napr. bežkárске dráhy a pod.). Azda najvýznamnejším podporným faktorom pri rekreačných službách, resp. pri službách všeobecne, je kvalita a kvantita týchto služieb. Každou ďalšou doplnkovou službou sa prináša pridaná hodnota, ktorá zväčša spôsobí zvýšenie záujmu o tieto služby. Napr. jednoduchý pobyt v lesných chatkách môže byť doplnený o možnosť rybolovu, kde sa dá využiť požičiavanie udíc, návnad a pod. Ďalšou možnosťou je ponuka poznávacích kurzov. V skúmaných prípadových štúdiách sa často vyskytovali rôzne lesnícke a prírodovedecké náučné pobyty pre žiakov a pod. Veľkosť podniku pri rekreačných službách nemá veľký vplyv. Azda miernu výhodu majú menší vlastníci alebo podniky, pretože u nich sa objavila užšia kooperácia najmä s miestnou samosprávou, ktorá podporovala vznik a následný marketing týchto služieb. Nie je výnimkou, keď mesto platí za rekreačné služby lesnému podniku. V tomto prípade sa dá hovoriť o dodávateľskom spôsobe zabezpečovania rekreačných služieb pre obyvateľov mesta a jeho návštevníkov. Čo sa týka podporných opatrení, tak najväčší význam má podpora v rámci politiky rozvoja vidieka. Pri rekreačných službách je potreba kooperácie o niečo väčšia, ako pri drevných a nedrevných produktoch.

Služby - environmentálne

Pri environmentálnych službách je potreba kooperácie vo väčšine prípadov úplnou nevyhnutnosťou. Jedná sa najmä o zabezpečenie ochrany prírody a krajiny, vodohospodárskej funkcie lesa a pod. Bez priameho sponzoringu, dotácií, prípadne kompenzácií obmedzenia hospodárenia vzniknutého zabezpečovaním týchto funkcií, nie je možné tieto funkcie efektívne zabezpečovať. Drevné a nedrevné produkty je možné veľmi ľahko kvantitatívne vymedziť, prípadne vyradiť niekoho zo spotreby. U rekreačných služieb je to zložitejšie, no environmentálne sú často úplne závislé na dotáciách, prípadne sponzoringu. Výrazným podporujúcim faktorom sú mnohé politické dokumenty,

ktoré ponúkajú možnosti čerpania financií na zabezpečovanie týchto služieb. V EÚ rezonuje otázka ochrany životného prostredia a s ňou súvisiace možnosti pre zabezpečenie environmentálnych služieb. V tejto oblasti je azda najväčšia možnosť čerpania subvencií. Okrem EÚ a štátu je možné financie získavať aj z mimovládnych organizácií, prípadne iných aktérov ekosponzoringu. V spojitosti so získavaním financií od vyššie uvedených aktérov sa vyskytuje ďalší významný podporný faktor, a tým je znalosť všetkých možností čerpania financií, prípadne iných nefinančných stimulov. Schopnosť podniku alebo vlastníka lesa získavať tieto subvencie je často limitujúcim faktorom úspešného zabezpečovania týchto služieb.

Naopak, podporným faktorom je situácia, keď niektorá z mimovládnych organizácií, prípadne samospráva osloví podnik, že má záujem podporovať, resp. využívať tieto environmentálne služby za poplatok. Mesto, prípadne štát vie takto dodávateľským spôsobom zabezpečiť environmentálne služby pre svojich občanov, prípadne návštevníkov lesného podniku.

Služby – ostatné

V tejto kategórii sa nachádzajú služby, ktoré sa nedajú zaradiť medzi služby rekreačné, ani medzi služby environmentálne. Jedná sa najmä o výrobu elektriny z vodného zdroja a jej následný predaj do verejnej siete, špecializované stretnutia lesníkov, vlastníkov lesa za účelom odovzdávania skúseností s hospodárením lesa od odborníkov s dlhoročnou praxou, videomonitoring lesných požiarov alebo zelené pohreby. Podporným faktorom pre „ostatné“ služby je obvykle špecifický dopyt. Najlepším príkladom sú zelené pohreby, kde pochovávanie v lese bolo zavedené na základe prosieb viacerých občanov, ktorí chceli byť práve takto pochovaní. Obmedzujúcim faktorom bola potrebná zmena legislatívy.

Kombinácia – produkt + služba

Po pridaní služieb k produktu sa výrazne zvyšuje hodnota tejto kombinácie oproti samotnému produktu alebo službe. Všetky firmy alebo vlastníci lesov, ktoré/ktoré ponúkajú takúto kombináciu, majú výhodu v tom, že sú zameraní širšie, čo im zabezpečuje vyrovnannejšie výnosy. Napr. ak dopyt po dreve začne klesať, ale dopyt po rekreácii zostane nezmenený, prípadne začne stúpať, tak podnik, ktorý ponúka kombináciu tovaru a rekreačnej služby, nezaznamená taký pokles svojich ziskov ako firma, ktorá ponúka iba tovar. Táto vyrovnanosť výnosov je významným podporným faktorom marketingu kombinácie produktu a služby, najmä pre menšie lesné podniky. Obmedzujúcim faktorom okrem regulácie štátu je azda iba náročnejšia produkcia takejto kombinácie z hľadiska potrieb na ľudské zdroje, ale ani to nie je vždy pravidlom.

ZÁVER

Na základe analýzy skúsenosti z prevzatých zahraničných prípadových štúdií, kde sme hľadali príklady integrácie verejnoprospešných funkcií do trhového mechanizmu, môžeme konštatovať nasledovné:

- Najviac príkladov na realizáciu služby na trhu je z prípadových štúdií zameraných na rekreačné služby. V tejto oblasti integrácia postúpila najďalej, ide o službu ľahko identifikovateľnú a využívanú širokou verejnosťou. Výrazná je kooperácia najmä miestnych aktérov, viac je využívaný súkromný kapitál, podporným faktorom je aj kvalita a kvantita služieb, zavádzanie doplnkových produktov a aktivít.
- Na zabezpečenie environmentálnych služieb sa ukázali ako nevyhnutné kompenzačné nástroje štátu. Prírodoochranné služby sú zabezpečované aj mechanizmom dlhodobého prenájmu. Čiasťtočne sa využíva aj sponzoring. Zainteresovanie súkromných firiem alebo samospráv je podporným faktorom napr. pri službách v spojitosti s vodohospodárskou funkciou. Environmentálne služby prakticky nie sú realizovateľné bez vonkajších zdrojov, preto je v tomto prípade kooperácia mimoriadne dôležitá. Účasť štátu, regiónu, záujmových združení alebo sponzora je rozhodujúca.
- Kombináciou ponuky produktu a služby sa zvyšuje pridaná hodnota, čo dáva väčšie možnosti na vyrovnanosť výnosov pre malé lesnícke subjekty.
- Pri integrácii produktov do trhového mechanizmu je významným podporným faktorom kooperácia, dostatočná informovanosť a vstup samosprávy. Veľkosť podniku má pri drevných aj nedrevných produktoch zásadný význam, väčšie podniky zavádzajú nové produkty ľahšie. Brzdiacim momentom je získavanie úverov. Certifikácia nedrevných produktov je podporným faktorom, nevyhnutnou súčasťou však musí byť výchovná kampaň obyvateľstva.
- V rozhodujúcej miere sa na integrácii produktov a služieb zúčastňuje EÚ, využívajú sa najmä nástroje politiky rozvoja vidieka a ostatných štrukturálnych fondov.

Uskutočnená analýza zahraničných príkladov slúži ako prehľad možných prístupov pre integráciu verejnoprospešných funkcií lesa do trhového mechanizmu. Výsledky potvrdzujú všeobecne nízku úroveň integrácie verejnoprospešných funkcií do trhového mechanizmu. Stretávame sa so zrejmyými implementačnými problémami u všetkých spomínaných krajín. Na Slovensku je potrebné pripraviť podmienky pre akceptáciu podobných prístupov širokou verejnosťou. Otázka poskytovania služieb a produktov lesa bezodplatne je neúnosná, nakoľko nároky na ich zabezpečovanie sa neustále zvyšujú. Spoliehať sa na intervenciu štátu alebo spoločnú politiku EÚ je nedostatočné. Priama realizácia prostredníctvom predaja produktu alebo služby nie je vždy možná. Voľba vhodného finančného mechanizmu, projektový prístup, kooperácia medzi zúčastnenými partnermi, osвета a vhodný marketing je nevyhnutnou podmienkou pre poskytovanie zatiaľ netrhových produktov a služieb lesného hospodárstva za úhradu.

Podakovanie:

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Centrum excelentnosti: Adaptívne lesné ekosystémy, aktivita 4.3: Integrácia verejnoprospešných funkcií lesa do trhového mechanizmu ITMS: 26220120006, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- FERRO O., MERLO M., POVELLATO A. 1995. Valuation and remuneration of countryside stewardship performed by agriculture and forestry. In: Peters G.H., Hedley D.D. (eds.): Proceedings of the XXII International conference of agricultural economists, Harare, Zimbabwe. Dartmouth, London: 415-435.
- Innoforce Database of Innovation Cases in Forestry. [on-line]. [cit. 12. 11. 2009]. Dostupné na World Wide Web: <http://cases.boku.ac.at/dba/index.php?session=1&page=065.&dmode=reset>.
- MANTAU U. 1995a. Forest policy means to support forest outputs. In: Solberg B., Pelli P. (eds.): Forest policy analysis – methodological and empirical aspects. Meeting report, IUFRO Working party S6.12-01. EFI proceedings, no. 2. Joensuu, European Forest Institute: 131-145.
- MANTAU U. 1995b. Von der Waldfunktionenlehre zur Waldproduktlehre. Holz-Zentralblatt, 445: 451-453.
- MANTAU U. 1997. Erschließung neuer Märkte durch forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse. Allgemeine Forstzeitung/Der Wald, 12: 636-639.
- MANTAU U., MERLO M., SEKOT W., WELCKER B. 2001. Recreational and environmental markets for forest enterprises. Wallingford, Cabi: 32-95.
- MAVSAR R. et al. 2008. Study on the development and marketing of non-market products and services, DG AGRI, Study Contract N: 30-CE-0162979/00-21, Study report, November 2008: 127 s.
- MEFFERT H., BRUHN M. 1995. Dienstleistungsmarketing. Grundlagen, Konzepte, Methoden. Wiesbaden, Gabler Verlag: 627 s.
- MERLO M., KUEHL G., RUOL G. 1996. Possibilities of additional income from environmental goods and services produced by agriculture and forestry in mountainous areas. In: Glück P., Weiss G. (eds.): Forestry in the context of rural development: Future research needs. EFI proceedings, 15. Joensuu, European Forest Institute: 8.
- Prípadové štúdie. [on-line]. [cit. 11. 11. 2010]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.inno-forest.org/>
- Prípadové štúdie. [on-line]. [cit. 11. 11. 2010]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.free-green-developer.com/en/team/>
- Standing Forestry Committee. 2008. Valuation and compensation methods for non-wood forest goods and services. [Report]. November 2008. [on-line]. [cit. 9. 11. 2010]. Dostupné na World Wide Web: http://ec.europa.eu/agriculture/fore/publi/sfc_wgi_final_report_112008_en.pdf

FOREIGN EXAMPLES OF PUBLIC FUNCTIONS INTEGRATION INTO THE MARKET MECHANISM

SUMMARY

On the basis of foreign countries experience, we analyzed and evaluated the integration of public forest functions into the market mechanism. As background data we used the examples of case studies available from the sources of different European projects and documents from institutions interested in forestry in a written or electronic form. The important criteria were realization in the market and suitability for forestry in Slovakia. Summary of all case studies according to the above-mentioned projects is listed in Tab. 1, according to the country of origin in Tab. 2. In total, we analyzed 241 case studies.

In order to organize case studies, we classified all 241 cases into the major groups – product and services and financial mechanisms. Products and services were further divided into wood and non-wood products (Fig.3) and in case of services into recreational, environmental, market production and others (Fig. 4). Financial mechanisms were divided into 3 groups – public mechanisms (taxes, charges, rates; subsidies (except obligations under contract), mixed public and private mechanisms (public-private partnerships – PPP, public-private contracts, tradable permissions) and private mechanisms (product or service purchase including license, admission fees etc., land purchase, land lease, eco-sponsoring, donations, trade with certified goods) (Tab. 3).

Results can be summarized in the following points:

- The majority of examples of services implemented in the market are focused on recreational services. In this particular case, integration is the most advanced. This service is easy to identify and is used by general public. Cooperation among local entities is significant, private capital is used more and the supporting factor rests also on the quality and quantity of services, introduction of complementary products and activities.
- Public compensation instruments are necessary to provide the environmental services. Nature protection services are provided also by mechanism of a long-term lease. Sponsoring is used only occasionally. Supporting factor is involvement of private businesses or municipalities, for example, for services associated with water protection. Environmental services are not practically accomplishable without the external financial sources; hence cooperation in this case is essential. Participation of state, region, interested groups or sponsor is determining.
- Combination of products and services increases the added value, what creates more possibilities for balanced profits for small forest subjects.
- Important supporting factor when integrating products into the market mechanism is cooperation, awareness and input of municipality. Size of the enterprise has an importance in wood and non-wood products; larger enterprises introduce products more easily. Impeding factor is financing by loan, because it can be hardly acquired. Certification is a supporting factor.
- Integration of products and services is influenced by European Union; instruments of rural development policy and other structural funds are mainly used.

The analysis serves as an overview on possible approaches towards integration of public functions into the market mechanism. Results confirm generally low level of integration. The problem of providing products and services without payment is not bearable, because demands are still increasing. State intervention and common EU policy is insufficient. Necessary conditions for providing non-market products and services for payment so far, are choice of appropriate financial mechanism, project approach, cooperation among concerned partners, awareness and suitable marketing.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Zuzana Sarvašová, Ph.D., Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, Slovenská republika
tel.: + 421 455 314 124; e-mail: sarvasova@nlcsk.org

KLIMATICKÉ PODMÍNKY NA VÝZKUMNÉ PLOŠE JIZERKA - I. SRÁŽKY A PŮDNÍ VLHKOST

CLIMATIC CONDITIONS IN THE JIZERKA EXPERIMENTAL PLOT - I. PRECIPITATION AND SOIL MOISTURE

VRATISLAV BALCAR¹⁾ – ONDŘEJ ŠPULÁK¹⁾ – DUŠAN KACÁLEK¹⁾ – IVAN KUNEŠ²⁾¹⁾ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno²⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

ABSTRACT

The Jizerka experimental plot was established to investigate prosperity of 30 tree species under conditions of formerly air-polluted mountainous site, the Jizera Mts. (North Bohemia). Tree species perform depending on their vigor, inherited abilities and response to environmental conditions. Among all properties of site, climate is the principal factor influencing both growth rate and survival of the tree species. Therefore, meteorological conditions have been investigated since 1993 within the experiment which was established in 1990. Since 1996, climatic characteristics have been investigated using automatic loggers. Mean annual precipitation was 1 135 mm in the period of 1994 – 2010. The precipitation was found lower and the temperature higher compared to expected range of values in literature. Height of snow cover varied greatly. In the 2004 – 2005 and 2005 – 2006 periods, the height of snow cover exceeded 200 cm which affected the trees (pine, spruce, larch and birch) negatively. The load of snow yanked branches out of the stems and broke the tops of the trees. Coincidence of both high air temperature and low precipitation can threaten the plantations with drought.

Klíčová slova: Jizerské hory, klima, srážky a půdní vlhkost, prosperita lesních dřevin

Key words: the Jizera Mts., climate, precipitation and soil humidity, tree species prosperity

ÚVOD

Rozvoj techniky záznamu meteorologických prvků přinesl možnost jejich kontinuálního sledování v kratších intervalech než bylo v nedávné minulosti možné při manuálním měření. Význam pozorovatele však zůstává podstatný zvláště při sledování zimních srážek a charakteru sněhové pokrývky v lesních porostech a v průběhu kontrolních měření ověřujících přesnost techniky. Monitoring meteorologických prvků v lesnictví přináší podstatnou informaci o stanovištních podmínkách, výskytu stresových událostí a variabilitě klimatických charakteristik prostředí. Lesní dřeviny se vyznačují různými nároky na průběh teploty, srážek, respektive půdní vlhkosti, i dopadajícího přímého slunečního záření (ÚRADNÍČEK et al. 2009). Stresové působení extrémních hodnot meteorologických prvků se vyskytuje častěji při jejich souběhu, kdy dochází k synergickému působení (FLEMMING 1982). Kolísání hodnot meteorologických prvků v posledním období tak zvyšuje nároky na správnou volbu dřeviny při obnově lesa a zalesňování.

Předkládaný příspěvek je zaměřen na publikaci výsledků měření vybraných meteorologických prvků na výzkumné ploše Jizerka v období 1994 – 2010, které by poskytovaly podklady pro kvantifikaci růstových podmínek, včetně stresů ovlivňujících vývoj lesních dřevin. Jsou zde prezentovány výsledky měření srážek a půdní vlhkosti. Na předkládané výsledky měření srážek a půdní vlhkosti budou navazovat výsledky měření teplot vzduchu a půdy, rychlosti a směru vzdušného proudění a intenzity slunečního svitu.

METODIKA

Výzkumná plocha

Výzkumná plocha Jizerka (VP Jizerka) byla založena na Středním Jizerském hřebenu v roce 1990, a to na kalamitní holině vzniklé celoplošným vytěžením smrkové kmenoviny těžce poškozené imisní zátěží v období zhruba 1975 – 1989. Cílem výzkumných šetření je zde sledování a vyhodnocování vývoje výsadeb širokého sortimentu lesních dřevin (ca 30 taxonů), vlivu melioračních a fyto-melioračních opatření, včetně reakcí dřevin na specifické stresy, které se na vybrané (pro danou oblast modelové) lokality vyskytují (BALCAR 1998). S využitím takto získaných exaktních poznatků se počítá při návrzích obnovních cílů a postupů při obnově lesa ve vyšších horských polohách oblastí postižených imisními stresy. Součástí výzkumných aktivit je i kontinuální sledování dynamiky růstových podmínek – meteorologických, imisních a půdních (ŠLODIČÁK et al. 2005).

Výzkumná plocha leží zhruba 1,5 km na sever od obce Jizerka (porostní skupiny 257B2c,d a 257B1d, nyní LČR, s. p., Hradec Králové, Lesní správa Frýdlant v Čechách). Nachází se v nadmořské výšce 950 až 980 m a na souřadnicích 50°49'34" SZŠ a 15°21'19" VZD. Stanoviště je řazeno do lesního typu kyselá smrcina třtinová (8K2), hospodářský soubor 721, pásmo ohrožení imisemi B. Půdním typem je zde horský humusový podzol, v horní části rašelinný podzol, geologickým podkladem biotitická žula.

Monitoring srážek a půdní vlhkosti

Srážky jsou na lokalitě měřeny celoročně, od roku 1993 klasickým srážkoměrem s týdenní expoziční dobou. Ve vegetační době měří srážky také automatická stanice (v období 1996 – 2007 model Noel 2000 a od roku 2007 nástupný model LEC 3000). Automatická stanice měří rovněž objemovou půdní vlhkost. Měření srážek automatickou stanicí obou typů (dále stanice Noel) v hodinových termínech lze pokládat za přesnější než měření standardním srážkoměrem, nelze jej však použít v zimním období při poklesu teplot pod bod mrazu.

Třídění denních dešťových úhrnů podle vydatnosti bylo interpretováno podle definice NOVÁKA (1934): „prška“ do 1 mm, „mírný déšť“ do 5 mm, „silný déšť“ do 10 mm, „velmi silný déšť“ nad 10 mm. V zimním období je v týdenních intervalech zaznamenávána také výška sněhové vrstvy měřená třemi stabilními sněhoměrnými latěmi umístěnými v horní, střední a dolní části výzkumné plochy.

Objemová vlhkost půdy je měřena v hloubce 20 cm. Do června 2007 byla limitována horní hranicí detekce 50 %, později byly zaznamenány i hodnoty vyšší (maximum 57 %).

Výpočty byly provedeny v programech MS Excel 2003, Instat+ 3.36 a Unistat 5.6.

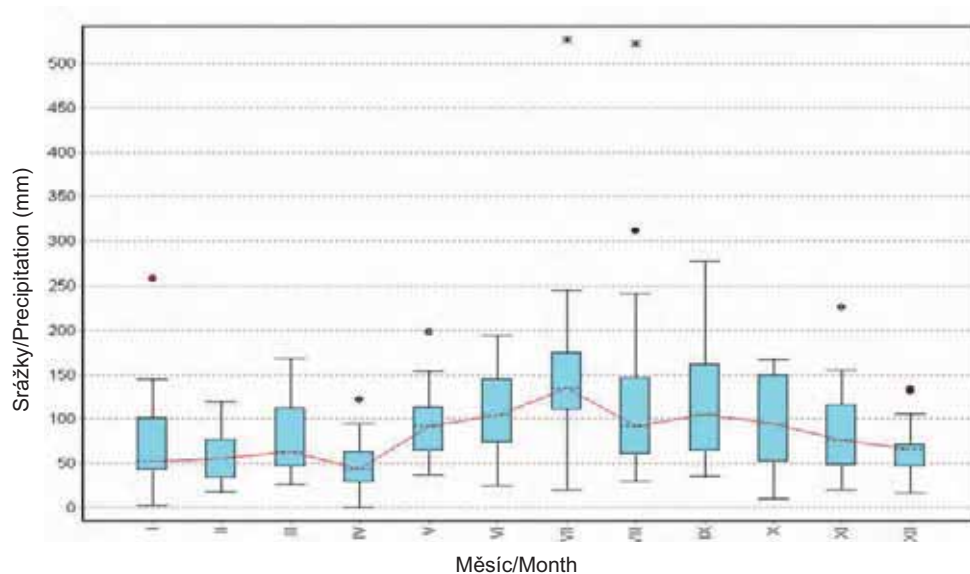
Tab. 1.

Srážky měřené standardní metodou (mm)

Precipitation measured using a standard method

Rok/Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I. – XII.
1994	36	18	71	62	84	76	66	141	68	111	71	74	878
1995	257	63	164	95	89	104	78	131	114	10	49	20	1174
1996	3	33	109	122	142	152	205	86	155	95	92	17	1210
1997	6	60	43	73	154	82	527	39	35	152	26	63	1261
1998	45	34	54	42	37	144	155	92	201	166	113	48	1131
1999	42	61	40	32	63	121	138	40	66	150	28	47	828
2000	67	108	122	4	101	41	245	36	99	48	64	39	975
2001	49	55	57	72	59	156	213	66	277	50	101	69	1224
2002	42	56	26	52	101	67	135	242	121	148	76	44	1110
2003	102	26	31	44	40	25	100	30	66	135	20	71	690
2004	103	47	48	53	92	103	131	132	105	60	131	66	1071
2005	88	82	70	21	101	178	134	169	116	23	54	131	1166
2006	41	77	60	40	71	109	20	522	53	85	226	68	1373
2007	144	101	63	3	107	100	145	86	187	52	148	72	1208
2008	145	31	111	61	63	48	116	135	53	167	110	106	1146
2009	52	120	168	0	198	194	114	84	54	156	41	56	1238
2010	57	48	136	39	137	133	166	311	189	56	155	134	1561
Průměr	75	60	81	48	96	108	158	141	115	98	88	66	1135

Captions: months (I. – XII.); annual precipitation (I.-XII.); mean value (průměr)

**Obr. 1.**

Krabicový graf rozložení měsíčních srážkových úhrnů na VP Jizerka v období 1994 až 2010

Lomená čára spojuje mediány, hranice krabic = horní a dolní kvartil, oddělující čtvrtinu nejnižších a nejvyšších hodnot, chybové úsečky označují rozpětí neextrémních hodnot, tj. bez odlehlých hodnot a extrémů, body = odlehlé hodnoty, hvězdičky = extrémy

Fig. 1.

Jizerka experiment – box plots of mean monthly precipitation over the 1994 – 2010 period

Captions: red line – medians; box limits – lower/upper quartiles; error bars – range of non-extreme values; points – outliers; asterisks – extremes

VÝSLEDKY

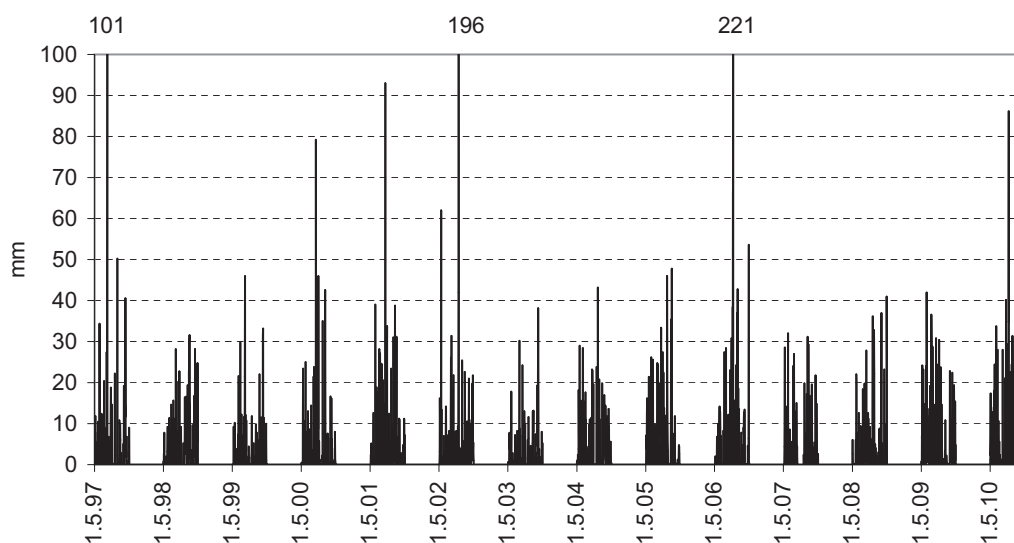
Srážky měřené standardní metodou dosahovaly v období 1994 – 2010 ročního průměru 1 135 mm, nejnižší roční úhrn srážek činil 690 mm (2003), nejvyšší 1 561 mm (2010). Z hlediska rozložení četnosti srážek v průběhu roku (tab. 1, obr. 1) lze konstatovat, že všechny průměrné měsíční srážkové úhrny ve vegetačním období (květen – říjen) byly vyšší než v období mimo vegetační. Nejvyšší průměrné srážkové úhrny byly naměřeny v červenci (158 mm) a srpnu (141 mm), nejnižší v dubnu (48 mm), únoru (60 mm) a prosinci (66 mm) (tab. 1).

Četnost dnů zcela bez deštových srážek a se srážkami v zanedbatelném množství do 1,0 mm činila 59 % celkového množství dnů ve vegetační

době (1997 – 2010), četnost mírných dešťů (denní úhrn 1,1 – 5,0 mm) 16 %, silných dešťů (5,1 – 10,0 mm) 11 %, a velmi silných dešťů (10,1 mm a více) 14 %. Nejvyšší denní úhrny byly zaznamenány 7. 6. 2006 – 220,8 mm a 13. 8. 2002 – 195,8 mm (obr. 2).

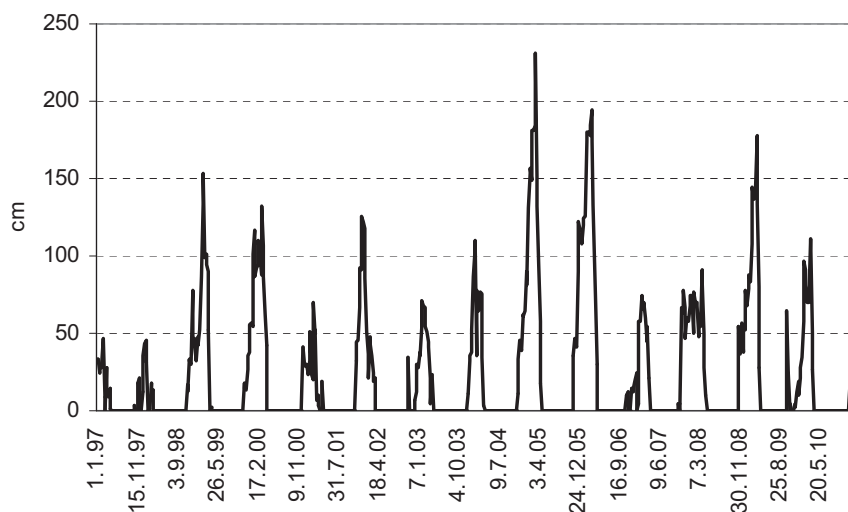
Sněhová vrstva na výzkumné ploše ležela převážně (ca 70 % zimních období) od listopadu do dubna a její maximální výška v jednotlivých letech (období leden 1997 – prosinec 2010) se pohybovala v rozmezí 45 cm (únor 1998) až 232 cm (březen 2005) (obr. 3).

Průměrná výška (mocnost) sněhové vrstvy v mimo vegetačním období (listopad až duben) činila 48 cm, v dolní části lokality byla přitom poněkud nižší (40 cm) než v části střední (49 cm) a horní (51 cm). K nejvyšší zátěži kultur testovaných dřevin sněhovým přívalem došlo



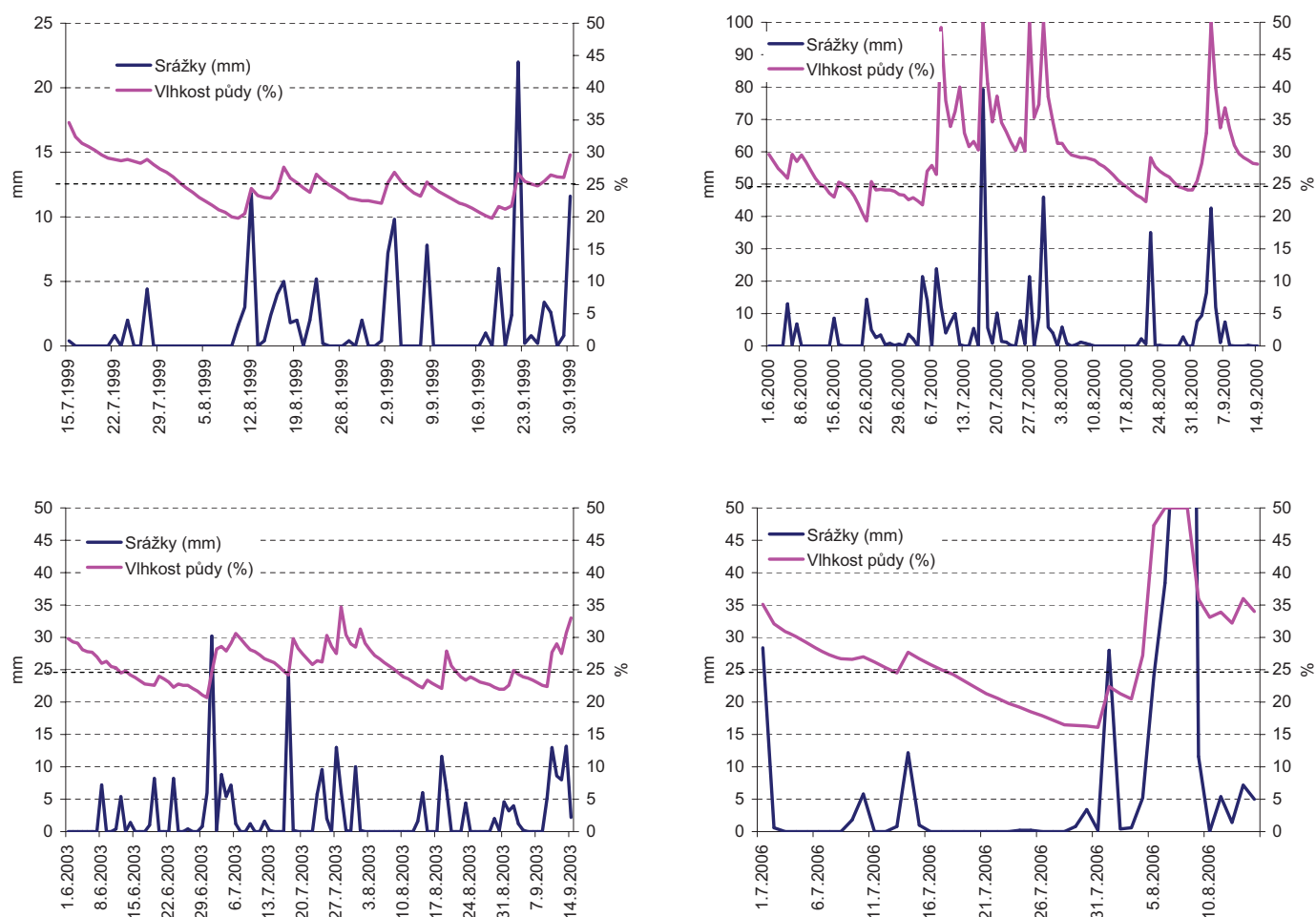
Obr. 2.
Denní úhrny srážek měřené stanicí Noel ve vegetačním období

Fig. 2.
Daily precipitation measured by Noel station during vegetation period



Obr. 3.
Výška sněhové vrstvy

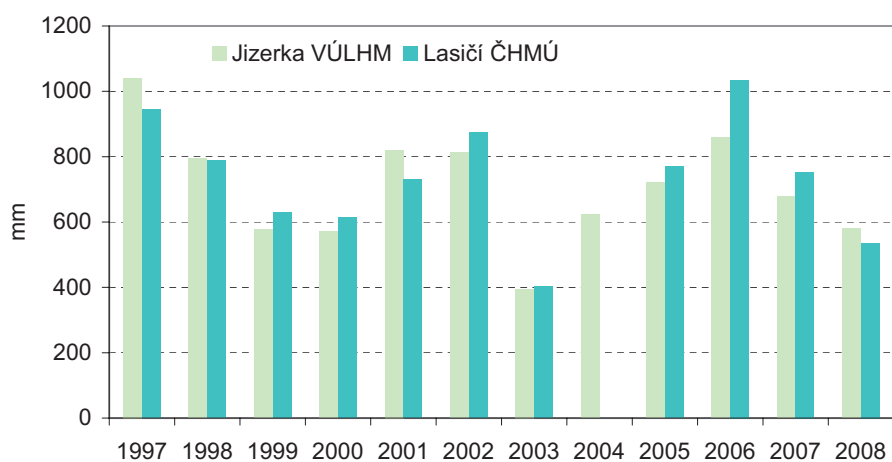
Fig. 3.
Height of snow cover

**Obr. 4.**

Srážky a vlhkost půdy ve vybraných významných periodách sucha

Fig. 4.

Precipitation (mm) and soil moisture (%) over important periods of drought

**Obr. 5.**

Srážkové úhrny ve vegetační době (V. - X.) na výzkumné ploše Jizerka – VÚLHM a na srážkoměrné stanici Lasičí – ČHMÚ

Fig. 5.

Sums of precipitation over vegetation period (May – October) in Jizerka experiment (Jizerka VÚLHM) and in Lasičí station operated by Czech Hydrometeorological Institute (Lasičí ČHMÚ)

v prosinci 2005 (během dvou týdnů se zvýšila sněhová vrstva o 82 cm, množství srážek přitom činilo 66 mm), dále pak v únoru 1999 (zvýšení sněhové vrstvy o 82 cm za dva týdny, srážky 29 mm), lednu 2005 (dvoutýdenní nárůst o 71 cm, 28 mm srážek) a lednu 2000 (dvoutýdenní nárůst 62 cm, 52 mm).

Objemová vlhkost půdy za období od ledna 1997 do prosince 2010 se pohybovala v rozpětí 16 – 57 %. Zhruba polovinu (51 %) z celkového souboru ca 5 000 denních hodnot byly vlhkosti v rozpětí 26 – 35 %, přibližně třetinu (32 %) pak v rozpětí 36 – 45 % a v sedmině případů (14 %) přesahovaly vlhkosti 45 %. Nejnižší denní hodnoty vlhkosti (16 – 25 %) mající 3% zastoupení se vyskytovaly jen v době od června do září. Reprezentují na lokalitě VP Jizerka mezní situace, kdy docházelo u testovaných dřevin ke stresům půdním suchem. Výskyt dnů s nejnižší půdní vlhkostí byl zpravidla v souladu s výskytem podprůměrných srážek v květnu až říjnu daného roku (obr. 4).

DISKUSE

Průměrný roční srážkový úhrn na výzkumné ploše Jizerka (1 135 mm) nedosáhl hodnot, které se na dané lokalitě dříve předpokládaly – pro smrkový lesní vegetační stupeň v Jizerských horách je v Oblastním plánu rozvoje lesů (OPRL) uveden srážkový úhrn nad 1 450 mm (ÚHÚL 1999), stejnou hodnotu uvádí také VACEK et al. (2003), PLÍVA (1980); ÚHÚL (1990) uvádí rozpětí 1 200 – 1 500 mm. V průměru se srážkové úhrny pohybovaly v blízkosti jejich spodní hranice (1 200 mm), která je zde i v současné době udávána (TOLASZ 2007). Z dlouhodobých údajů vyplývá, že se v posledních desetiletích průměrné roční srážkové úhrny na lokalitě Jizerka (stanice ČHMÚ) snižují: pro období 1901 – 1950 podle údajů ČHMÚ je uváděn roční úhrn 1 476 mm (VESECKÝ et al. 1961), pro období 1961 – 1990 úhrn 1 383 mm a pro období 1991 – 2003 úhrn 1 276 mm (podle údajů ČHMÚ, viz SLODIČÁK et al. 2005).

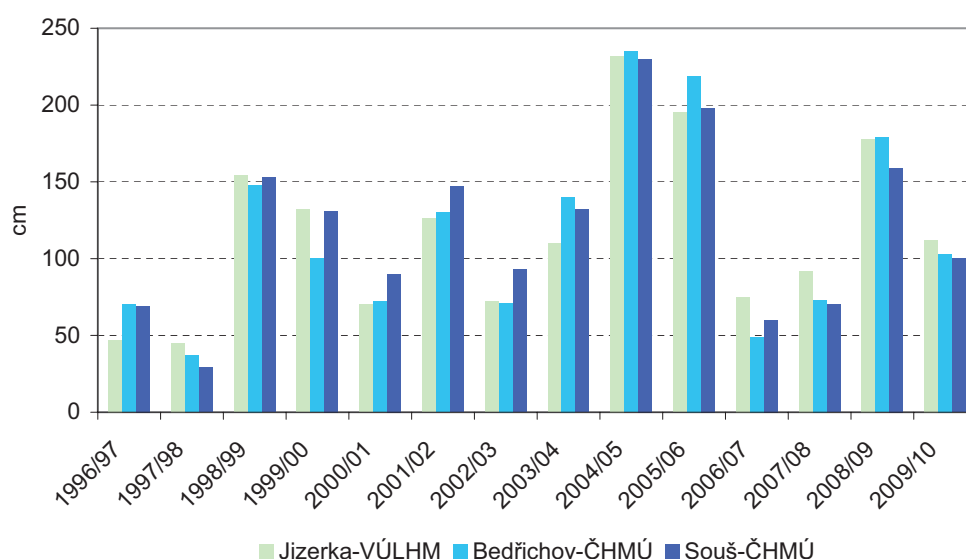
Ze souběžných měření srážkových úhrnů na výzkumné ploše Jizerka (VÚLHM) a v údolí Jizerky (stanice ČHMÚ) v letech 1994 – 2003 (SLO-

DIČÁK et al. 2005) vyplývá, že na hřebenové lokalitě (výzkumná plocha) jsou zhruba o pětinu nižší celoroční srážkové úhrny (1 046 mm, stanice VÚLHM) než v údolí říčky Jizerky položené ca o 100 m níže (1 276 mm, stanice ČHMÚ). Srážkové úhrny v dubnu až září byly přitom v údolní lokalitě (658 mm, stanice ČHMÚ) vyšší pouze o 2 % než na hřebenu (644 mm, stanice VÚLHM).

Poměrná shoda srážkových úhrnů je zřejmá z výsledků měření ČHMÚ standardním srážkoměrem na lokalitě Lasičí vzdálené zhruba 1 km od výzkumné plochy Jizerka směrem na západ. V letech 1997 – 2008 se srážkové úhrny ve vegetační době lišily od našich měření o 1 až 20 %, celkový rozdíl činil pouze 3 % (obr. 5, data Lasičí viz ČHMÚ 1997 – 2009).

Vysoké srážky na Středním Jizerském hřebenu a v údolí Jizerky lze konstatovat v povodňovém období v létě 2010. Celkový měsíční úhrn srážek v srpnu 2010 (automatické stanice s 1 hod. termíny měření) činil na ploše Jizerka 393 mm, na stanici ČHMÚ Jizerka 351 mm a i zde patřil k nejvyšším v oblasti Jizerských hor (KUBÁT et al. 2010). Naopak nejsušším rokem byl rok 2003 (srpnový úhrn srážek 30 mm), kdy se stres suchem projevil symptomy poškození (chlorózami) na smrku ztepilém (BALCAR et al. 2005).

Maximální výšky sněhové vrstvy měřené v letech 1996 – 2010 byly srovnatelné s analogickým šetřením na dvou meteorologických stanicích ČHMÚ Bedřichov a Souš (BUBENÍČKOVÁ, KULASOVÁ 2010). Z výsledků měření jsou zřejmé pouze nevýznamné rozdíly tohoto parametru mezi lokalitami. Celkové průměry maximální výšky sněhu byly téměř shodné – na naší výzkumné ploše Jizerka 117 cm, na stanicích Bedřichov 116 cm a Souš 119 cm (obr. 6). Vysoké stavy sněhové pokrývky, které se vyskytly na výzkumné ploše v 15. roce po výsadbě prvních lesních kultur (2004/05 a 2005/06) výrazně poškodily některé dřeviny prolámaním korun (BALCAR et al. 2007) a dosavadní názor na jejich toleranci vůči sněhu musel být korigován. Jednalo se hlavně o borovici lesní náhorní, dále pak o jeřáb ptačí, borovici pokroucenou a břízu bělokorou.



Obr. 6.
Maximální výška sněhové vrstvy v jednotlivých zimních obdobích 1996 až 2010
Fig. 6.
Maximum heights of snow cover over particular winter periods (1996 – 2010)



Obr. 7.
Monitorovací stanice Noel a její okolí krátce po instalaci na objekt Jizerka (srpen 1996) (foto: F. Horák)

Fig. 7.
Noel climatic station and its surroundings at the beginning of operation (August 1996) (photo: F. Horák)



Obr. 8.
Monitorovací stanice Noel 5 let po instalaci na objekt Jizerka (červenec 2001) (foto: V. Balcar)

Fig. 8.
Noel climatic station and its surroundings in the 5th year of operation (July 2001) (photo: V. Balcar)



Obr. 9.
Monitorovací stanice Noel 11 let po instalaci na objekt Jizerka (říjen 2007) (foto: D. Bartoš)

Fig. 9.
Noel climatic stations and its surroundings in the 11th year of operation (October 2007) (photo: D. Bartoš)

ZÁVĚR

Z výsledků měření srážek a půdní vlhkosti na Střední Jizerském hřebenu v období 1994 – 2010 vyplývají následující poznatky:

- Víceletý srážkový úhrn (průměrný roční úhrn 1 135 mm, rozmezí 690 až 1 561 mm) byl nižší, než se dříve podle dostupných informací na dané lokalitě předpokládalo (1 200 – 1 500 mm). Nižší srážkové úhrny v posledních dvou desetiletích odpovídají také dlouhodobému trendu změn sledovaných na stanicích ČHMÚ Jizerka a Bedřichov.
- Výsledky měření výšky sněhu ukazují extrémní dynamiku sněhových srážek. Stresová situace pro kultury lesních dřevin nastala po 8 letech od zahájení měření, kdy v zimních obdobích 2004 – 2005 a 2005 – 2006 výška sněhové vrstvy přesahovala 200 cm a vytrháváním větví a vrškovými zlomy byly poškozeny zvláště borovice, smrky, modřiny a břízy bělokoré.

Monitoring průběhu srážek, sněhových podmínek a půdní vlhkosti na výzkumné ploše VÚLHM ve vyšší poloze Středního Jizerského hřebenu umožňuje hodnotit variabilitu těchto prvků v čase. V kombinaci se sledováním teplot, proudění vzduchu a radiace, jejichž hodnocení bude součástí studie následující (Klimatické podmínky na výzkumné ploše Jizerka. II – teplota, vítr a sluneční svit), je za ca 14 let měření podán souborný obraz o prostředí stanoviště. Průběh meteorologických prvků, stejně tak jako samotné klima, mají dynamický charakter, a proto bude pro přesnější vymezení podmínek prostředí nepostradatelné pokračovat a případně doplnit klimatická šetření v dalších letech.

LITERATURA

- BALCAR V. 1998. Vývoj výsadeb lesních dřevin ve smrkovém vegetačním stupni v Jizerských horách. In: *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollataja w Krakowie*. Nr 332. Sesja Naukowa. Zeszyt 56. Struktura i dynamika górskich borów swierkowych. Sympozjum ... Kraków – Zakopane, 25-27 wrzesnia 1997. Krakow, Wyd. AR: 259-271.
- BALCAR V., KULASOVÁ A., BUBENÍČKOVÁ L. 2005. Dynamics of climate and its influence on forest trees in the Jizera Mountains. In: *Proceedings of international conference on forest impact on hydrological processes and soil erosion. 40 years of the foundation of the Experimental Watershed Study Site in Yundola*. Yundola, Bulgaria, 5-8 October 2005. Sofia, Publishing House of the University of Forestry: 182-189.
- BALCAR V., KACÁLEK D., BARTOŠ D. 2007. Poškození experimentálních výsadeb lesních dřevin sněhem v Jizerských horách. In: Saniga M. et al. (eds.): *Management of forests in changing environmental conditions*. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene - Lesnícka fakulta: 260-267.
- BUBENÍČKOVÁ L., KULASOVÁ A. 2010. Porovnání výšky srážek, sněhové pokrývky a teploty vzduchu na stanici Bedřichov a Souš v Jizerských horách v zimním období let 1981 - 2010. Poster. Hydrologické dny 2010. Hradec Králové, ČHMÚ: 3 s.
- ČHMÚ. 1997. Kulasová A., Pobříšlová J. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 1997*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 67 s.
- ČHMÚ. 1998. Kulasová A., Pobříšlová J. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 1998*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 76 s.
- ČHMÚ. 1999. Kulasová A., Pobříšlová J. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 1999*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 68 s.
- ČHMÚ. 2000. Kulasová A., Pobříšlová J. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2000*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 72 s.
- ČHMÚ. 2001. Kulasová A., Pobříšlová J. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2001*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 77 s.
- ČHMÚ. 2003. Hancvencel R. et al. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2002*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 77 s.
- ČHMÚ. 2004. Kulasová A. et al. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2003*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 73 s.
- ČHMÚ. 2005. Hancvencel R. et al. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2004*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 73 s.
- ČHMÚ. 2006. Hancvencel R. et al. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2005*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 78 s.
- ČHMÚ. 2007. Pobříšlová J. et al. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2006*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 65 s.
- ČHMÚ. 2008. Pobříšlová J. et al. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2007*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 61 s.
- ČHMÚ. 2009. Pobříšlová J., Ducháček L. (eds.): *Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2008*. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 72 s.
- FLEMMING G. 1982. *Wald – Wetter – Klima. Einführung in die Forst-meteorologie*. Berlin, Deutscher Landwirtschaftsverlag: 120 s.
- KUBÁT J. et al. 2010. Meteorologické příčiny povodní. Dílčí zpráva projektu Vyhodnocení povodní 2010. Praha, ČHMÚ: 42 s.
- NOVÁK V. 1934. Děšť [slovníkové heslo]. In: Konšel J.: *Naučný slovník lesnický*. Díl I. Písek, Československá Matice lesnická: 265-268
- PLÍVA K. 1980. *Diferencované způsoby hospodaření v lesích ČSR*. Praha, SZN: 216 s.
- ŠLODIČÁK M. et al. 2005. *Lesnické hospodaření v Jizerských horách*. Hradec Králové, Lesy České republiky; Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 232 s.
- TOLASZ R. et al. 2007. *Atlas podnebí Česka*. Praha, Český hydrometeorologický ústav; Olomouc, Univerzita Palackého: 255 s.
- ÚHŮL. 1990. Charakteristika stavu a vývoje lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu řízeného ministerstvem lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu České republiky. Brandýs n. Labem, ÚHŮL: 161 s.
- ÚHŮL. 1999. Oblastní plán rozvoje lesů. 21 - Jizerské hory a Ještěd. Brandýs n. Labem, ÚHŮL, pobočka Jablonec n. Nis.: 242 s.
- ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P., TICHÁ S., KOBLÍŽEK J. 2009. *Dřeviny České republiky*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 367 s.
- VACEK S. et al. 2003. *Horské lesy České republiky*. Praha, Ministerstvo zemědělství České republiky: 313 s.
- VESECKÝ A., BRIEDŇ V., KARSKÝ V., PETROVIČ Š. 1961. *Podnebí Československé socialistické republiky*. Tabulky. Praha, Hydrometeorologický ústav, Polygrafia: 379 s., mapy.

Poděkování:

Výzkumná šetření včetně vyhodnocení získaných výsledků uvedených v příspěvku byla provedena za institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků – výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“ a NAZV č. QH92087 „Funkční potenciál vybraných listnatých dřevin a jejich vnášení do porostů v Jizerských horách“. Náš dík patří i Lesům ČR, lesní správě Frýdlant v Čechách za spolupráci při zakládání a provozu výzkumné plochy Jizerka.

CLIMATIC CONDITIONS IN THE JIZERKA EXPERIMENTAL PLOT. I - PRECIPITATION AND SOIL MOISTURE

SUMMARY

Among all site conditions, climate is a factor which directly influences performance of tree species in mountains. Scientists have always used meteorological data to find their influence on growth, vigor and health of experimental plantations. There are, however, not only single agents such as air temperature, amount of precipitation, soil moisture and solar radiation which influence trees. It is often a coincidence of two or more factors which multiply stresses affecting the forest. Monitoring of climate for experimental purposes was both demanding and time-consuming activity in the past. However, there have been developed many automatic gauges which are used to get more precise information on climate these days. The article deals with meteorological conditions in experimental plot (Jizerka experiment) situated in the summit part of formerly air-polluted mountains. The conditions have been monitored there since 1994. Besides automatic loggers, precipitation is also monitored using classical rain gauge weekly by an observer. This monitoring goes on because we cannot rely on values provided by automatic logger during winter period; the snow accumulating on rain gauge evaporates and sometimes melts as temperature goes above zero. Therefore, the obtained values do not reflect a real course of the precipitation amount. The observer is also supposed to record a height of snow cover in three locations weekly. Automatic loggers (Noel station, S0141 – Comet System) provide information on hourly temperature at 200 and 30 cm above the ground. Noel station also records hourly solar radiation, wind speed and direction, soil temperature at 20 cm below ground and daily amount of precipitation. For the purpose of our study, we used precipitation data from the period of 1994 – 2010; the other data came from the period between 1997 and 2010.

Mean annual precipitation reached 1 135 mm in the period of 1994 – 2010. The smallest amount of precipitation was found in 2003 (690 mm) while the greatest amount in 2010 (1 561 mm). According to frequency distribution over the year, the mean monthly amounts of precipitation were greater in growing season compared to dormant season (Tab. 1, Fig. 1). The greatest daily precipitation was recorded on the 13th August 2002 and 7th June 2006. Duration of snow cover lasted six months (November – April) in 70% of investigated years. Maximum height of snow cover was between 45 cm (February 1998) and 232 cm (March 2005) (Fig. 2). Experimental plantations were strongly affected by two-week change of snow-cover load in March 1999 (82 cm), January 2000 (62 cm), January 2005 (71 cm) and December 2005 (82 cm).

The lowest daily values of soil moisture (16 – 25% between June and September) were usually recorded in coincidence with low precipitation between May and October in the same year.

It can be concluded that:

- Mean annual precipitation (1 135 mm) was found lower compared to expected range of precipitation from literature (1200 – 1500 mm). Lower amount of precipitation in the last two decades is in accordance with the amounts recorded at the two climatic stations (Jizerka and Bedřichov) being operated by Czech Hydrometeorological Institute;
- Snow cover influenced the experimental plantations as its height exceeded 200 cm in the 2004 – 2005 and 2005 – 2006 periods. The snow load caused damage to Scots pine, Norway spruce, European larch and silver birch, i.e. the branches were yanked out of the stem and the tops were broken.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Vratislav Balcar, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 392; e-mail: balcarv@vulhmop.cz

ANALÝZA ŠKODLIVÝCH BIOTICKÝCH A ABIOTICKÝCH ČINITELŮ DLE SOUBORŮ LESNÍCH TYPŮ LHC ŠKOLA ŽLUTICE

ANALYSIS OF INJURIOUS BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS CONSIDERING ECOSITE CLASSES ON THE EXAMPLE OF MANAGEMENT-PLAN AREA OF TECHNICAL SCHOOL ŽLUTICE

JAROSLAVA WAIŠOVÁ

Střední lesnická škola Žlutice

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

ABSTRACT

This paper aims to analyze the effects of harmful biotic and abiotic factors on coniferous and broadleaved stands grown in different ecosite classes of forest district Chlumská hora, which belongs to the management-plan area Forestry Technical School Žlutice, in the period of 2003 – 2010. The study confirmed the influence of habitat on growing wood species, especially common spruce monocultures. The greatest damage was found in Norway spruce stands, grown on an inappropriate sites. Growing woods in unsuitable environmental conditions affects their state of health and creates a predisposition for harmful effects of biotic and abiotic factors. The most serious abiotic factor in investigated locality is wind. The most serious insect pest of Norway spruce is eight-toothed spruce bark *Ips typographus* L., whose development is also conditioned by the weakening of the primary host species. There is a greater possibility of outbreak in monocultures. Great damage to forest stands is caused by parasitic wood-destroying fungi especially by *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink which infect living trees due to their physiological weakness.

Klíčová slova: biotičtí a abiotičtí činitelé, poškození, stanoviště, soubory lesních typů, smrkové porosty

Key words: biotic and abiotic factors, damage, habitats, ecosites, spruce stands

ÚVOD

Lesy pokrývají více než jednu třetinu evropského zemského povrchu, jsou jedním z největších přírodních bohatství, základní složkou přírodního prostředí, zdrojem dřeva a plní mnohé nezastupitelné mimo-produkční funkce. Česká republika svojí lesnatostí 33,8 % (Zpráva 2010) to dokazuje.

Lesní porosty jsou vystaveny účinku mnoha stresových faktorů. Nevhodná stanoviště ještě zesilují jejich působení. Konečným důsledkem je snížení produkce dřevní hmoty (UHLÍŘOVÁ et al. 1996). Škodliví činitelé jsou definováni jako překročení míry adaptability organismů na přirozené prostředí. Vzhledem ke statické povaze lesa je při působení škodlivých činitelů zásadní otázkou vhodnost stanoviště (PRŮŠA 2001). Stanoviště je nejvýznamnějším faktorem, který definuje vhodné podmínky pro les. Pěstování dřevin v nevhodných ekologických podmínkách narušuje jejich zdravotní stav a vytváří dispozici pro vliv škodlivých biotických a abiotických činitelů. Opatření pro lesní hospodářství musí být plánovaná v dostatečném předstihu na typologických základech, neboť jen tak lze docílit postupné realizace zdravějšího, produkčně a ekonomicky zdatnějšího lesa (PRŮŠA 2001).

Pro ochranu lesních ekosystémů je důležitá především prevence, zvyšování odolnostního potenciálu, posilování stability, vitality, regene-

račních a adaptačních schopností, případně přeměna druhové skladby stávajících porostů, trvale udržitelné, stanovišti odpovídající hospodaření (PLÍVA 2000).

Hlavním podnětem příspěvku bylo na území LHC Škola Žlutice potvrdit výše uvedené zákonitosti týkající se významu stanoviště a vlivu biotických a abiotických škodlivých činitelů na lesní porosty pěstované v nevhodné druhové skladbě. Prokázat tak souvislost mezi výší škod, stanovištěm, druhovou skladbou a výskytem škodlivých činitelů.

Cílem příspěvku je analyzovat vliv škodlivých biotických a abiotických činitelů na jehličnaté a listnaté porosty pěstované na různých souborech lesních typů školního polesí Chlumská hora, které tvoří LHC Škola Žlutice, a to za období let 2003 – 2010.

Popis zkoumané oblasti – LHC Škola Žlutice

Školní polesí Chlumská hora je uváděno jako lesní hospodářský celek LHC Škola-Žlutice 326201, pro který byl vyhotoven LHP Škola Žlutice s platností 1. 1. 2003 – 31. 12. 2012 (STRAKA 2003), jehož celková výměra činí 469 ha. Zastoupen je zde převážně 3. dubobukový a na JZ svazích i 2. bukodubový lesní vegetační stupeň (obr. 1, tab. 1).

METODIKA

Pro analýzy škodlivých biotických a abiotických činitelů na jehličnaté a listnaté porosty pěstované na různých souborech lesních typů bylo zvoleno modelové území školního polesí Chlumská hora, které tvoří LHC Škola Žlutice.

Na tomto území byl zjištěn výskyt všech druhů škodlivých činitelů za období let 2003 – 2010.

Rozsah poškození v m³ nebo ha způsobený nejvýznamnějšími druhy škodlivých činitelů pro jednotlivé porosty a soubory lesních typů byl získán z lesní hospodářské evidence (LHE) a vlastním měřením, a to od doby platnosti lesního hospodářského plánu (LHP), tj. od 1. 1. 2003 pro celý lesní hospodářský celek (LHC Škola Žlutice).

Analýza nejdůležitějších škodlivých činitelů a porovnání jejich prostorového výskytu byla provedena přepočtením objemu dříví (m³) vytěženého v důsledku působení jednotlivých škodlivých činitelů dle jednotlivých SLT a let (2003 – 2010) na m³/ha. Z toho vyplynulo, které SLT jsou nejvíce ohroženy kterým škodlivým činitelem a v kterém roce.

Pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu 1F ANOVA v programu STATISTICA byly definovány rozdíly ve výskytu škodlivých činitelů dle SLT a vymezeny rizikové faktory a oblasti prokázáním statisticky významných rozdílů mezi středními hodnotami objemu kalamitního dříví na různých SLT.

Porosty dle jednotlivých SLT dotčené škodlivými činiteli byly oceněny ke dni vzniku LHP (1. 1. 2003) podle vzorce:

$$Ha = [(Au - c) \cdot fa + c] \cdot Ba \cdot Kv \cdot Kp,$$

kde: Ha = základní cena skupiny dřevin ve věku ke dni ocenění,

Au = cena mýtní výtěžky skupiny dřevin ve věku obmýtky pro příslušný bonitní stupeň,

c = náklady na zajištěnou kulturu,

fa = věkový hodnotový faktor pro obmýtky ve věku ke dni ocenění pro příslušný bonitní stupeň,

Ba = zakmenění ve věku ke dni ocenění,

Kv = koeficient věkový,

Kp = koeficient prodejnosti,

dle zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku.

Konkrétní výše škod z předčasného smýcení lesních porostů způsobená škodlivými činiteli dle jednotlivých let zkoumaného období a SLT byla stanovena dle vyhlášky č. 55/1999 Sb., o způsobu výpočtu výše újm nebo škody způsobené na lesích, vypočtená podle vzorce:

$$S5 = Hlpa \cdot Mn / 100,$$

kde: S5 = škoda z předčasného smýcení lesního porostu,

Hlpa = hodnota lesního porostu v roce předčasného smýcení,

Mn = procento mýtní nezralosti lesního porostu.

Tab. 1.
Zastoupení SLT
Ecosites

SLT/Ecosites	ha	%
1G vrbová olšina/ Willow – Alder on nutrient-medium, waterlogged (gleysols) soils	0,19	0,04
2C vysychavá buková doubrava/Beech – Oak on water-deficient soils	144,52	30,81
2I uléhavá kyselá buková doubrava/Beech – Oak on compacted-acid luvisol	4,64	0,99
2Z zakrslá buková doubrava/Beech – Oak on shallow or stony soils	40,16	8,56
3A lipová bučina/Lime – Oak – Beech on stony-colluvial soils	100,57	21,44
3B bohatá dubová bučina/Oak – Beech on nutrient-rich soils	51,79	11,04
3C vysychavá dubová bučina/Oak – Beech on water-deficient soils	125,36	26,72
3J lipová javořina/Lime – Maple on stony soil (steep slopes, lithic and rendzic leptosols)	0,57	0,12
3O jedlodubová bučina/Fir – Oak – Beech on nutrient-medium gleyic soils	1,32	0,28

Zdroj/Source: MIKESKA, KUSBACH (199), OMNR (1998)

Tab. 2.
Množství [m³/ha] vytěženého dříví poškozeného větrnými vývraty podle jednotlivých SLT
Salvage cutting [m³/ha] after windfalls according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1)

	SLT/Ecosite							
	2C	3B	3C	3A	3O	2Z	2I	3J
2003	1,12	3,56	1,43	0,99	0	0,42	1,07	0
2004	0,09	2,38	0,37	0	0	0,1	0	0
2005	1,6	2,26	1,43	1,43	2,12	0,09	0	0
2006	0,9	2,03	0,78	0,52	0,87	0	0	0
2007	2,06	7,11	3,58	2,08	4,82	0,31	0,99	0,35
2008	1,64	7,05	2,82	1,77	10,42	0,57	3,66	0
2009	0,54	1,2	0,42	0,33	1,76	0,12	0	0,35
2010	1,5	1,24	0,62	0,48	2,07	0,07	0	0

VÝSLEDKY

1. Kvantifikace nejvýznamnějších škodlivých činitelů LHC Škola Žlutice

Z celkového počtu 287 porostních skupin tvořících lesní hospodářský celek (LHC Škola Žlutice) bylo dotčeno některým škodlivým činitelem 68,6 %, tzn. 196 porostních skupin.

Nejzávažnější abiotický škodlivý činitel vítr se ve zkoumaném LHC projevil jak formou vývrátů, tak zlomů, a to především v letech 2007 – 2008, kdy byla zasažena velká část celého území republiky ničivými vichřicemi. Dle množství vytěženého dříví poškozeného větrnými vývraty přepočtené na 1 ha se poškození nejvíce projevilo u SLT 3O (10,42 m³/ha) v roce 2008 a SLT 3B (7,11 m³/ha) v roce 2007 a v roce následujícím (7,05 m³/ha) (tab. 2). Množství vytěženého dříví poškozeného větrnými zlomy přepočtené na 1 ha bylo nejvíce vykázáno u SLT 3B (4,54 m³/ha) v roce 2007 (tab. 3). Největší škody tedy vznikly na souborech oglejených a bohatých. Potvrdilo se, že smrkové porosty na těchto souborech jsou silně ohroženy tímto škodlivým činitelem.

V rámci škodlivého činitele větru byl pro vývraty prokázán statisticky významný rozdíl mezi středními hodnotami objemu kalamitního dříví, když hodnoty SLT 3B se výrazně liší od hodnot SLT 2Z, 2I, 3J a hodnoty SLT 3O se výrazně liší od hodnot SLT 3J (obr. 2, tab. 4).

Obdobně je tomu u zlomů způsobených větrem, kde byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi středními hodnotami objemu kalamitního dříví u SLT 3B, jehož hodnoty se výrazně liší od hodnot SLT 3J, neboť příslušný interval spolehlivosti se nepřekrývá (obr. 3). Mezi středními hodnotami SLT 3B a 3J byly zjištěny statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (tab. 5). Malý počet statisticky významných rozdílů může být způsoben značnou variabilitou dat, což je příčinou širokých intervalů spolehlivosti.

Největší množství dříví napadené lýkožroutem smrkovým *Ips typographus* L. spolu s lýkožroutem lesklým *Pityogenes chalcographus* L. přepočtené na 1 ha (15,83 m³/ha) bylo vytěženo v roce 2003 na SLT 3O. V následujícím roce došlo k největšímu poškození SLT 3B (9,82 m³/ha) a 3C (9,09 m³/ha). Projevil se tu nárůst poškození těmito škůdci po roce výrazně teplém a suchém, kdy došlo k významnému fyziologickému oslabení dřevin. Naopak SLT 2Z, 2I a 3J nejsou ve sledovaném LHC lýkožroutem smrkovým ani lýkožroutem lesklým poškozeny (tab. 6).

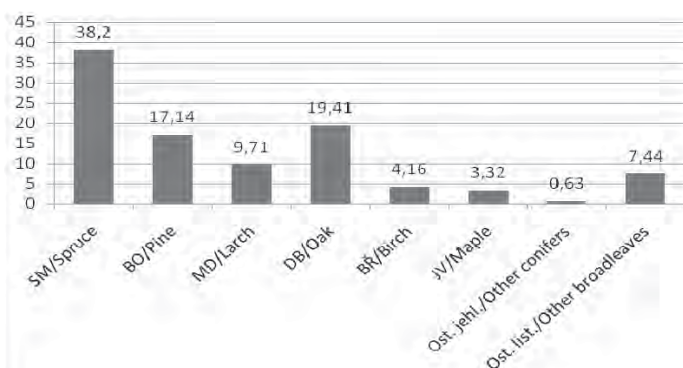
Nebyl prokázán významný statistický rozdíl mezi středními hodnotami objemu kalamitního dříví napadeného škodlivými činiteli lýkožroutem smrkovým a lesklým na různých souborech lesních typů (obr. 4).

Napadení václavkou smrkovou *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink podle množství vytěženého dříví přepočtené na plochu 1 ha se nejvíce projevilo v roce 2004, a to u SLT 3J (40,61 m³/ha), 3B (19,44 m³/ha) a 3C (19,07 m³/ha). Nárůst poškození opět souvisel s počasím předcházejícího roku. Prokázalo se rovněž, že tento biotický škodlivý činitel ohrožuje převážně soubory lesních typů na minerálně bohatších a méně kyselých půdách (tab. 7).

Rozdíl mezi středními hodnotami objemu kalamitního dříví napadeného škodlivým činitelem václavkou smrkovou na různých souborech lesních typů nebyl signifikantní (obr. 5).

2. Ocenění dotčených porostních skupin na rozdílných stanovištích

Porostní skupiny dle jednotlivých SLT dotčené škodlivými činiteli byly oceněny ke dni vzniku LHP (1. 1. 2003) dle zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku (tab. 8). Z tabulky vyplývá, že SLT s nejvyšší výchozí cenou přepočtenou na 1 ha byl soubor 3B (167 tis. Kč/ha). Naopak nejnížší výchozí cena byla vypočtena pro soubor 3J (51 tis. Kč/ha).

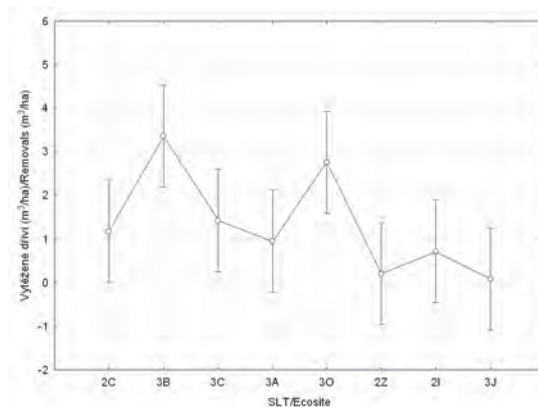


Obr. 1.

Zastoupení hlavních dřevin (%)

Fig. 1.

Representation of the main tree species (%)

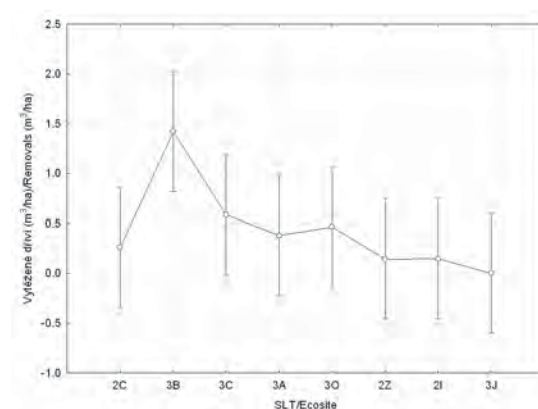


Obr. 2.

Nahodilá těžba z větrných vývrátů dle SLT; úsečky značí intervaly spolehlivosti

Fig. 2.

Salvage cutting of windfalls according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1); bars represent confidence intervals



Obr. 3.

Nahodilá těžba z větrných zlomů dle SLT; úsečky značí intervaly spolehlivosti

Fig. 3.

Salvage cutting of windthrow according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1); bars represent confidence intervals

Tab. 3.

Množství [m³/ha] vytěženého dříví poškozeného větrnými zlomy podle jednotlivých SLT
Salvage cutting [m³/ha] after windbreaks according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1)

	SLT/Ecosite							
	2C	3B	3C	3A	3O	2Z	2I	3J
2003	0,11	0,55	0,21	0,05	0	0	0	0
2004	0,05	0,12	0	0	0	0	0	0
2005	0,1	2,98	0	0	0	0	0	0
2006	0,06	0,07	0,13	0,01	0	0	0	0
2007	1,02	4,54	3,03	2,34	1,89	0,94	1,16	0
2008	0,26	2,66	0,61	0,51	0	0,2	0	0
2009	0,18	0,21	0,14	0,06	1,82	0,01	0	0
2010	0,29	0,22	0,57	0,06	0	0	0	0

Tab. 4.

Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy větrných vývrátů dle SLT
Approximate probabilities for post hoc tests windfalls according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1)

2C		0,167	1	1	0,55	0,936	0,999	0,887
3B	0,167		0,298	0,09	0,996	0,008	0,045	0,005
3C	1	0,298		0,999	0,744	0,817	0,988	0,734
3A	1	0,09	0,999		0,374	0,985	1	0,966
3O	0,55	0,996	0,744	0,374		0,059	0,229	0,04
2Z	0,936	0,008	0,817	0,985	0,059		0,999	1
2I	0,999	0,045	0,988	1	0,229	1		0,994
3J	0,887	0,005	0,734	0,966	0,04	1	0,994	

Tab. 5.

Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy větrných zlomů dle SLT
Approximate probabilities for post hoc tests windthrow according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1)

2C		0,134	0,994	1	1	1	1	1
3B	0,134		0,515	0,239	0,34	0,073	0,073	0,03
3C	0,994	0,515		1	1	0,967	0,967	0,864
3A	1	0,239	1		1	0,999	0,999	0,986
3O	1	0,34	1	1		0,995	0,995	0,956
2Z	1	0,073	0,967	0,999	0,995		1	0,999
2I	1	0,073	0,967	0,999	0,995	1		0,999
3J	1	0,03	0,864	0,986	0,956	0,999	0,999	

Tab. 6.

Množství [m³/ha] vytěženého dříví napadeného lýkožroutem smrkovým *Ips typographus* L. a lýkožroutem lesklým *Pityogenes chalcographus* L. podle jednotlivých SLT
Salvage cutting [m³/ha] after attack of *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1)

	SLT/Ecosite							
	2C	3B	3C	3A	3O	2Z	2I	3J
2003	0,25	1,43	0,47	0,41	15,83	0	0	0
2004	2,5	9,82	9,09	3,89	0	0	0	0
2005	0,2	2,63	0,7	0,39	0	0	0	0
2006	0,16	4,37	1,08	0,11	0	0	0	0
2007	0,15	0,43	0,2	0,03	0	0	0	0
2008	0,08	0,32	0,13	0,05	1,52	0	0	0
2009	0,2	0,82	0,2	0,34	0	0	0	0
2010	0,05	0,3	0,05	0,03	0	0	0	0

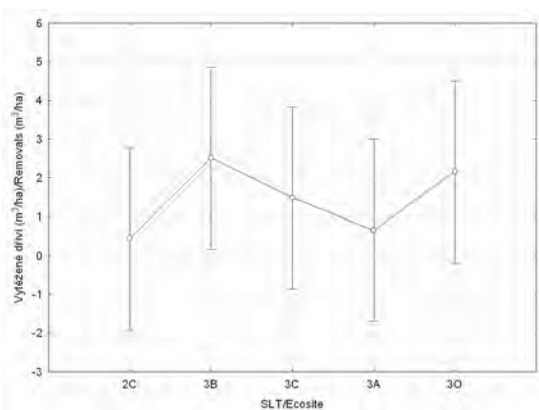
Z konkrétní výše škod z předčasného smýcení lesních porostů (tab. 9) výpočty vyplynulo, že celkově za sledované období (2003 – 2010) došlo v průměru k největším škodám z předčasného smýcení přepočteným na 1 ha u SLT 3B (4 048 Kč/ha). Prokázalo se tak, že tento soubor lesních typů je velmi ohrožen škodlivými činiteli. Nejmenší škody z předčasného smýcení byly celkově zjištěny u SLT 2Z (171 Kč/ha). Nejvyšší průměrná výše škody z předčasného smýcení byla vyčíslena u SLT 3J (13 667 Kč/ha), a to v roce 2004, tedy po roce výrazně suchém a teplém.

DISKUSE

Veškerá významná poškození analyzovaného LHC byla zjištěna výhradně na dřevině smrk ztepilý *Picea abies* L., který zde byl pěstován převážně v monokulturách. To odpovídá stavu lesních porostů v celé ČR, kde nahodilá těžba jsou vykazovány především v porostech jehličnatých dřevin a poškozeny je zejména smrk ztepilý (KNÍŽEK et al. 2009). Příkladem je situace na území Šumavy (ZATLOUKAL 2004). V oblasti Slezska a severní Moravy došlo v roce 2001 k silnému fyziolo-

gickému oslabení (predispozici) smrčín působením abiotických vlivů, zejména sucha a následnému rozvoji biotických škůdců, s dominantním uplatněním václavky smrkové a několika druhů kůrovců. U jiných dřevin, ať jehličnatých (borovice, modřín), tak i listnatých (dub, buk, bříza apod.) na těchto lokalitách podobné symptomy chřadnutí a odumírání pozorovány nebyly (HOLUŠA et al. 2002). U smrkových porostů se nejvýrazněji projevuje vliv bonity na podílu nahodilé těžby (VICE-NA et al. 1979).

Ze všech škodlivých činitelů vyskytujících se v daném prostoru LHC škola Žlutice ve sledovaném období, se z abiotických činitelů na poškození porostů významně podílel vítr, a to jak vývraty, tak zlomy (tab. 2, 3). Výrazné hospodářské škody způsobovali pouze hmyzí škůdci lýkožrout smrkový a lýkožrout lesklý (tab. 6), z parazitických dřevokazných hub václavka smrková (tab. 7). Potvrzuje to situaci v ČR (Zpráva 2010), ale i na Slovensku, kde mezi nejzávažnější biotické škodlivé činitele patří podkorní hmyz, a to zejména lýkožrout smrkový a lýkožrout lesklý. Přetrvávají zde problémy v souvislosti s hynutím porostů v důsledku napadení václavkou smrkovou, jejíž intenzitu umocňuje hlavně počasí (Správa 2008). Také ve Švédsku každoroč-

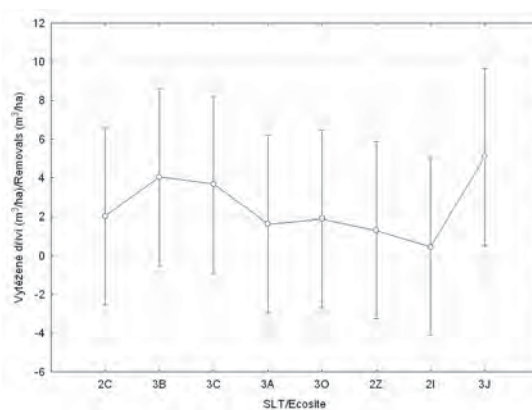


Obr. 4.

Nahodilá těžba po napadení lýkožroutem smrkovým *Ips typographus* L. a lesklým *Pityogenes chalcographus* L. dle SLT; úsečky značí intervaly spolehlivosti

Fig. 4.

Salvage cutting after attack of *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1); bars represent confidence intervals



Obr. 5.

Nahodilá těžba po napadení václavkou smrkovou *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink dle SLT; úsečky značí intervaly spolehlivosti

Fig. 5.

Salvage cutting after attack of *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1); bars represent confidence intervals

Tab. 7.

Množství [m³/ha] vytěženého dříví napadeného václavkou smrkovou *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink podle jednotlivých SLT Salvage cutting [m³/ha] after attack of *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1)

	SLT/Ecosite							
	2C	3B	3C	3A	3O	2Z	2I	3J
2003	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	6,65	19,44	19,07	5,4	11,39	4,14	0	40,61
2005	5,27	9,34	7,08	6,06	0	4,73	3,75	0
2006	0,35	0,27	0,36	0,21	2,08	0,43	0	0
2007	0,59	0,34	0,5	0,45	0	0,27	0	0
2008	1,18	0,67	0,73	0,29	1,67	0,36	0	0
2009	1,06	1,15	1,04	0,34	0	0,49	0	0
2010	0,99	1,14	0,59	0,31	0	0,02	0	0

Tab. 8.

Cena dle SLT [tis. Kč/ha]

Value according to ecosites (for ecosite classes see Tab. 1) [in thousands CZK/ha]

SLT/ Ecosite	Cena pozemku/ Land value	Cena porostu/ Stand value	Celkem cena/ Total value	Cena na 1 ha/ Price of 1 ha
2C	2 136	13 765	15 901	110
3O	43	79	122	92
3A	3 607	6 937	10 545	105
3B	2 574	6 076	8 650	167
3C	2 396	8 490	10 885	87
2Z	281	5 589	5 870	146
2I	90	378	468	101
3J	22	7	29	51
Sa:	11 149	41 321	52 470	112

Tab. 9.

Škody v jednotlivých letech dle SLT [Kč/ha]

Damage to ecosites in individual years (for ecosite classes see Tab. 1) [CZK/ha]

SLT/ Ecosite	Rok/Year								Průměr/ Average
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
2C	237	6 087	5 574	4 225	1 433	637	777	1 169	2 518
3O	1 683	4 713	1 069	838	2 170	2 646	1 483	124	1 841
3A	213	7 870	10 894	1 747	2 276	1 656	1 090	1 199	3 368
3B	2 238	8 599	11 739	1 929	3 704	2 505	859	816	4 048
3C	733	11 792	5 314	794	1 864	3 033	525	2 387	3 305
2Z	0	0	1 109	237	0	0	21	0	171
2I	2 503	0	1 792	0	1 014	287	0	0	669
3J	0	13 667	0	0	2 846	0	2 865	0	2 422

ně způsobuje poškození lesů sněhem a větrem (cca 4 mil. m³) vysoké finanční ztráty (VALINGER, FRIDMAN 1999).

Abiotický činitel vítr způsoboval na území LHC Škola Žlutice největší škody v podobě vývrátů na souborech lesních typů 3O, 3B, tedy oglejených a bohatých (tab. 2) a zlomy byly poškozeny nejvíce porosty na souborech 3B, 3C, 3A, 3O (tab. 3). Potvrdilo se to, co uvádí PRŮŠA (2001), že smrkové porosty na těchto souborech jsou ohroženy větrem. Rovněž KONÓPKA (1977) konstatuje, že tento abiotický škodlivý činitel poškozuje smrkové porosty na stanovištích s nejlepší bonitou. VICENA (1964) dává také do přímé souvislosti vliv bonity na výši polomů způsobených větrem, kdy nejvíce jsou postiženy právě stanoviště s nejlepší bonitou. Obdobné výsledky byly zjištěny také např. v Litvě, kde shromáždili údaje ze smrkových nebo smíšených smrkových porostů a analyzovali jejich odolnost vůči větru. Výsledkem bylo zjištění, že nejmenší škody vznikají na půdách relativně neplodných, podzolových. Naproti tomu největší větrné škody vznikly na půdách úrodných a glejových (MIKŠYS 1998). Rovněž v Irsku a Velké Británii patří silný vítr mezi důležité škodlivé abiotické činitele způsobující škody na stromech a lesních porostech a ze zkoumaných faktorů bylo prokázáno, že významně přispívá k riziku větrných škod výška porostu, jeho regionální umístění a typ půdy, na níž byly založeny (NI DHUBHAIN et al. 2001).

Poškození porostů větrem v analyzovaném LHC Škola Žlutice bylo způsobeno hlavně v letech 2007 – 2008 (tab. 2, 3), kdy byla zasažena velká část celého území republiky ničivými vichřicemi. Počátkem roku 2007, ve dnech 18. a 19. ledna, zasáhl území ČR orkán Kyrill, který způsobil rozsáhlé hmotné škody zejména na lesích. Celkový objem padlé kalamity činil téměř 11 mil. m³ (Zpráva 2008). Podobně i rok 2008 nebyl z pohledu ochrany lesa příliš příznivý. Lesní porosty byly vystaveny působení nepříznivých povětrnostních vlivů (vichřice Emma), srážkovým a teplotním extrémům a přemnožení podkorního hmyzu. Došlo sice k poklesu nahodilých těžeb o 1/3, přesto obnášely 10 mil m³, což představuje 50 % celkových těžeb. Největší podíl nahodilých těžeb způsobených abiotickými vlivy tvořilo v roce 2008 poškození větrem (94 %) (KNÍŽEK et al. 2009). Rok 2009 bylo opět možno označit jako období méně příznivé, celkové charakteristiky byly však uspokojivější. Hlavní škodlivé faktory byly obdobné jako v předcházejících letech, chod povětrnostních podmínek byl ale vyrovnanější, což se projevilo v celkové výši nahodilých těžeb, která činila 6,63 mil. m³ (Zpráva 2010). Rok 2010 je možno z pohledu ochrany lesa označit jako období relativně příznivé. Celkový objem nahodilých těžeb činil přibližně 4,3 mil. m³, což představuje necelých 40 % celkových ročních těžeb. Z toho 67 % poškození bylo způsobeno abiotickými vlivy – 2,87 mil. m³, z čehož převážnou část tvořilo poškození větrem 2,04 mil. m³ (70 %). Působením biotických

škodlivých činitelů bylo poškozeno kolem 1,4 mil. m³. Dominantní roli sehrál jako každoročně podkorní hmyz na jehličnanech (smrku), jenž způsobil více než 90 % celkového poškození (KNÍŽEK et al. 2011). Škody způsobené václavkami se v loňském roce snížily, zejména došlo k poklesu akutního průběhu onemocnění. Celkové množství evidovaného vytěženého václavkového dříví činilo 90 tis. m³. Celková situace v oblasti houbových chorob lesních dřevin se v roce 2010 výrazně zlepšila (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2011). Pozitivně se v lesních porostech projevil chod srážek a teplot v roce 2010 a lze tedy očekávat další zlepšení zdravotního stavu lesních porostů (ŠRÁMEK, NOVOTNÝ 2011).

Hmyzími škůdci lýkožroutem smrkovým doprovázeným lýkožroutem lesklým docházelo v uvedené lokalitě LHC Škola Žlutice ke škodám na souborech lesních typů 3O, 3B, 3C, 3A a 2C (tab. 6). Potvrdilo se, že nejvážnějším hmyzím škůdcem smrku ztepilého je lýkožrout smrkový spolu s lýkožroutem lesklým (KŘÍSTEK et al. 2002). Největší škody lýkožroutem smrkovým, lýkožroutem lesklým a václavkou smrkovou byly ve zkoumaném LHC zjištěny v roce 2004 (tab. 6, 7), tedy po roce výrazně suchém, kdy došlo k významnému fyziologickému oslabení dřevin. Smrkové porosty fyziologicky oslabené suchem jsou dále stresovány vysycháním půdy, v důsledku čehož dochází k přetrhání kořenů, což je umocňováno působením větru. Kořeny stromů jsou pak predisponovány k infekci patogenními houbami. Takto stresované stromy jsou často následně kolonizovány podkorním hmyzem (HOLUŠA, LIŠKA 2002). To potvrzuje, že zatímco listožravý hmyz škodí v současné době v zanedbatelném množství, u podkorního hmyzu dochází ke každoročnímu nárůstu. Tento nepříznivý vývoj se datuje od roku 2003, kdy byly lesní porosty velmi silně ovlivněny suchem a následně postiženy v roce 2007 orkáem Kyrill (KNÍŽEK et al. 2009).

Václavka smrková byla zjištěna v prostoru LHC Škola Žlutice na všech souborech lesních typů kromě 1G, přičemž nejvíce se projevila na souborech 3J, 3B, 3C, 3O (tab. 7). Jak uvádí ČERNÝ (1989), velké škody na lesních dřevinách způsobují parazitické dřevokazné houby, které infikují živé stromy v důsledku jejich fyziologického oslabení, které je nejčastěji podmíněno nevhodným stanovištěm. Ukázalo se, že velmi slabý výskyt je ve skupinách lesních typů na minerálně chudých kyselých půdách (ČERNÝ 1995).

ZÁVĚR

Výsledky studie potvrdily, že stanoviště je nejvýznamnějším faktorem, který definuje vhodné podmínky pro rozvoj lesa. Pěstování dřevin v nevhodných ekologických podmínkách narušuje jejich zdravotní stav a vytváří dispoziční pro vliv škodlivých biotických a abiotických činitelů.

Hlavním škodlivým abiotickým faktorem pro lesní porosty je vítr, a to zejména pro jehličnaté monokultury, kde riziko poškození je největší pro smrk ztepilý, přičemž nejvíce ohrožená jsou oglejená a živná stanoviště řady O a B.

Velké škody na lesních dřevinách, zejména smrku ztepilém, způsobují na sledovaném území parazitické dřevokazné houby, především václavka smrková, která infikuje živé stromy v důsledku jejich fyziologického oslabení vlivem abiotických činitelů, např. sucha. Ohrožuje převážně soubory lesních typů řady B a C na minerálně bohatších a méně kyselých půdách.

Nejvážnějším hmyzím škůdcem smrku ztepilého je v LHC Škola Žlutice lýkožrout smrkový, jehož vývoj je také podmíněn primárním oslabením hostitelských dřevin. Větší možnost přemnožení má v čistých monokulturách.

Je možné konstatovat, že analýzou byl potvrzen vliv stanoviště na pěstování dřevin, zejména smrkových monokultur. Na datech z LHC Škola Žlutice bylo statisticky i ekonomicky prokázáno největší poškození u smrku ztepilého pěstovaného na nevhodných souborech les-

ních typů. Nevyhnutelná je tedy postupná přeměna dřevinné skladby zejména na stanovištích, kde byly vyčísleny největší škody. Na těchto souborech lesních typů je vhodnější dřevinou borovice lesní spolu s meliorační a zpevňující dřevinou dubem zimním.

Celkově je možno v posledních letech ve zkoumaném území LHC Škola Žlutice konstatovat příznivý trend vývoje vlivu škodlivých biotických a abiotických činitelů, což dokládají uváděné výsledky (tab. 2, 3, 6, 7, 9).

LITERATURA

- ČERNÝ A. 1989. Parazitické dřevokazné houby. Praha, SZN: 99 s.
- ČERNÝ A. 1995. Václavka smrková *Armillaria ostoyae*. Praha, MZe ČR: 4 s.
- HOLUŠA J., LIŠKA J. 2002. Hypotéza chřadnutí a odumírání smrkových porostů ve Slezsku (Česká republika). Zprávy lesnického výzkumu, 47: 9-15.
- HOLUŠA J., LIŠKA J., SOUKUP F. 2002. Odumírání smrkových porostů v oblasti Slezska a severní Moravy. Lesnická práce, 81: 22-23.
- KNÍŽEK M. et al. 2009. Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2008. Lesnická práce, 88: 286-288.
- KNÍŽEK M. et al. 2011. Živočišní škůdci v lesích Česka v roce 2010. In: Škodliví činitelé v lesích Česka 2010/2011. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 12. 4. 2011. Strnady, VÚLHM: 15-20. Zpravodaj ochrany lesa. Sv. 15.
- KONŮPKA J. 1977. Vliv vlastností smreka na odolnost lesních porostů proti vetru v oblasti Nízkých Tatier. Bratislava, Veda: 163 s.
- KŘÍSTEK J. et al. 2002. Ochrana lesů a životního prostředí. Písek, Matic lesnická: 386 s.
- MIKESKA M., KUSBACH A. 1999. Latinské a anglické ekvivalenty souborů lesních typů typologické klasifikace. Brandýs nad Labem, ÚHÚL: 5 s.
- MIKŠYS V. 1998. Resistance of a spruce stand to wind damage: influence of stand stocking level and forest site conditions. Miškininkystė, 41: 44-58.
- NI DUBHAIN A. et al. 2001. The initial development of a windthrow risk model for Sitka spruce in Ireland. Forestry (Oxford), 74 (2): 161-170.
- OMNR. 1998. A silvicultural guide for the Great Lakes – St. Lawrence conifer forest in Ontario. Toronto, Queen's Printer for Ontario: 424 s.
- PEŠKOVÁ V., SOUKUP F. 2011. Houbové choroby v lesích Česka v roce 2010. In: Škodliví činitelé v lesích Česka 2010/2011. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 12. 4. 2011. Strnady, VÚLHM: 21-24. Zpravodaj ochrany lesa. Sv. 15.
- PLÍVA K. 2000. Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů. Brandýs nad Labem, ÚHÚL: 214 s.
- PRŮŠA E. 2001. Pěstování lesů na typologických základech. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 593 s.
- Správa. 2008. Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike 2008. Zelená správa. Bratislava, Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky; Zvolen, NLC – LVÚ: 168 s.
- STRAKA F. 2003. LHP Škola Žlutice. Plzeňský lesprojekt, a.s. Plzeň: 196 s.
- ŠRÁMEK V., NOVOTNÝ R. 2011. Povětrnostní podmínky a abiotická poškození. Průběh meteorologických podmínek v roce 2010. In: Škodliví činitelé v lesích Česka 2010/2011. Sborník referátů z celo-

- státního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 12. 4. 2011. Strnady, VÚLHM: 10-14. Zpravodaj ochrany lesa. Sv. 15.
- UHLÍŘOVÁ H. et al. 1996. Symptomy poškození lesních dřevin. Příručka usnadňující rozlišování příčin poškození. Praha, MZE ČR v Agrospoji: 244 s.
- VALINGER E., FRIDMAN J. 1999. Models to assess the risk of snow and wind damage in pine, spruce, and birch forests in Sweden. *Environmental Management*, 24: 209-217.
- VICENA I. 1964. Ochrana proti polomům. Praha, SZN: 178 s.
- VICENA I., PAŘEZ J., KONÓPKA J. 1979. Ochrana lesa proti polomům. Praha, SZN: 244 s.
- Vyhláška č. 55/1999 Sb., o způsobu výpočtu výše újmy nebo škody způsobené na lesích. Praha, MZe ČR.
- Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku. Praha, MF ČR.
- ZATLOUKAL V. 2004. Kůrovec v Národním parku Šumava. In: 28. setkání lesníků tří generací. „Nebezpečí kůrovce v roce 2004“. Sborník referátů. Praha, 19. února 2004. Praha, Česká lesnická společnost: 94-101.
- Zpráva. 2008. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR 2007. Praha, MZe ČR. 98 s.
- Zpráva. 2010. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR 2009. Praha, MZe ČR. 112 s.

ANALYSIS OF INJURIOUS BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS CONSIDERING ECOSITE CLASSES ON THE EXAMPLE OF MANAGEMENT-PLAN AREA OF TECHNICAL SCHOOL ŽLUTICE

SUMMARY

The aim of the research was to analyze the effects of harmful biotic and abiotic factors on coniferous and deciduous stands grown on different ecosite classes of forest district Chlumská hora, which belongs to the management-plan area Forestry Technical School Žlutice, for the period of 2003 – 2010, and to confirm or refuse broadly reported findings on their influence.

Based on the analysis of all injurious agents found in the area during the past eight years the following facts were unequivocally demonstrated:

- Among all the harmful factors occurring in the particular space and time, the economic losses were caused only by the insect pest bark beetle *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. (Tab. 6), and the parasitic *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink (Tab. 7). As regards to the harmful abiotic factors, the main factor which contributed significantly to the vegetation damages is wind (Tab. 2, 3).
- Significant damage was observed on Norway spruce *Picea abies* L. only, which was grown mostly in monocultures.
- Bark beetle *Ips typographus* L. accompanied by *Pityogenes chalcographus* L. were causing the largest damage to forest types 3O, 3B, 3C, 3A and 2C (Tab. 6).
- *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink was found in all forest types except 1G, and manifested itself the most significantly on 3J, 3B, 3C, 3O (Tab. 7).
- The biggest damage caused by the abiotic factor wind was observed on the forest type 3O, 3B, which means nutrient-rich habitat (Tab. 2). Types 3B, 3C, 3A, 3O were damaged mostly by windbreaks (Tab. 3).
- The greatest damage caused by bark beetle *Ips typographus* L. along with *Pityogenes chalcographus* L. and *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink were detected in 2004 (Tab. 6, 7), i.e. after a very dry year, when forest stands weakened significantly.
- Damage to stands due to wind occurred mainly in the 2007 – 2008 period, when a large part of the whole Czech Republic was hit by devastating storms (Tab. 2, 3).

These findings confirmed that the main harmful abiotic factor for forest stands is wind, especially for coniferous monocultures, where the greatest risk of harm is for Norway spruce *Picea abies* L.

Great damage to forest tree species, particularly Norway spruce, are caused by parasitic decay fungi that infect living trees because of their physiological weakening caused by abiotic factors such as drought so they are often subject to inappropriate habitat.

Armillaria ostoyae (Romagn.) Herink threatens forest types B and C in mineral-rich and less acidic soils.

The most serious insect pest of Norway spruce is *Ips typographus* L., whose development is also conditioned by the weakening of the primary host species. There is a greater possibility of outbreak in monocultures.

Stands of Norway spruce are endangered especially by wind on nutrient-rich habitats of type O and B.

Habitat is the most important factor that defines appropriate conditions for a forest. Growing woods in unsuitable environmental conditions affects their state of health and creates a predisposition for harmful effects of biotic and abiotic factors.

The study confirmed the influence of habitat on growing wood species, especially common spruce monocultures. The greatest damage to common spruce trees, which were grown on inappropriate ecosites, was clearly demonstrated. Consequently, it is necessary to change the composition of species gradually, especially on water-deficient sites, where the greatest damage were found.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jaroslava Waisová, Střední lesnická škola Žlutice
Žižkov 345, 364 52 Žlutice, Česká republika
tel.: 377 824 291; e-mail: waisova@seznam.cz

LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ S KRÁTKOU OBMYTNÍ DOBOU ZAMĚŘENÉ NA KŘÍŽENCE OSIKY (*POPULUS TREMULA* L. X *P. TREMULOIDES* MICHL.) V SEVERNÍ EVROPE (REWIEV)

Tullus, A. et al.: Short-rotation forestry with hybrid aspen (*Populus tremula* L. x *P. tremuloides* Michl.) in Northern Europe [review article]. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27, 2012 (5): 10-29.

Práce shrnuje poznatky o ekologii, šlechtění a obhospodařování křížence osiky (*Populus x wettsteinii* Hämet-Ahti = *P. tremula* L. x *P. tremuloides* Michl.). Omezuje se hlavně na severní Evropu, kde byla hybridní osika studována a kultivována nejintenzivněji a kde se rovněž ukázala jako jedním z nejrychleji rostoucích listnáčů vhodných pro produkci dřeva určeného k výrobě celulózy či využitelného jako zdroje energie. Během posledních desetiletí se tato dřevina v daném regionu pěstovala na více než 4 500 ha. Šlechtění vedlo k získání klonů s vysokou produktivitou a vyšší odolností vůči škůdcům a chorobám. Hybridní osika tak splnila předpoklady k tomu, aby se stala hospodářsky cennou surovinou v severní Evropě. Výsadby osiky mohou být založeny na opuštěné zemědělské půdě i na lesní půdě a též ji lze využít k rekultivaci vyčerpaných povrchových dolů. Rychlý růst dřeviny však můžeme očekávat pouze na úrodných stanovištích s dobrými výživovými a hydrofyzikálními vlastnostmi. Zvýšená rozloha výsadeb osiky na lesních nebo bývalých zemědělských půdách může mít jak pozitivní, tak i negativní vliv na biodiverzitu, a to v závislosti na krajinných prvcích, hospodářské činnosti a výskytu organismů.

ABSENCE SNĚHOVÉ POKRÝVKY REDUKUJE VÝSKYT A DRUHOVÉ SLOŽENÍ VEGETACE BOREÁLNÍCH LESŮ

Kreyling, J. et al.: Absence of snow cover reduces understory plant cover and alter plant community composition in boreal forests. *Oecologia*, 168, 2012: 577-587.

Doba trvání sněhové pokrývky výrazně ovlivňuje stav svrchních vrstev půdy, vodní režim a vegetaci v boreálních lesích. Příspěvek shrnuje výsledky experimentu odstraňování sněhu na přízemní vegetaci v boreálních smrkových lesích severního Švédska v průběhu 8 let. Vrstva sněhu ve sledovaných podmínkách dosahuje průměrně 77 cm. Experiment zahrnoval 3 varianty, plochy s redukovanou vrstvou sněhu, plochy se zvýšeným izolačním působením a kontrolní plochy bez manipulace se sněhem, každá varianta ve 3 opakováních. Na plochách s redukovanou vrstvou sněhu jeho ukládání omezovala střešní konstrukce; vrstva sněhu na ní zachycená byla na konci vegetační sezóny přesunuta na zem pro zachování vodní bilance. Na variantách se zvýšeným izolačním působením byly využity propustné pytle s polystyrenovými peletami. Na jednotlivých plochách byly sledovány půdní teploty v různých hloubkách (10 – 80 cm), na každé ze sledovaných variant byla na jedné ploše měřena půdní vlhkost v hloubce 25 cm. Na podzim 2010 byl na jednotlivých plochách hodnocen výskyt rostlinných druhů, obsah živin ve vegetačních orgánech, obsah přístupných živin v půdě a biomasa jemných kořenů.

Rozdíly ve výskytu izolační vrstvy výrazně ovlivnily teplotní režim půdy ve všech sledovaných vrstvách. Promrznutí půdy na plochách s omezeným ukládáním sněhu dosahovalo až do hloubky 40 cm, na

kontrolních plochách do 25 cm. Doba trvání promrznutí svrchní vrstvy půdy na ploše se zvýšenou izolací dosahovala průměrně 10 dnů, na kontrole 57 dnů a na plochách s omezeným ukládáním sněhu průměrně 118 dnů. Rozdílné promrznutí svrchních vrstev půdy v průběhu 8 let sledování se projevilo na pokryvnosti a druhové skladbě přízemní vegetace. Pokryvnost vegetace na plochách s omezeným ukládáním sněhu poklesla o více než 50 %. Pokles pokryvnosti byl zaznamenán u dominantní borůvky (82 %) i mechového patra – *Pleurozium Schreberi* (74 %), *Dicranum scoparium* (60 %). Změny pokryvnosti druhů se projevily na biomase jemných kořenů ve svrchních vrstvách půdy. U druhů indiferentních k promrznutí půdy nebyla zjištěna výrazná změna pokryvnosti a šíření na uvolněná místa. Na plochách se zvýšeným izolačním působením reagovaly dominantní druhy rostlin různě, pokles celkové pokryvnosti se neprojevil na množství biomasy jemných kořenů. Rozdílné ukládání sněhu vlivem klimatických změn může v boreálních oblastech výrazně ovlivnit pokryvnost vegetace i biochemické procesy ve svrchních vrstvách půdy.

REAKCE SMRKOVÝCH POROSTŮ V NÁRODNÍCH PARCÍCH JIŽNÍHO POLSKA NA ZNEČISTĚNÍ OVZDUŠÍ V LETECH 1998 - 2005

Staszewski, T. et al.: Response of spruce stands in national parks of southern Poland to air pollution in 1998 - 2005. *European Journal of Forest Research*, 2012, DOI: 10.1007/s10342-011-0587-0 [online first].

Polsko patří mezi regiony s výrazným znečištěním ovzduší, což se negativně promítá do zdravotního stavu lesů. Studie popisuje změny depozic hlavních znečišťujících látek v ovzduší a jejich vliv na horské smrkové porosty v období 1998 – 2005. Výzkum byl prováděn na 12 lokalitách, zejména v národních parcích na území jižního Polska při hranicích České republiky a Slovenska. Úroveň znečištění vzduchu (SO_2 , NO_2 a O_3) byla analyzována spolu s chemismem podkorunových srážek a půdního roztoku v měsíčních intervalech. Zdravotní stav smrků byl popsán na základě olistění 20 stromů na lokalitě odhadovaného podle metodiky ICP. Obsah SO_2 v ovzduší byl na počátku sledování překročen v okolí průmyslové oblasti Katowic, kde byl v dalších letech zaznamenán výrazný pokles znečištění SO_2 . Ve stejné oblasti byly zjištěny vysoké koncentrace NO_2 , roční koncentrace na všech lokalitách nepřesáhly kritickou hladinu 20 mg/m^3 . Roční zátěž dusíku a síry přesáhly 10 kg/ha . Koncentrace ozónu ve vegetačním období ve sledovaných letech překročily na většině analyzovaných lokalit úroveň považovanou za škodlivou pro rostliny. Koncentrace škodlivin v podkorunových srážkách ve sledovaných obdobích poklesla v souladu s poklesem znečištění ovzduší, redukce znečištění se výrazněji neprojevila na podílu Ca/Al v půdních roztocích v rámci období. Data za sledované období potvrdila minimální změnu zdravotního stavu lesních porostů. V rámci sledovaných lokalit a porostů nebyl zjištěn vztah mezi úrovní znečištění a mírou olistění smrkových porostů. Přibližně 40 % stromů je zařazeno do 2. a 3. stupně poškození podle metodiky ICP.

POKYNY PRO ZPRACOVÁNÍ PŘÍSPĚVKŮ DO ZPRÁV LESNICKÉHO VÝZKUMU

Zprávy lesnického výzkumu jsou recenzovaným vědeckým časopisem, který přináší informace pro lesnickou vědu a praxi. Uveřejňuje výsledky výzkumu vztahující se k lesnímu hospodářství, lesním ekosystémům a naplňování funkcí lesa. Náplň časopisu tvoří původní vědecké práce a krátká odborná sdělení v českém nebo slovenském jazyce s anglickým doprovodem (abstrakt, klíčová slova, souhrn, popisky tabulek a obrázků). Příležitostně jsou zařazovány rozborů literatury k aktuálním tématům (review). Časopis je řízen ediční radou.

Maximálně jednou ročně vydávané Zprávy lesnického výzkumu Special obsahují příspěvky z vědeckých konferencí či příspěvky odborníků z jiných institucí zaměřené k určitému tématu. Ediční rada v takových případech může spolupracovat s hostujícím editorem, na jehož výzvu autoři přispívají do tohoto čísla.

Zasílání a zpracování příspěvků

Redakce přijímá rukopisy na e-mailové adrese valentova@vulhmop.cz. Autoři navrhuji 3 potenciální recenzenty včetně adresy, telefonu a e-mailu. Uvedení e-mailu recenzenta je povinné. Výkonný redaktor dbá na dodržení zásady recenze experty v daném oboru (peer review) a zachování anonymity recenzentů. Výkonný redaktor potvrzuje obdržení rukopisu příspěvku korespondenčním autorovi.

Předložené příspěvky jsou zasílány k posouzení dvěma recenzentům. Na základě recenzních posudků je článek buď přijat, nebo vrácen autorovi k úpravám. V případě rozporného hodnocení je příspěvek postoupen dalšímu recenzentovi. Autoři mají na dodatečné úpravy rukopisu po recenzi nejvýše 2 týdny. Výkonný redaktor informuje autory o přijetí nebo zamítnutí příspěvku. Přijaté příspěvky jsou před tiskem zaslány korespondenčnímu autorovi ke korektuře.

Požadavky na úpravu rukopisu

Předkládaný vědecký článek musí odpovídat zaměření časopisu a musí být členěn na úvod, materiál a metodiku, výsledky, diskusi, závěr a literaturu. Autor článku doplní anglickým abstraktem sestávajícím z jednoho odstavce o rozsahu 150 – 200 slov. Abstrakt shrnuje cíl, metody, výsledky a závěry prezentované v původním dokumentu (ČSN ISO 214 „Dokumentace – Abstrakty pro publikace a dokumentaci“). Autoři doplní abstrakt nejvýše 10 klíčovými slovy v češtině a angličtině. Rukopis musí být doplněn také anglickým souhrnem (summary) obsahujícím stručný popis problematiky, cíle práce, materiálu a metodiky, výsledků a závěrů práce. V anglickém souhrnu vyžaduje redakce uvedení odkazů na tabulky a obrázky. Při nedostatečné úrovni odborného textu v angličtině bude rukopis autorům vrácen k přepracování.

Celkový rozsah příspěvku by neměl překročit 30 stran v požadované úpravě včetně tabulek a obrázků. Text musí být zpracován v editoru MS Word (okraje 2,5 cm, Times New Roman 12, řádkování dvojité, bez dělení slov a se zarovnáním vlevo). Stránky a rovněž řádky musí být průběžně číslovány. Rukopis je žádoucí upravit dle normy ČSN 01 6910 „Úprava písemností zpracovaných textovými editory“. Tabulky a obrázky musí mít kromě dvojazyčného názvu i vnitřní popisky v obou jazycích nebo vysvětlivky za popisky. Obrázky je třeba dodat v samostatných souborech (formáty GIF, JPG, TIF, EPS s rozlišením nejméně 300 dpi při reprodukci 1:1). Grafy vytvořené v programu MS EXCEL je třeba dodat jako zdrojový soubor v tomto programu. Tabulky musí být psány stejným typem písma jako text rukopisu a ohraničení čarami je přípustné pouze mezi řádky tabulky. Tabulky a obrázky se dodávají na samostatných listech za hlavním textem rukopisu včetně příslušných popisů. Odkazy na obrázky a tabulky je třeba v textu rukopisu vyznačit.

Seznam citované literatury musí obsahovat všechny práce citované v rukopisu. Citace se řadí abecedně, zpravidla podle příjmení prvního autora, eventuálně podle korporace či prvního slova z názvu dokumentu. V případě více citací jednoho autora se záznamy řadí vzestupně podle roku vydání. Práce autora vydané v témže roce se rozliší malými písmeny. Citace zdrojových dokumentů se uvádějí v plném znění, bez zkratk.

Odborné sdělení je příspěvek obsahující aktuální a významné informace pro lesnickou vědu nebo praxi, nicméně není určen k publikaci předběžných výsledků vědeckých experimentů. Celkový rozsah odborného sdělení by neměl přesáhnout 10 stran při dvojitěm řádkování textu (2 500 slov). Struktura vědeckého článku nemusí být dodržena, např. vhodné je sloučení výsledků a diskuse. Příspěvek by měl obsahovat maximálně dvě tabulky nebo dva obrázky a alespoň pět citovaných prací v seznamu literatury. Text, tabulky a obrázky musí být zpracovány podle pokynů uvedených výše. Tyto příspěvky jsou rovněž zasílány k recenzím.

Vzor citací literatury

Citace knihy

ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P. et al. 2001. Dřeviny České republiky. Písek, Matice lesnická: 333 s.

Citace článku v periodiku

VALINGER E., ELFVING B., MÖRLING T. 2000. Twelve-year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilization. *Forest Ecology and Management*, 134: 45-53.

Citace příspěvku ve sborníku

BUČEK A., JELÍNEK P. 2006. Lesy v ekologické síti. In: Neuhöferová, P. (ed.): Zvýšení podílu přírodě blízké porostní složky lesů se zvláštním statusem ochrany. Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy, 25. května 2006. Brno, MZLU; Praha, ČZU: 71-76.

Citace on-line dokumentu

Zpráva. 2009. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2009. [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 177 s. [cit. 12. listopadu 2010]. Dostupné na World Wide Web: <http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/publikace-a-dokumenty/lesnictvi/zprava-o-stavu-lesa-a-lesního-1.html>.

Ukázky odkazů na citovanou literaturu v textu rukopisu

V literatuře (MAYER 1968; MOHR, SCHORI 1999) se uvádí, že...

HAMMAT (1999) popisuje...

1 / 2012



WWW.VULHM.CZ