

Proceedings of Central European Silviculture

12th International Conference

**D. Kacálek, A. Jurásek, J. Novák, M. Slodičák
(eds.)**

2011

VÝZKUMNÝ ÚSTAV LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A MYSLIVOSTI, V.V.I.,
STRNADY

VÝZKUMNÁ STANICE OPOČNO

ve spolupráci s

LESNÍCKÁ FAKULTA, TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
LESNÍCKÝ VÝZKUMNÝ ÚSTAV, NÁRODNÉ LESNÍCKE CENTRUM, ZVOLEN

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ,
ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

*FORESTRY AND GAME MANAGEMENT RESEARCH INSTITUTE, STRNADY
OPOCNO RESEARCH STATION*

in cooperation with

FACULTY OF FORESTRY, TECHNICAL UNIVERSITY, ZVOLEN

*FACULTY OF FORESTRY AND WOOD TECHNOLOGY,
MENDEL UNIVERSITY, BRNO*

FOREST RESEARCH INSTITUTE, NATIONAL FOREST CENTRE, ZVOLEN

*FACULTY OF FORESTRY AND WOOD SCIENCES,
CZECH UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES, PRAGUE*

**STABILIZACE FUNKCÍ LESA
V ANTROPOGENNĚ NARUŠENÝCH
A MĚNÍCÍCH SE PODMÍNKÁCH PROSTŘEDÍ**

***STABILIZATION OF FOREST FUNCTIONS
IN ANTHROPOICALLY DISTURBED
AND CHANGING ENVIRONMENTAL CONDITIONS***

12. Mezinárodní symposium věnované diskuzi otázek pěstování lesů
12. Medzinárodné sympóziu venované diskusii otázok pestovania lesov
12th International Symposium for Silviculture Topics Discussion

Opočno 28. – 29. 6. 2011

Poděkování

Editoři sborníku touto cestou děkují za spolupráci recenzentům a korektorům. Poděkování patří také Ireně a Josefu Kovářičkovým za provedení sazby a trpělivost při korekturách.

Za kontrolu anglické verze předmluvy patří dík doktoru W. K. Moserovi.

Acknowledgements

The editors are grateful to reviewers and proofreaders. They give also their thanks to Irena and Josef Kovářiček for typesetting and patience when correcting the texts.

We are grateful to W. Keith Moser D.F. for proofreading English version of preface.

Všechny příspěvky publikované v Proceedings of Central European Silviculture jsou anonymně recenzovány. Editoři sborníku rozhodují o přijetí nebo zamítnutí.

All articles published in Proceedings of Central European Silviculture are peer reviewed anonymously. Editors decide acceptance or rejection of the articles.

Vydal
Issued by:

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.,
Strnady, Výzkumná stanice Opocno

*Forestry and Game Management Research Institute,
Strnady, Opocno Research Station*

Editoři
Editors:

Dušan Kacálek, Antonín Jurásek, Jiří Novák,
Marian Slodičák

Korektura
Proofreading:

Alena Hvězdová, Lenka Slodičáková, Jarmila Škopová,
Jitka Mottlová

Obálka
Cover design:

Dušan Kacálek, Josef Kovářiček,

Sazba
Typesetting:

Josef Kovářiček, Irena Kovářičková

Tisk
Press:

www.p-marketing.cz

Náklad
Number of copies:

150 ks

ISBN 978-80-7417-039-3

CONTENT *OBSAH*

I. OBNOVA / RENEWAL 9

Výsledky neceloplošnej obnovy v bukovej dúbrave. Results of patch-clearcut regeneration in beech oak stand.

ANNA TUČEKOVÁ 11

Obnova buku lesního a jedle bělokoré v převážně smrkových porostech na území Národního parku České Švýcarsko. European beech and silver fir regeneration in young spruce-dominated stands within České Švýcarsko National park.

BARBORA KUČERAVÁ 21

Analýza štruktúry prirodzenej obnovy v bukovom prírodnom lese v NPR Rožok. Natural regeneration analysis in beech old-growth forest in NNR Rožok.

LENKA BUGOŠOVÁ, LUCIA DANKOVÁ 35

Založení experimentální plochy s různými způsoby obnovy lesa na ploše po větrné kalamitě. Forest renewal methods used within wind-disturbed area – establishment of an experimental plot.

LUMÍR DOBROVOLNÝ et al. 43

Vitalita výsadb listnatých odrostků v podmínkách Jizerských hor. Vitality of the broad-leaved sapling plantations under the conditions of the Jizerské hory Mts.

MARTIN BALÁŠ et al. 55

Srovnání rekonstrukce vybraných porostů náhradních dřevin v Krušnohoří clonou sečí a holosečí. Comparison among chosen stands with substitute tree species composition reconstructed by shelterwood and clear cuttings in the Ore Mts.

RADEK POKORNÝ, LENKA ŠPLÍCHALOVÁ 69

Účinky substrátu, mykORIZÁCIE a hnojenia na rastové a fyziologické parametre jednoročných krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného (*Picea abies* [L.] Karst.). Effects of substrate, mycorrhization and fertilization on growth and physiological parameters of one-year-old container-grown Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings.

IVAN REPÁČ et al. 81

Hodnocení růstu a zdravotního stavu vybraných klonových směsí smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) v klonových výsadbách 2. generace v porovnání s běžným sadebním materiálem. The assessment of growth and health of clone mixtures of Norway spruce in 2nd generation clone plantations in comparison with common planting stock.

JAN LEUGNER et al 91

II. PRODUKCE / PRODUCTION 99

Vývoj dubového porastu (*Quercus petraea* (Mattusch.) Liebl.) postihnutého v minulosti hromadným hynutím. Development of oak stand (*Quercus petraea* (Mattusch.) Liebl.) affected by mass decay in the past.

IGOR ŠTEFANČÍK, SLAVOMÍR STRMEŇ. 101

Modřín opadavý – dřevina vhodná pro zalesňování zemědělských půd. European larch – a tree species suitable for agricultural land afforestation.

JAN BARTOŠ, DUŠAN KACÁLEK. 113

Vybrané produkčné charakteristiky bukovej časti pralesa Skalná Alpa. Selected production characteristics of beech part of o Skalná Alpa old-growth forest.

JOZEF ZRAK. 119

Komparace produkčního potenciálu douglasky tisolisté na živných a kyselých stanovištích pahorkatin. Comparison of the production potential of Douglas fir on mesotrophic and acidic sites of uplands.

PETR KANTOR, PETR VANĚK. 129

Produkční význam borovice vejmutovky v městských lesích Hradec Králové. Produce importance of Eastern white pine in municipal forests of Hradec Králové town.

PETR VANĚK. 141

III. STRUKTURA POROSTU / STAND STRUCTURE. 151

Analýza súčasného stavu porastov v ochrannom pásme I. stupňa vodárenskej nádrže Hriňová. Analysis of current status of stands situated in 1st buffer zone of Hriňová water reservoir.

JÁN PITTNER, JOZEF ŠPIŠÁK. 153

Analýza štruktúry lesných porastov v I. ochrannom pásme vodárenskej nádrže Klenovec. Structure analysis of forest stand in 1st buffer zone of Klenovec water reservoir.

JOZEF ŠPIŠÁK, JÁN PITTNER. 161

Súčasný stav mladého smrekového porastu v I. ochrannom pásme vodárenskej nádrže Málinec. Current status of young Norway spruce stand in 1st buffer zone of Málinec water reservoir.

KAROL GUBKA. 173

Analýza výškovej a hrúbkovej štruktúry porastov jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) na území VŠLP TU vo Zvolene. Height and diameter structure analysis of black alder stands (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) in the

area of University forest enterprise Zvolen. MICHAL BUGALA, JÁN PITTNER	185
--	-----

Zmena hrúbkovej štruktúry bukového pralesa Rožok vplyvom disturbancií. Changes of diameter structure in beech virgin forest Rožok caused by disturbances. MILAN SANIGA ET AL	193
--	-----

IV. LESY A PROSTŘEDÍ / FORESTS AND ENVIRONMENT. 201

Srovnání charakteristik nadložního humusu pod porosty smrku a lípy na bývalé zemědělské půdě. Spruce and linden on the former agricultural soil – a comparison of forest floor properties. DAVID DUŠEK et al.	203
--	-----

Vlastnosti nadložního humusu a půdy pod bukovým a smrkovým porostem – srovnávací studie. Properties of forest floor and soil under beech and spruce stands – a comparative study. DUŠAN KACÁLEK et al.	209
---	-----

Růst smrkové kultury na horském stanovišti narušeném mechanizovaně připravenými liniovými valy a meliorovaném olší zelenou. Norway spruce plantation growing on a mountain forest site disturbed by windrow preparation and ameliorated by green alder. FRANTIŠEK ŠACH, VLADIMÍR ČERNOHOUS.	219
--	-----

Změny humusových forem na stanovišti potočního luhu při změně druhové skladby – předběžné výsledky. Changes of humus forms on the fluvisol site at tree species change – preliminary results. IVO KUPKA, VILÉM PODRÁZSKÝ.	229
--	-----

Vliv lesních vegetačních stupňů na kvalitu semen jedle bělokoré (<i>Abies alba</i> Mill.). Forest vegetation zones influence on seed quality of Silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.). JANA STEJSKALOVÁ, IVO KUPKA.	235
---	-----

Rozdíl průběhu teplot při severním a jižním okraji mladé smrkové skupiny. Temperature differences by north- and south-facing margins of young spruce group. ONDŘEJ ŠPULÁK	243
--	-----

Využití technologií zpracování klestu ve vazbě na antropogenně narušené podmínky prostředí v oblasti Podkrkonoší. Slash-removal operations related to anthropogenic environmental conditions in the foothills of the Giant Mts. MILOSLAV KOTAS, DANIEL VLKANOVÁ.	253
---	-----

Priestorová distribúcia jemných koreňov v pôde v smrekových porastoch s rôznou hustotou. Spatial distribution of fine roots in the soil in Norway spruce stands with different density.	
STANISLAV KUCBEL et al	263
Příloha– Seznam sborníků z předcházejících symposií	273

Předmluva

Preface

Prostředí je definováno jako soubor všech živých i neživých činitelů, kteří ovlivňují živé organismy, včetně lidí. Vedle vnějších vlivů, které omezují a ovlivňují lidskou činnost, prodělávají dynamickou změnu také potřeby naší společnosti. Jakmile je některá potřeba naplňována, jiná činnost může být omezena. Středoevropští lesníci museli v nedávné minulosti čelit environmentálním důsledkům průmyslového znečištění ovzduší. Svého maxima dosáhlo znečištění ovzduší v 80. letech 20. století, kdy byly zasaženy rozsáhlé oblasti v severních českých horách. Tato pohoří leží na německých a polských hranicích, tudíž zhoršené podmínky byly diskutovány na mezinárodní úrovni. Od 90. let došlo k významnému poklesu koncentrací polutantů v ovzduší vzhledem k modernizaci průmyslu a zlepšené kontrole emisí, což vyústilo v ozdravení lesních porostů. Navzdory zlepšeným podmínkám zbývá mnoho udělat, pokud se chceme vypořádat s dědictvím rozsáhlé destrukce lesních ekosystémů. Například v mnoha porostech dominují nepůvodní dřeviny, které byly původně vysazeny, protože byly schopné přežít v silně znečištěném prostředí. Tyto dřeviny pomohly stabilizovat horské lesní ekosystémy zasažené rozsáhlým hynutím domácích dřevin. Přesto tyto nepůvodní dřeviny neposkytují naší společnosti všechny ekonomické a ekosystémové funkce, které jsou schopné poskytovat dřeviny domácí. Navíc, zatímco je znečištění ovzduší proti katastrofické úrovni 80. let zredukováno, české lesy jsou stále pod jeho tlakem. Ačkoliv se koncentrace oxidu siřičitého skutečně snížily, na významu získaly oxidy dusíku a ty jsou v současnosti považovány za hlavní acidifikační agens horských půd. Existují také jiné faktory ovlivňující jak lesní porosty, tak lesní prostředí. Od doby kdy první obyvatelé káceli a klučili les, zapořovali si potravu a sbírali palivo, přes kácení stavebního dřeva a získávání surovin pro průmysl a nakonec využití lesa pro volný čas a ochranu hodnot, které byly považovány za „přírodní“ (což obvykle souviselo s lidským smyslem pro estetiku), jsme vždy poměřovali hodnotu lesa naši

The environment is being defined as a system comprised of both living and inanimate elements that affect living organisms, including human beings. Besides these outside influences that constrain and influence human activity, the needs of our society dynamically changes. As one need is being satisfied, another activity can be limited. In central Europe, foresters had to face the environmental consequences of air pollution of industry origin in the recent past. In the 1980s, air pollution was at its maximum and large areas were affected in the northern Czech mountains. These mountains are situated on the German and Polish borders; as a result, these worsened conditions were discussed internationally. Since the 1990s, the concentrations of airborne pollutants have decreased significantly due to industrial modernization and improved pollution controls, resulting in the recovery of the forest stands. Despite improved conditions, much work remains if we are to deal with the legacy of large-scale destruction of forest ecosystems. For example, large stands are dominated by exotic tree species, initially planted because they were able to survive in a highly polluted environment. Such species helped stabilize the mountain forest ecosystems in the wake of widespread die-off of the native species. Nonetheless, these non-native species do not provide our society with the full range of economic and ecosystem services that the native species can provide. Furthermore, while air pollution is reduced from the catastrophic levels of the 1980s, it still exerts a deleterious influence on Czech forests. Although sulfur dioxide concentrations have indeed decreased, nitrogen oxides have become more important and are now considered the principal acidifying agent of mountain soils. There are other factors influencing both forest stands and forest environment. Since the first settler of these regions began cutting and stumping, food gathering, and collecting fuel, then moving on to timber cutting and harvesting raw materials for industry, and finally engaged in using the forest for leisure activities and protecting

mi potřebami. Lesníci jsou součástí tohoto procesu a vždy přizpůsobovali strategie a technologie hospodaření změnám lesního prostředí a požadavků lidské společnosti. Žel stejná společnost nedokáže vždy rozeznat důležitou roli lesníků v procesu obnovy lesních ekosystémů a plnění společenských funkcí, takže jsme znovu nuceni obhájit tuto svou úlohu.

Tento rok uplyne 13 let od doby, kdy se poprvé konalo setkání českých a slovenských odborníků z lesnických výzkumných ústavů a univerzit. Setkání se vždy konala jako vědecká symposia, na kterých byla diskutována nová témata pěstování lesů. Během těchto let bylo publikováno 12 sborníků (viz Příloha). Letos byl založen nový titul. *Proceedings of Central European Silviculture* je prvním vydáním této nové série, které se zabývá pěstováním a použitím sadebního materiálu, přirozenou obnovou a přeměnami porostů náhradních dřevin na domácí lesní společenstva. Čtenáři najdou také informace o kvantitě a bezpečnosti produkce, struktuře hospodářských lesů i pralesa a studie zabývající se vztahy mezi lesy a růstovými podmínkami. Spolu se změnami v lesních ekosystémech a potřebách lidské společnosti se bude měnit a růst potřeba vývoje lesnické profese skrze experimentování a výměnu poznatků. Doufáme, že mezinárodní pěstitelská setkání budou pokračovat, aby právě takové fórum zůstalo zachováno i v budoucnosti.

Editori

what were believed to be "natural values" (which usually coincided with a human sense of aesthetics), we have always measured the value of forest against our needs. Foresters have been involved in this process and they have always adapted management strategies and techniques to changes in the forest environment and society's demands from it. In failing to recognize foresters' critical role in restoring the forest ecosystem and providing for society's needs, that same society forces foresters to defend their role in society once again.

*This year, it will have been 13 years since the beginning of meetings of Czech and Slovak specialists from forest research institutes and universities. The meetings were always arranged as scientific symposiums which were held to discuss some of the latest topics in silviculture. During these years, 12 proceedings were published (see Appendix). This year, a new title was established. The *Proceedings of Central European Silviculture* is the first issue of this new series which deals with growing and using planting stock, natural renewal, and conversion of stands of nonnative trees to native forest communities. Readers will find also information on quantity and safety of production, structure of both managed and old-growth forests, and studies dealing with relationships between forests and growing conditions. As the forest ecosystem and human demands from it both continue to evolve, the need for the forestry profession to evolve and grow through experimentation and knowledge exchange will continue. We hope that these international silvicultural meetings will continue to provide just such a forum into the future.*

Editors

VÝSLEDKY NECELOPLOŠNEJ OBNOVY V BUKOVEJ DÚBRAVE

RESULTS OF PATCH-CLEARCUT REGENERATION IN BEECH OAK STAND

ANNA TUČEKOVÁ

ABSTRACT

First results from verification of the renewal technology applied within patch clear-cut in mixed beech oak stand are presented. Development of artificially regenerated cultures being established by planting and sowing in bio groups is compared. The patch-clearcut system helps to avoid even-aged natural regeneration within large areas. This silvicultural system also helps to reduce undesired non-crop species such as European hornbeam and Turkey oak which are abundant in the understory. Two years after establishment of the plot, there are promising results in both planted and sowed treatments within the Neresnica experiment. First results showed that artificial patch-clearcut renewal methods created precondition for development of uneven aged, structurally differentiated stand.

Keywords: patch-clearcut regeneration, planting, sowing

Kľúčové slová: neceloplošná obnova lesa, sadba, sejba

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Jedným zo strategických cieľov činností lesníkov je podporovať trvale udržateľné hospodárenie v lesoch založené na podpore druhovej rozmanitosti pri obnove a výchove lesných porastov, zabezpečovať starostlivosť o genofond lesných drevín s cieľom podporiť kvalitné zdroje pre obnovu porastov a uplatňovanie prirodzenej obnovy lesov.

V posledných rokoch sa na Slovensku preferujú jemnejšie spôsoby obhospodarovania lesov, pričom sa dôraz kladie na maximálne využitie prirodzenej obnovy. Na druhej strane, ale dôsledkom kalamít, druhovo nevhodného zloženia obnovovaných porastov, chýbajúcej prirodzenej obnovy a ďalších faktorov prevláda stále v lesoch Slovenska umelá obnova.

Dnes evidujeme prirodzenú obnovu lesa na cca 35 % obnovovaných plôch a podľa platných legislatívnych predpisov formy hospodárskych spôsobov, ktoré sa viažu výhradne na prirodzenú obnovu lesa by sa mala uplatňovať prirodzená obnova až na 40 % výmery lesov. So zvyšovaním podielu podrastového hospodárskeho spôsobu a so zvyšovaním rozsahu prípravy pôdy možno uvažovať aj s vyšším % prirodzeného zmladenia (BRUCHÁNIKI 2004).

Podiel umelej obnovy z celkového rozsahu obnovy lesa je v súčasnom období asi v rozsahu 65 - 70 %. Tento trend vývoja umelej obnovy podľa predpokladov sa očakáva aj do budúcnosti (MORAVČÍK a kol. 2007).

Rozsah umelej obnovy sa na Slovensku ročne pohybuje okolo 10 000 ha (Zelená správa 2009). Pritom sa nedostačujúca kvalita sadbového materiálu spolu s ďalšími faktormi podieľa na enormne vysokom rozsahu opakovaného zalesňovania (34 % v roku 2001). Tento rozsah zapríčiňujú jednak faktory, ktoré nie sú priamo ovplyvniteľné (sucho, mraz), ale aj subjektívne faktory, ako je nedodržiavanie ag-

rotechnických termínov, technologickej disciplíny, kvalita (najmä fyziologická) sadbového materiálu a nedostatočná ochrana a ošetrovanie kultúr.

Z dôvodu predlžovania intervalov medzi semennými rokmi je nutná snaha získať v úrodných rokoch čo najväčšiu zásobu osiva a efektívne ju využiť. Jednou z možností čo najlepšieho využitia semena je sejba, ktorú môžeme zaradiť k metódam obnovy lesa prírode blízkym a možno povedať najbližším k prirodzenej obnove. Aj keď tento spôsob obnovy patrí k prvým metódam umelej obnovy nemá v súčasnosti širšie prevádzkové uplatnenie. Dôvody sú jednoznačné, príliš vysoké straty spôsobené biotickými a abiotickými činiteľmi príp. problematická ochrana kľúčnych rastlín proti tlaku buriny. Aspoň čiastočne eliminovať príliš vysoké straty pri sejbe, spôsobené biotickými a abiotickými činiteľmi, problematickú ochranu kľúčnych rastlín proti tlaku buriny navrhuje netradičný spôsob sejby „do vegetačných buniek“ (technológia navrhnutá Ing. Štreitom, patent v ČR) – (TUČEKOVÁ 2009).

Doposiaľ sa pri umelej obnove uplatňuje výsadba na celej ploche. Celoplošná obnova umelej obnovy lesov vytvára predpoklady pre vytvorenie rovnovekých, štruktúrne málo diferencovaných porastov a len v minimálnej miere dáva priestor pre využitie prirodzených reprodukčných procesov, čím vytvára predpoklady pre zúženie biodiverzity. Z toho dôvodu v rámci umelej obnovy lesa posledné roky výskumne overujeme zatiaľ v malom rozsahu doteraz nepraktizovanú tzv. neceloplošnú obnovu lesa. Pri tejto netradičnej metóde sa vysádza alebo vysieva iba časť obnovovanej plochy, na ostatnej sa ponecháva priestor pre uplatnenie prirodzených reprodukčných procesov. Jedná sa teda o formu umelej obnovy s prvkami prírode blízkeho pestovania lesa.

Pri riešení problematiky netradičnej obnovy lesa neceloplošne je predpoklad získania nových poznatkov, ktoré umožnia „prírode bližším“ spôsobom prispieť nielen k lepšiemu adaptačnému procesu výsadiieb, ale zároveň aj k zlepšeniu zdravotného stavu zakladaných porastov na Slovensku. V rámci zvyšovania ekologickej stability nových lesných porastov treba zvoliť optimálne obnovné drevinové zloženie v spojení s vhodnými formami zmiešania obnovovaných resp. zakladaných porastov. V rámci rekonštrukcií porastov sa začína overovať u nás táto doteraz nepraktizovaná neceloplošná obnova lesa. Predbežné výsledky sú povzbudivé a aj preto sa ukazuje potreba overiť túto netradičnú formu obnovy nielen pri rekonštrukciách, ale aj v rámci bežnej obnovy lesov (KAMENSKÝ, ŠTEFANČÍK 2010). Ako už z pomenovania vyplýva, ide o výsadbu sadeníc, prípadne výsev semien nie na celú obnovovanú plochu, ale v pruhoch alebo hlúčikoch, ktorých stredy sú od seba vzdialené na priemernú vzdialenosť cieľových stromov príslušnej dreviny.

V súčasnosti je v rámci Slovenska výskumne overovaná neceloplošná obnova lesa v lokalitách pri premenách cerín, hrabín (OZ Levice, ML Zvolen) a rekonštrukciách monokultúr smreka na Kysuciach v rámci Demonštračného objektu rekonštrukcie smrečín.

METODIKA

Neceloplošná umelá obnova sadbou a sejbou v bioskupinách sa realizovala v Mestských lesoch Zvolen. Pokusná plocha je založená v LUC Mestské lesy Zvolen, Lesný podnik mesta Zvolen, s.r.o., LHC Dobrá Niva, katastrálne územie Zvolen, lesný obvod Pustý hrad.

Pôdne pomery: vystúpená materská hornina (andezit).

Lesný typ: 2305 (70 %); 2601 (20 %); 3308 (10 %).

Hospodársky súbor lesných typov: 299 – Suché bukové dúbravy.

Expozícia je JV, nadmorská výška 250 m nad morom, sklon 80 %.

V drevinovom zastúpení v dvojetážovom poraste č. 154 (výmera: 1. etáž – 33,12 ha; 2. etáž – 8,28 ha) s vekom/zakmenením: 1. etáž -145 rokov/6 ; 2. etáž – 55 rokov/2 dominuje v 1. etáži dub a v 2. etáži hrab.

Zastúpenie drevín (%):	1. etáž:	borovica čierna	5
		hrab	10
		dub cerový	25
		dub	60
	2. etáž	dub cerový	10
		dub	10
		hrab	80

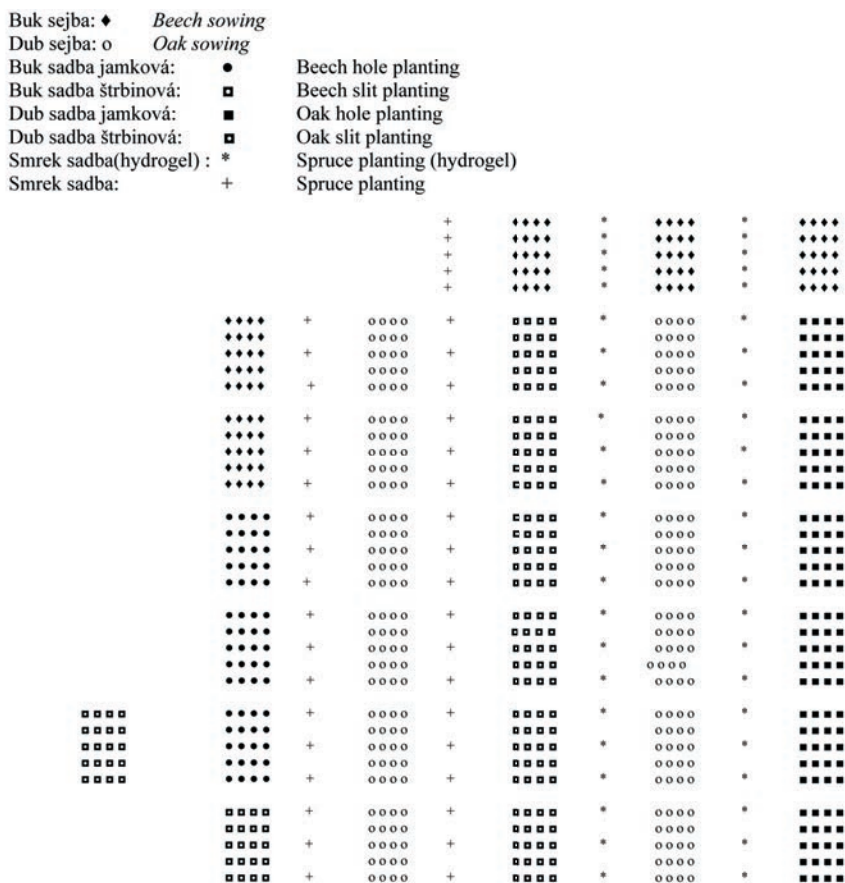
Metodický postup založenia pokusnej plochy (PP) Neresnica:

PP bola založená 4. 5. 2009 na holine (cca 0,2 ha) vzniknutej po náhodnej ťažbe (RN 2008). Neceloplošná umelá obnova sejbou a sadbou v bioskupinách bola uskutočnená geneticky vhodným semenným a sadbovým materiálom. Pred samotnou výsadbou sa na spodnej tretine plochy mechanicky odstránili pňové výmladky agáta.

Sadba bola realizovaná tromi drevinami:

- dub zimný (1 + 1) - *Quercus petraea* (Matusch.) Liebl. - 240 ks sadeníc,
- buk lesný (2 + 1) – *Fagus sylvatica* L. - 100 ks sadeníc,
- smrek obyčajný (2 + 1) – *Picea abies* (L.) H. Karst. – 100 ks sadeníc.

Výsadbu sme založili klasickou jamkovou (db, bk, sm) a štrbinovou sadbou (db, bk), v bioskupinách o rozmere 3 x 4 m (obr. 1). Stred bioskupín je od seba vzdialený 8 m a je stabilizovaný drevenými kolíkmi (v zhode s publikovanými metodikami neceloplošnej obnovy v práci KAMENSKÝ, ŠTEFANČÍKI 2010). V každej bioskupine je v pravidelnom štvorcovom spone 1 x 1 m vysadených 20 ks sadeníc. Voľnokorenné sadenice buka (2 + 1) pri výsadbe spĺňali morfológické aj fyziologické parametre podľa normy. Voľnokorenné sadenice duba (1 + 1) mali výrazný nepomer nadzemnej časti ku koreňovému systému, ktorý bol často bez jemných vlásočnicových korieňkov. Voľnokorenné sadenice smreka (2 + 1) spĺňali morfológické aj fyziologické parametre podľa normy (boli len dočasnou radovou výplňou voľnej plochy na požiadanie miestneho hospodára, v budúcnosti určené na vianočné stromky). Pred samotnou výsadbou sa ošetril koreňový systém všetkých



Obr. 1: Schéma pokusnej plochy Neresnica
Scheme of experimental plot Neresnica

jedincov hydrogelom (Agrohydrogel). Polovica smrekových sadeníc sa ponechala neošetrená na porovnanie ujatosti (ošetrený koreňový systém, neošetrený).

Sejba bola realizovaná semenami dvoch drevín:

- dub zimný - 240 ks do „vegetačných buniek“,
- buk lesný – 100 ks do „vegetačných buniek.“

Sejba bola uskutočnená metódou bioskupín ako pri sadbe (po 20ks v bioskupine, pravidelný štvorcový spon 1 x 1 m). Vysievalo sa pri drevinách dub 2-3 žaľude/ bunka, buk 4-5 bukvic/bunka. Do materskej zeminy bola ručne vyhlbená jamka o priemere použitej bunky (cca 8 cm), s hĺbkou do 10 cm. Na dno jamky bolo ručne nasýpané cca 5 cm organickej hmoty (navlhčený výsevový substrát s prímiesou perlitu a hydrogelu). Na výsevový substrát, ručne zhrnutný bolo vysiate semeno, prekryté zásypkou (substrát s prímiesou substrátu a prevlhčeného perlitu, podľa veľkosti semena). Na túto organickú hmotu sa umiestnila „vegetačná bunka“, kto-

rá sa zahrnula sa a utesnila okolitou vrstvou minerálnej zeminy. Vegetačná bunka z plastového materiálu bola kruhového prierezu (priemer 8 cm, výška 15 cm).

V rámci starostlivosti a ochrany o výsevy a výsadby sa uskutočnilo v priebehu dvoch rokov 2x počas vegetačného obdobia vyžíňanie vysokej buriny a výmladkov agáta.

Hodnotenie ujatosti (strát) výsadiieb, vyklíčenia semenáčikov buka a duba a ich vývoj vrátane zdravotného stavu a poškodenia sa priebežne uskutočňovalo počas prvých dvoch rokov od založenia (jar 2009). V rámci hodnotenia sa na konci prvých dvoch vegetačných období vykonali na všetkých prežívajúcich jedincoch merania rastových parametrov nadzemnej časti. Merala sa výška, hrúbka, výškový prírastok jedincov zo sadby aj sejby, pričom sa zisťoval aj ich zdravotný stav a poškodenie podľa nasledovnej stupnice:

- 1 – zdravý nepoškodený jedinec,
- 2 – zasušený terminal,
- 3 – náhradný terminal,
- 4 – poškodenie zver,
- 5 – poškodenie mechanické (vyžíňaním),
- 6 – suchý jedinec (nevyklíčené).

Všetky namerané parametre sa štatisticky spracovali a rozdiely priemerov otestovali (jednofaktorová analýza variancie, T- test)

Hodnotil sa aj nástup a výskyt jedincov z prirodzeného zmladenia (počty a priemerná výška) na celej PP.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počet (ks) a percentické vyjadrenie (%) zdravotného stavu vysadených drevín duba a buka v sedemnástich hlúčikoch (bioskupinách) a smreka v dvoch radoch počas dvoch vegetačných období je uvedený v tabuľke 1. Pri duboch sa preukázalo významne vyššie percento zasušených terminálov (10%) oproti bukom (3%) spôsobené šokom po výsadbe.

Buky z výsadby mali zasa vysoké % strát v obidvoch sledovaných rokoch. 35-40%-né straty bukových výsadiieb boli však významne ovplyvnené po mechanickom poškodení hlúčikov, na ktoré spadli z okrajovej časti porastu vyvrátené buky po vetrovej smršti.

Pri smreku boli taktiež vysoké percentá strát (50-60%) v obidvoch variantoch, ktoré boli o 10% nižšie po ošetrovaní koreňového systému hydrogelom. Vysoké straty smreka boli pravdepodobne spôsobené nedostatkom vlhky bezprostredne po výsadbe (holina bola bez zrážok 2 mesiace po výsadbe), ale aj nevhodnosťou smreka pre tento hospodársky súbor lesných typov 299 – Suché bukové dúbravy.

Tab. 1: Hodnotenie zdravotného stavu a poškodenia výsadiieb
Assessment of health condition and damaging of plantations

Drevina/ Kategória ⁷		1		2		3		4		5		6		Spolu ¹³
		1.r. ¹⁴	2.r.	1.r.	2.r.	1.r.	2.r.	1.r.	2.r.	1.r.	2.r.	1.r.	2.r.	
Dub ⁸	Počet ¹²	187	177	25	5	2	0	13	4	4	6	9	48	240
Buk ⁹	%	77,9	73,8	10,4	2,0	0,8	0	5,4	1,7	1,7	2,5	3,8	20,0	100,0
	Počet	55	50	3	0	2	0	3	5	2	5	35	40	100
Smrek s hydrogelom ¹⁰	%	55,0	50,0	3,0	0	2,0	0	3,0	5,0	2,0	5,0	35,0	40,0	100,0
	Počet	27	18	0	0	0	0	1	2	2	5	20	25	50
Smrek kontrola ¹¹	%	54,0	36,0	0	0	0	0	2,0	4,0	4,0	10,0	40,0	50,0	100,0
	Počet	12	8	1	2	1	0	3	5	5	5	28	30	50
	%	24,0	16,0	2,0	4,0	2,0	0	6,0	10,0	10,0	10,0	56,0	60,0	100,0

1 – zdravý nepoškodený jedinec, 2 – zasušený terminal, 3 – náhradný terminal, 4 – poškodenie zver, 5 – poškodenie mechanické (vyžinanim), 6 – suchý jedinec

1 – sound undamaged individual, 2 – dried terminal, 3 – substitutive terminal, 4 – damage by game, 5 – mechanical damage (due to scything weed around plant), 6 – dry individual, ⁷-Tree species/Category, ⁸-oak, ⁹-beech, ¹⁰-spruce with hydrogel, ¹¹-spruce control, ¹²-number, ¹³-together, ¹⁴-year/years

Počet (ks) a percentické vyjadrenie (%) zdravotného stavu vyklíčených semenáčikov duba a buka v sedemnástich hlúčikoch (bioskupinách) počas dvoch vegetačných období je uvedený v tabuľke 2. Z výsledkov možno konštatovať vyššie percento vyklíčených zdravých jedincov duba (cca 90%) oproti buku (63%). Tieto percentá boli však významne negatívne ovplyvnené v druhom roku najmä pri dube (suché cca 23%) po poškodení hlúčikov spadnutými drevinami po spomenutej veternej smršti. Oproti výsadbám boli v druhom roku vyššie aj percentá jedincov duba a buka poškodených diviачou zverou (24-25%). Tieto jedince už po vyrýpaní vyschli neregenerovali sa.

Priemerná výška dubov na jeseň - po 1. vegetačnom období bola významne ovplyvnená zasušením terminálnych vrcholov. Šok po výsadbe, ktorý je pri duboch častý, najmä ak je sadbový materiál menej kvalitný, s nevhodným pomerom nadzemnej časti ku koreňovému systému sa teda prejavil na nižšej priemernej výške hlavne po štrbinovej sadbe (– 12 cm oproti jari). V porovnaní so sejbou môžeme hovoriť o veľmi malých priemerných ročných výškových prírastkoch duba (sadba – 2-10 cm, sejba – 8-19 cm). Rozdiely vo výške a hrúbke v obidvoch spôsoboch sadby nie sú štatisticky významné (tab. 3). Dvojročné semenáčky duba zo sejby dosahujú viac ako polovičné parametre štvorročných dubov zo sadby.

Tab. 2: Hodnotenie zdravotného stavu a poškodenia výsevov
Assessment of health condition and damaging of sowings

Drevina/ Kategória ⁷		1		2		3		4		5		6		Spolu
		1.r.	2.r.	1.r.	2.r.	1.r.	2.r.	1.r.	2.r.	1.r.	2.r.	1.r.	2.r.	
Dub ⁸	Počet ¹⁰	215	73	0	0	0	0	11	57	0	55	14	55	240
Buk ⁹	%	89,6	30,4	0	0	0	0	4,6	23,8	0	22,9	5,8	22,9	100,0
	Počet	63	40	0	0	0	0	17	25	5	20	15	15	100
	%	63,0	40,0	0	0	0	0	17,0	25,0	5,0	20,0	15,0	15,0	100,0

1 – zdravý nepoškodený jedinec, 2 – zasušený terminal, 3 – náhradný terminal, 4 – poškodenie zver, 5 – poškodenie mechanické (vyžíňaním), 6 – nevyklíčené
1 – sound undamaged individual, 2 – dried terminal, 3 – substitutive terminal, 4 – damage by game, 5 – mechanical damage (due to scything weed around plant), 6 – not germinated, ⁷ - Tree species/Category, ⁸ - oak, ⁹ - beech, ¹⁰ - number

Podobný vývoj bol aj pri bukových výsadbách v obidvoch spôsoboch sadby. Bukové výsadby mali priemerné ročné výškové prírastky o niečo väčšie ako dubové (4-17 cm). Štatisticky významné rozdiely pri testovaní priemerov pri obidvoch spôsoboch sadby sa nepreukázali (tab. 3). Semenáčky vo „vegetačných bunkách“ v priemere ročne prirástli o 9-17 cm.

Tab. 3: Priemerné hodnoty biometrických znakov sadeníc a semenáčikov duba, buka a smreká po sadbe a sejbe po 1. a 2. roku
Average values of biometric characters of plants and seedlings of beech and spruce one and two years after planting and sowing

Drevina ¹	Spôsob obnovy ⁵	Variant umelej obnovy ⁸	Výška ¹⁴ (cm)			Hrúbka ¹⁵ (mm)		
			Jar ¹⁶ 2009	po 1.r. ¹⁷	po 2.r. ¹⁸	jar 2009	po 1.r.	po 2.r.
Dub ²	sadba ⁶	jamková ⁹	32,1 ^b	34,3 ^a	44,1 ^a	4,6 ^a	5,9 ^a	5,7 ^a
		štrbinová ¹⁰	41,1 ^a	33,4 ^a	44,1 ^a	4,9 ^a	5,6 ^a	6,4 ^a
Buk ³	sejba ⁷	„vegetačné bunky“ ¹¹	-	19,0	26,9	-	2,9	3,5
	sadba	jamková	33,9 ^a	38,9 ^a	57,2 ^a	5,0 ^a	6,1 ^a	7,9 ^a
		štrbinová	35,7 ^a	39,7 ^a	57,7 ^a	5,3 ^a	6,2 ^a	8,1 ^a
Smrek ⁴	sejba	„vegetačné bunky“	-	17,0	26,1	-	2,5	3,4
	sadba	s hydrogelom ¹²	38,2 ^a	42,1 ^a	57,2 ^a	5,0 ^a	5,6 ^a	9,8 ^a
		bez hydrogelu ¹³	38,4 ^a	36,3 ^b	45,5 ^b	5,0 ^a	4,7 ^b	8,7 ^b

Rozdielne písmená znamenajú štatisticky významné rozdiely na $p < 0,05$, ($n=50$)
¹-tree species, ²-oak, ³-beech, ⁴-spruce, ⁵-kind of regeneration, ⁶-planting, ⁷-sowing, ⁸-variant of artificial regeneration, ⁹-hole planting, ¹⁰-slit planting, ¹¹-“vegetation cells”, ¹²-with hydrogel, ¹³-without hydrogel, ¹⁴-height, ¹⁵-diameter, ¹⁶-spring 2009, ¹⁷-after one year, ¹⁸-after two years.
Different letters mean statistically significant differences for $p < 0.05$, ($n=50$).

Štatisticky významné rozdiely sa preukázali len pri testovaní rozdielov parametrov nadzemnej časti smreka. Nielen lepšiu ujatosť, ale aj výškové a hrúbkové parametre dosahovali smreký ošetrovaný hydrogelom.

Po podrobnom zhodnotení a evidencii počtu jedincov, ktoré vyplňajú pri neceloplošnej obnove zvyšnú časť holiny sme už v druhom roku pozorovali nástup jedincov z prirodzeného zmladenia nad výšku 10 cm. Prirodzené zmladenie je nerovnomerné. Najviac jedincov sa nachádza po okrajoch holiny, teda pri stene okolitých porastov. Evidencia počtu je uvedená v tab. 4. Najvyššie percentá dosahujú agát a hrab, potom nasledujú buk, cer a dub. Podľa priemerných výšok jednotlivých drevín prirodzene zmladených môžeme zoradiť dreviny: agát – 120 cm, javor – 60 cm, hrab – 45 cm, cer – 40 cm, čerešňa, dub – 25 cm, buk, borovica, smrek – 15 cm. Tieto dreviny zatiaľ prevažne vyplňajú voľný priestor mimo umelo vysadených a vysiatych hlúčikov, teda nie je nutná ich redukcia príp. odstránenie okrem agáta. Jeho pňová a koreňová výmladnosť je aj po mechanickom odstránení silná, preto bude potrebné už mladé semenáčky pravidelne a včas odstraňovať. Podobné výsledky z prvých založených výskumných plôch v hrabovej dúbrave na spraši uvádzajú KAMENSKÝ, ŠTEFANČÍKI (2010). Nutné je aj pravidelné odstraňovanie vysokej bylinnej vegetácie v priestore hlúčikov min. 2 x ročne (burín, tráv, žihľavy), pretože svojou aj 80 cm výškou značne ovplyvňujú výsadby ale najmä výsevy. Podobne ako jedince z umelej obnovy aj niektoré dreviny prirodzene zmladené sú značne poškodzované zverou (javor, buk, dub).

Tab. 4: Evidencia počtu jedincov z prirodzenej obnovy na PP Neresnica v 2. roku po založení
Records on the number of individuals from natural regeneration on experimental plot Neresnica in the 2nd year after establishment

Kategória ¹	Drevina ³										Spolu ¹⁴
	Buk ⁴	Dub ⁵	Hrab ⁶	Javor ⁷	Čerešňa ⁸	Cer ⁹	Smrek ¹⁰	Borovica ¹¹	Agát ¹²	Iné ¹³	
Počet ks nad 10 cm výšky ²	15	13	25	12	8	15	6	5	25	12	136
%	11	10	18	9	6	11	4	4	18	9	100

¹-category, ²-number with height more than 10cm, ³-tree species, ⁴-beech, ⁵-oak, ⁶-hornbeam, ⁷-maple, ⁸-cherry tree, ⁹-Turkey oak, ¹⁰-spruce, ¹¹-pine, ¹²-robinia, ¹³-others, ¹⁴-together

ZÁVER

V dospelých porastoch Suchých bukových dúbrav je často nežiadúci podrast hraba, cera a inej krovitej vegetácie, ktorá zabraňuje prirodzenej obnove cieľových drevín, aj keď sa v poraste nachádzajú. Poukazuje na to aj zastúpenie drevín v 2. etáži, kde dominuje hrab (80%), za ním nasleduje dub cerový (10%) a potom dub (10%).

Využitím prirodzených reprodukčných procesov pri neceloplošnej obnove je možné po vnesení cieľových drevín ušetriť náklady nielen na počte jedincov umelej obnovy, ale vytvoriť zároveň priestor na maximálne využitie prirodzenej obnovy. Ide o formu umelej obnovy s prvkami prírody blízkeho pestovania lesa.

Po hodnotení prvých rokov neceloplošnej obnovy sadbou a sejbou na PP Neresnica možno hovoriť o povzbudivých výsledkoch. Ukazuje sa že po umelej obnove na časti plochy (neceloplošnej) je vytvorený predpoklad pre rôznoveký, štruktúrne diferencovaný porast.

Podmienkou uplatnenia neceloplošnej obnovy je však predpoklad nástupu prirodzeného zmladenia. Na našej PP Neresnica je podľa čiastkových výsledkov výskumu možné očakávať z blízkyh stojacich jedincov prirodzenú obnovu, duba, cere, buka, hraba, javora, čerešne dokonca borovice a smreka, pretože tieto dreviny sa v tesnej blízkosti holiny nachádzajú. Kríkovité formy bazy, šípky, trnky a výmladky agáta sa na ploche taktiež vyskytujú. Preto bude nevyhnutnou podmienkou ošetrovanie a ochrana našich kultúr až do zabezpečenia porastu.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka Agentúre na podporu výskumu a vývoja projektu APVV-0628-07 "Progresívne postupy pestovania sadbového materiálu a umelej obnovy lesných porastov po kalamiťách veľkého rozsahu" (50 %) a v rámci riešenia projektu „Demonštračný objekt premeny odumierajúcich smrekových lesov na ekologicky stabilnejšie multifunkčné ekosystémy (ITMS 26220220026)“, na základe podpory Operačného programu Výskum a vývoj, financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja (50 %).

LITERATÚRA

- BRUCHÁNIK R., 2004: BUDÚCNOSŤ MUSÍME VIDIEŤ V SPOJENÍ PRIRODZENEJ A UMELEJ OBNOVY. LESOKRUHY Č. 3-4/2004, s. 14-15
- KAMENSKÝ M., ŠTEFANČÍK I., 2010: NECELOPLOŠNÉ VÝSADBY- PRÍRODE BLÍZKA METÓDA REKONŠTRUKCIÍ DREVINOVO NEVHODNÝCH PORASTOV. IN. ZBORNÍK REFERÁTOV Z MEDZINÁRODNÉHO SEMINÁRA „AKTUÁLNE PROBLÉMY LESNÉHO ŠKÔLKÁRSTVA, SEMENÁRSTVA A UMELEJ OBNOVY IESA“ – LIPTOVSKÝ JÁN, 16-17. JÚN 2010. NLC ZVOIEN, s. 104-111, ISBN 978-80-8093-113-1
- MORAVČÍK A KOL., 2008 VYPRACOVANIE LESNÍCKEJ ČASŤI PROGNOZY A VÍZIE VÝVOJA SLOVENSKEHO POĽNOHOSPODÁRSTVA, POTRAVINÁRSTVA, LESNÍCTVA A VIDIEKA. NLC-LVÚ ZVOIEN, 60 s.
- SPRÁVA O LESNOM HOSPODÁRSTVE V SLOVENSKEJ REPUBLIKE (ZELENÁ SPRÁVA) 2009. MINISTERSTVO PŮDOHOSPODÁRSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY BRATISLAVA, NLC-LVÚ ZVOIEN, 147 s. ISBN 978-80-8093-093-6
- TUČEKOVÁ A., 2009: VÝSLEDKY UMELEJ OBNOVY KALAMITNÝCH HOLÍ SEJBOU V TANAPE. RESULTS OF ARTIFICIAL REGENERATION OF CALAMITY CLEARINGS BY SOWING IN TANAP. ZBORNÍK RECENZOVANÝCH PRÍSPEVKOV Z MEDZINÁRODNEJ VEDECKEJ KONFERENCIE KONANEJ DŇA 8. A 9. SEPTEMBRA 2009 VO ZVOIENE. NLC-LVÚ. ISBN 978-8093-089-9, s. 87-97

Adresa autora:

*Ing. Anna Tučeková, Ph.D.,
NLC-LVÚ Zvolen,
T.G. Masaryka 22, Zvolen
e-mail: tucekova@nlcsk.org*

OBNOVA BUKU LESNÍHO A JEDLE BĚLOKORÉ V PŘEVÁŽNĚ SMRKOVÝCH
POROSTECH NA ÚZEMÍ NÁRODNÍHO PARKU ČESKÉ ŠVÝCARSKO

EUROPEAN BEECH AND SILVER FIR REGENERATION IN YOUNG SPRUCE-
DOMINATED STANDS WITHIN ČESKÉ ŠVÝCARSKO NATIONAL PARK

BARBORA KUČERAVÁ

ABSTRACT

This article describes the beginning of the project focused on regeneration of European beech and silver fir; both are native tree species in the České Švýcarsko National Park. The appropriate stands for the establishment of permanent research plots were found after an analysis of renewal methods used by the forestry practice these days in the České Švýcarsko National Park. The permanent research plots represent the most common renewal methods using both artificial and natural regeneration. Where regeneration occurs under parent stand, the state of the overstorey was mapped using Field – Map technology (mensuration parameters, canopy and density of stocking, coordinates of trees). In addition, the analyses of the status of natural and artificial regeneration (density, species composition, height and diameter, damage) were conducted. Data collection has been still in progress. Therefore the article provides information on methods and some preliminary results.

Keywords: beech, fir, České Švýcarsko National park, monocultures of spruce, regeneration, natural species composition

Klíčová slova: buk, jedle Národní park České Švýcarsko, smrkové monokultury, obnova, přirozená druhová skladba

Úvod

Národní park České Švýcarsko (NPČŠ) řeší problém významně pozměněné druhové skladby porostů stejně jako většina lesů České republiky (REMES et al. 2007, DOBROVOLNÝ 2009, HURT 2009, SOUČEK, TESAŘ 2008) ale i Evropy (ZERBE 2002, DIACI 2002, MOSANDL, KLEINERT 1998, KUITERS, SLIM 2002).

Z tohoto důvodu byl v roce 2004 vytvořen specifický management NPČŠ (KOLEKTIV 2007B), jehož úkolem je upravit dřevinnou skladbu blíže k potenciální přirozené vegetaci, zjištěné dle typologického mapování a pylových analýz (KUNEŠ et al. 2005, KOLEKTIV 2007A). V praxi to znamená odstranění nepůvodních druhů dřevin a přestavbu smrkových monokultur (současné zastoupení smrku téměř 60%), přičemž holiny budou zalesněny cílovými druhy dřevin. Zároveň se systematicky vyhledávají a uvolňují vtroušení jedinci cílových druhů dřevin v monokulturách pro podporu jejich přirozené obnovy (KUČERAVÁ 2009, KOLEKTIV 2007A, KOLEKTIV 2007B). Cílem je dosáhnout většího zastoupení jedle bělokoré, buku lesního, javoru klenu, dubu letního a dubu zimního (KOLEKTIV 2007A, KOLEKTIV 2007B).

NPČŠ vznikl v roce 2000 (zákon č. 161/1999 Sb.), přičemž přírodní podmínky a hospodaření předcházejících let zásadně ovlivnily tvorbu managementu lesních ekosystémů NPČŠ. NP je proto rozdělen do několika typů managementu bez ohledu na zóny ochrany přírody:

A. Lesy ponechané samovolnému vývoji

B. Lesy s dočasným managementem:

B1. Lesy ponechané samovolnému vývoji v horizontu do 10 let:

B1 + Lesy s plánovanými zásahy

B2. Lesy vyžadující aktivní management déle než 10 let:

B2 + Lesy s plánovanými zásahy

B2 - Lesy bez plánovaných zásahů

C. Lesy s trvalým managementem

Rozhodujícími faktory pro rozdělení jednotlivých typů managementu se stala přítomnost geograficky nepůvodních dřevin, odlišnost od přirozené druhové skladby, přítomnost sousedních majetků a zranitelnost z hlediska biodiverzity. Do budoucnosti je uvažováno pouze s kategoriemi A a C. Typ B by měl být postupně přeměněn na kategorii A, kdy porosty nebudou zcela rekonstruovány, ale bude u nich dosaženo takového stavu, jenž zaručí dominantnost požadované druhové skladby, která bude následně určovat vývoj lesů ponechaných samovolnému vývoji. Typ managementu C zůstane nezměněn (KOLEKTIV 2007A).

V porostech na území s managementem typu B bylo v roce 2010 vybráno 26 TVP (14 pro porosty obnovené jedlí a 12 bukem). Předmětem výběru byly převážně smrkové porosty, obnovené umělou či přirozenou obnovou jedle nebo buku během posledních 10 let. Účelem založení TVP je výzkum zaměřený na vyhodnocení a následnou optimalizaci pěstebních postupů vedoucích k postupné přeměně druhové skladby porostů ekologicky šetrným a ekonomicky méně náročným způsobem.

V praxi to znamená založení srovnatelných výzkumných ploch v různých přírodních podmínkách (odlišné soubory lesních typů, expozice, způsoby obnovy atd.), jejich porovnání, určení vlivu faktorů jako je horní etáž porostu, světlo nebo teplota a periodický monitoring vývoje a odrůstání obnovy buku a jedle. Tímto opakováním bude možné sledovat dynamiku obnovy a zároveň zhodnotit vliv faktorů, které by při jednom měření zjištěny nebyly (SZWAGRZYK et al. 2001).

Cílem tohoto článku je seznámení s průběhem a metodikou práce. Vzhledem k tomu, že sběr dat ještě nebyl dokončen, prezentuje autorka předběžné výsledky. Kompletní statistické zpracování a vyhodnocení dat proběhne až po ukončení měření.

METODIKA

Na základě dokumentů zapůjčených Správou NPCŠ (lesní hospodářský plán, evidence pěstebních postupů, oplocení atd.) a diplomové práce autorky (KUČERAVÁ 2009), byl proveden v roce 2010 výběr porostů pro založení trvalých výzkumných ploch (TVP) po celém území NPCŠ. Porosty byly vybírány tak, aby co nejobjektivněji reprezentovaly všechny používané obnovní postupy jedle a buku ve smrkových monokulturách v typických podmínkách NP, tj. na souborech lesních typů (SLT), které se nejčastěji vyskytují – 3K, 4K, 5K, 4I, 4N a 5N. Velmi běžně se vyskytující edafická kategorie skeletová byla vyřazena z čistě technických důvodů (složitý, špatně přístupný terén). Hodnoty kategorie Y bude možné na závěr

extrapolovat z výsledků kategorií K a N, protože jejich základní rozdíl je hlavně v kamenitosti půdy (kategorie K do 1/3 kamenitosti, N 1/3 až 2/3 zastoupení skeletu a Y nad 2/3; SMEJKAL 2010).

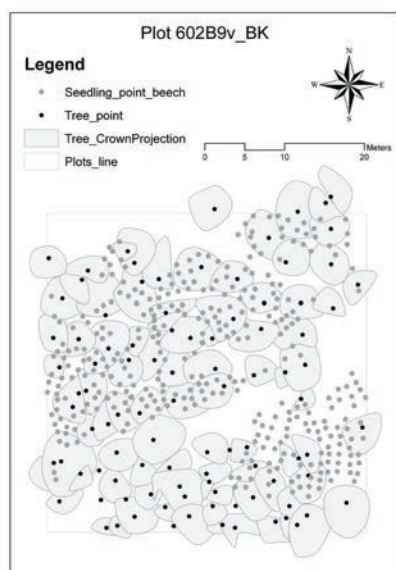
TVP byly vybrány tak, aby bylo možné porovnat nejčastější edafické kategorie I, K a N a popřípadě z K a N extrapolovat vlastnosti kategorie Y. Také byl dán důraz na vliv změny lesních vegetačních stupňů, kdy byly pro jejich porovnání vybrány TVP na SLT 3K, 4K a 5K. Dle SMEJKALA (2010) mají jednotlivé vegetační stupně rozdílný vliv na podmínky pro růst obnovy hlavně z hlediska vlhkosti. Expozice je porovnávána na edafické kategorii kyselé, protože v kategorii illimerizované se neprojeví (většinou rovinatý terén) a na kamenité kategorii nebyly nalezeny vhodné porosty pro založení TVP.

Autorka se zaměřila na porosty managementu typu B (lesy s dočasným managementem), kde je přeměna smrkových monokultur na porosty původní druhové skladby žádaná (KOLEKTIV 2007A). Plochy jsou založeny převážně na typu B2+, kde je převaha smrkových porostů největší. Pozornost byla soustředěna na porosty s minimálním zastoupením smrku 50 %. V této kategorii byly vybírány porosty starší 60 let s umělou i přirozenou obnovou mladší 10 let (doba od vzniku NPCŠ). Kritérium pro zastoupení umělé obnovy jedle i buku bylo 30 % a u přirozené obnovy 25 %. Přirozená obnova byla také vybrána dle druhového složení mateřského porostu (min. 50 % zastoupení smrku a min. 1 % buku nebo jedle).

Limitem určujícím velikost TVP byl minimální počet 50 ks sazenic u umělé obnovy. Pro buk byla zvolena velikost holosečně obnovovaných ploch 40 x 5 m nebo 20 x 10 m dle tvaru obnovované plochy, u podsadby a přirozené obnovy 40 x 40 m. Velikost ploch jedle se odvíjela dle velikosti obnovované plochy, přičemž maximální velikost byla zvolena 40 x 40 m. Umělá obnova byla monitorována po celé TVP, zatímco přirozená obnova pouze v pravidelných rozestupech na 37 kruhových ploškách o poloměru 1 m.

Měření horní etáže porostů bylo společně s obnovou rostoucí pod ní provedeno technologií Field – Map na podzim 2010 a na jaře 2011. Byly zaměřeny pozice všech stromů horní etáže a jejich dendrometrické veličiny (výčetní tloušťka, výška, nasazení živé koruny, korunová projekce). Pozice obnovy byly zaměřeny pouze v porostech, kde se vyskytovala horní etáž. U všech sazenic i náletu byla měřena tloušťka kořenového krčku s přesností na 1 mm a výška s přesností na 1 cm. U buku se měřila výška dosažená v roce 2009 a 2010, ze které se poté vypočetl přírůstek za rok 2010. Dále se u buku měřil přírůstek terminálního výhonu do strany, pokud byl minimálně o 1 cm vyšší než do výšky. U jedle se s přesností na 1 cm měřily výšky dosažené v roce 2007 až 2010, opět pro zjištění výškového přírůstu v letech 2008 až 2010. Pokud byl u obou dřevin terminální pupen nebo celý výhon okousaný zvěří, měřil se místo něho náhradní terminál, který byl ve většině případů vytvořen. Zvlášť pak byla u buku vyhodnocena celková výška, která zahrnuje i „mrtvé“ (okousané) vrcholy a živá výška, která odpovídá vrcholu živého terminálního nebo náhradního výhonu.

Měření bylo provedeno pro všech 12 ploch buku a 5 ploch z celkových 14 TVP pro jedli. Sebraná data byla následně zpracována v programu ArcGIS a výstupem



Obr. 1: Mapa TVP v porostu 602B9v s podsadbou buku
Permanent plot in the 602B9v stand underplanted with beech

jsou mapy znázorňující horní a spodní etáž TVP (viz obrázky č. 1). Dále budou kompletně změřená data statisticky vyhodnocena a porovnána navzájem mezi jednotlivými plochami. Poté bude testován vliv jednotlivých přírodních podmínek.

Pro určení teploty půdy a vzduchu a vlhkosti půdy budou pořízeny vlhkostní a teplotní čidla od firmy TOMST (VLČEKI 2010) a pro určení světlostních podmínek hemisférické fotografie podle metodiky DOBROVOLNÝ (2010) a JALOVIAR, KUCBEL (2009). Pro zpracování fotografií bude použit software Gap Light Analyzer (LETZMAN 1999).

Prozatím byl zjišťován vliv délky doby od zalesnění na tloušťku kořenového krčku sazenic buku, který nebyl na rozdíl od výšky poškozen zvěří. Z důvodu vhodné velikosti sazenic byly převážně vybírány plochy, kde se zalesňovalo roku 2007 a později. Bylo by nevhodné mezi sebou srovnávat sazenice, které mají větší růstový náskok

než ostatní, protože byly vysázeny o rok nebo dva dříve. Zjištěná data byla nejdříve testována, zda mají normální rozdělení pomocí Kolmogorovova – Smirnovova testu a poté byla pomocí neparametrického testu Spearmanova korelačního koeficientu testována hypotéza H_0 : délka doby od zalesnění má vliv na tloušťku kořenového krčku sazenic buku.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Terénní šetření

Při terénním šetření byl zjištěn trend posledních let sázet jedli v chladnějších, někdy až výrazně inverzních údolích (např. SLT 5Y; v mnoha případech ovlivněných vodou, např. na SLT 6G, 5O nebo 6V), ale i v rovinatých místech bez významného vlivu vody (např. SLT 5K, 5I) na místa jejího původního výskytu (KOLEKTIV 2007A). Ve spolupráci s Norskem byl získán grant Záchrana genofondu jedle v NP České Švýcarsko, na jehož základě bylo od roku 2009 v NP postaveno 41,9 km oplocení, 4 981 kusů oplůtků a vysázeno 75 858 sazenic jedle (ŠTEFLOVÁ osobní sdělení 2010). Sázena byla dle možnosti do oplocenek, oplůtků i bez oplocení. V NP je jedle obnovována všemi hospodářskými způsoby dle typu porostu (KOLEKTIV 2007A). Přírozené zmlazení je zde kvůli tlaku zvěře vzácné. Nalezena byla pouze dvě místa splňující výše popsané podmínky.

Starší kultury jedle (před rokem 2006) byly sázeny do oplocení společně s bukem formou náseků, s delší osou ve směru po svahu na stanovišti neovlivněném vodou.

Ty byly z výběru vyloučeny kvůli nesrovnatelně větší výšce (2 m a více), a protože v následujících letech by už bylo zjišťování přírůstu takřka nemožné (viz obrázek č. 2).



Obr. 2: Obnova buku a jedle před rokem 2007, obnovní způsob násečný
Artificial regeneration of beech and fir before 2007, regeneration by strip felling

Buk je obnovovaný také všemi hospodářskými způsoby na stanovištích neovlivněných vodou, v různých typech terénu (např. SLT 4I, 4K, 4N nebo 4Y), kde je buk původní dřevinou (KOLEKTIV 2007A). Jeho indiferentnost vůči reliéfu terénu v podmínkách NPCŠ lze potvrdit prací KUČERAVÁ (2009), kdy byly bukové relikty nalezeny v různých typech terénu neovlivněných vodou (od skal po roviny), zatímco dub, který byl také monitorován, se vyskytoval převážně na rovinách nebo méně sklonitých svazích.

Trend umělé obnovy se zde vyvíjí od sadby do oplocenek společně s jedlí směrem k sadbě buku bez oplocení (k ochraně proti zvěři slouží pouze nátěry). Pouze v některých případech je sazen s jedlí, kdy vedle oplocenky se sazenicemi jedle je nasázena obnova buku bez oplocení. Obvykle se bukem zalesňují kůrovcová kola, takže tvar obnovovaných ploch není nijak pravidelný. Během let bylo vyzkoušeno několik způsobů, jak jej vhodně obnovovat. Např. na svazích byly vytvářeny velmi úzké náseky, které měly šířku asi poloviny výšky porostu (viz obrázek č. 3). Přirozená obnova bukového zmlazení byla v porostech nalezena často. Problém výběru byl spíše s velikostí obnovené plochy. Většinou se jednalo o malé kotlíky, jejichž velikost není dostačující k vyhodnocení zmlazení.



Obr. 3: Velmi úzká forma násečného způsobu obnovy buku
Very narrow strip felling with beech artificial regeneration

Výběr obnovy byl silně limitován tlakem zvěře, přesto některé obnovované plochy buku poškozené zvěří nebylo možné vyloučit z důvodu absence podobných ploch ve stejných stanovištních podmínkách. Příčinou bylo vynechání aplikace nátěrů proti okusu zvěří. Po dohodě s personálem NPCŠ by příští rok tento problém nastat neměl.

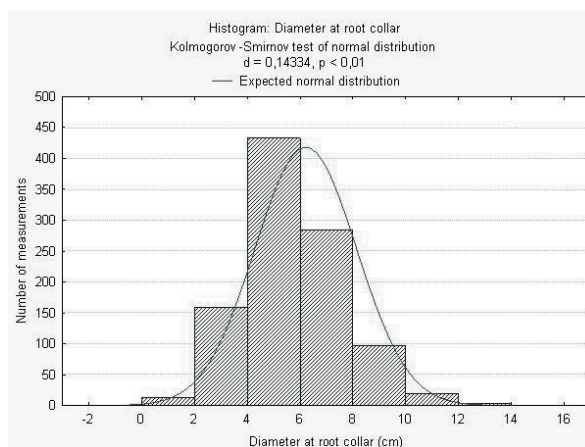
Výsledky měření

Jak již bylo výše uvedeno, v nynější fázi monitoringu je změřeno všech 12 ploch pro buk a 5 ploch pro jedli. Kompletní statistické vyhodnocení bude proto provedeno až po dokončení měření. Zatím jsou patrné pouze trendy, ke kterým naměřené hodnoty směřují. Na TVP se nalézalo různé množství sazenic od 34 jedinců (nedostačující množství, kdy TVP nešlo nahradit) po 340 ks (obrázek č. 1). Každá plocha reprezentuje určitý obnovní způsob, nebo odlišné stanovištní podmínky, na kterých lze tentýž obnovní způsob porovnávat (viz tabulka č. 1 a 2)

Výsledky hodnocení obnovy buku

Plocha 10B byla jako jediná obnovována uměle podrostním způsobem (viz obr. č. 1). Stav přirozené obnovy byl zjišťován na TVP 12B. Ostatní plochy jsou založeny v porostech obnovených holosečným způsobem pro porovnání SLT 3K, 4K a 5K, edafických kategoriích na SLT 4K, 4I a 4N a expozic svahu terénu (viz tabulka č. 1).

Při testování dat pro zjištění vlivu délky doby od zalesnění na tloušťku kořenového krčku pomocí Kolmogorova – Smirnova testu na hladině významnosti $p < 0,01$ bylo zjištěno, že hodnoty nemají normální rozdělení (viz obrázek č. 4 a 5). Proto byl pro testování hypotézy H_0 použit neparametrický test Spearmanův korelační koeficient na hladině významnosti $p < 0,05$ s výslednou hodnotou $r_s = (-0,17318$; viz obrázek č. 6). To znamená, že hypotéza H_0 byla zamítnuta a že délka doby od zalesnění nemá vliv na tloušťku kořenového krčku a tudíž není důvod, proč by nemohly být sazenice z výše jmenovaného důvodu porovnávány.



Obr. 4: Histogram rozdělení dat tloušťky kořenového krčku sazenic buku dle Kolmogorova - Smirnova testu
Histogram of data distribution of diameter at root collar of beech seedlings according to the Kolmogorov - Smirnov test

Zdravotní stav sazenic vykazuje významnou časovou proměnlivost, protože po dubnovém terénním šetření v roce 2010, kdy byly plochy vybrány, a obnova nejevila známky poškození zvěří, se její stav během nadcházejících letních měsíců významně změnil. Převážná část ploch nebyla ošetřena nátěry proti okusu zvěří z důvodu šetření financí (ŠTEFLOVÁ 2010, JANČÍ 2010) a velká část obnovy (hlavně sazenic) byla proto v září 2010 nalezena okousaná zvěří. V důsledku tak

má 57% jedinců ukousnutý terminální výhon a vytvořen náhradní. 7% stromků je poškozeno mechanicky, 7% tvořeno stromky s rozdvojenými korunami,

Tab. 1: Popis jednotlivých TVP s obnovou buku
Description of individual permanent research plots with beech regeneration

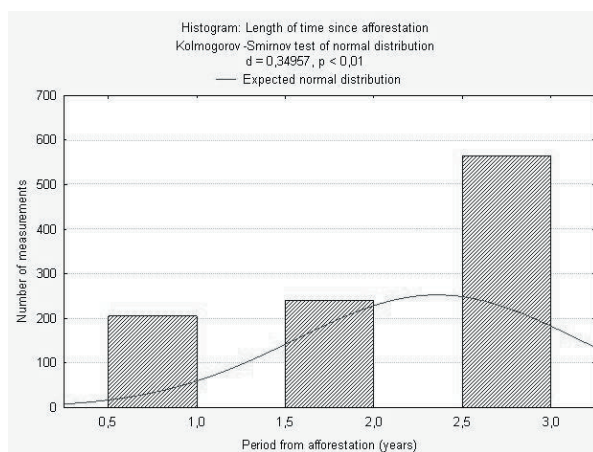
Plot / Plocha	Stand unit / Porost	Regeneration / Obnova	Silvicultural sys- tem / Hospodářský způsob	Ground / Aspect Terén / Expozice	Ecosite / SLT	Plot size / Velikost plochy (m)	Number of individuals / Počet jedinců	Comparative charac- teristics / Porovnávání charakteristiky
1B	819A11a - J	artificial	regeneration by strip felling	slope / south	5K	40 x 5	102	unit of forest type, ex- position
2B	819A11a - Z	artificial	clear cutting	slope / western	5K	40 x 5	66	exposition
3B	719C10b	artificial	clear cutting	slope / eastern	4K	20 x 10	34	exposition
4B	421B11a/1b	artificial	clear cutting	slope / south	3K	20 x 10	31	unit of forest type
5B	421A10a	artificial	regeneration by strip felling	slope / south	4K	40 x 5	114	unit of forest type
6B	417C10/1p	artificial	regeneration by strip felling	slope / eastern	4N	40 x 5	66	edaphic category
7B	412E12/1e	artificial	regeneration by strip felling	slope / south	3K	20 x 10	65	unit of forest type
8B	406D11a - K	artificial	clear cutting	slope / north	4K	20 x 10	90	exposition
9B	406D11a - I	artificial	clear cutting	plain	4I	20 x 10	73	edaphic category
10B	602B9v	artificial	regeneration under a shelterwood	plain	4K	40 x 40	340	reproduction method
11B	414F8	artificial	regeneration by strip felling	plain	4K	20 x 10	60	reproduction method
12B	710B10b	natural	regeneration under a shelterwood	plain to slope / south	4K	40 x 40	77	reproduction method

Ecosite: Climatic domain (3 – beech with oak; 4 – beech; 5 – beech with fir); Soil category (K – acidic; N – stony; I – illimeric)

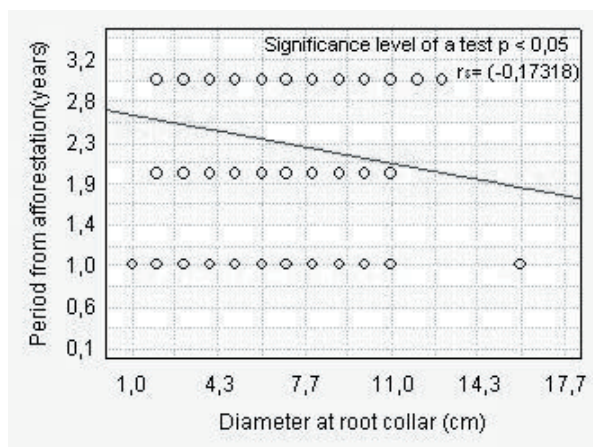
Tab. 2: Popis TVP s obnovou jedle
Description of individual permanent research plots with fir regeneration

Plot / Plocha	Stand unit / Porost	Regeneration / Obnova	Silvicultural system / Hospodářský způsob	Ground / Aspect Terén / Expozice	Ecosite / SLT	Plot size / Velikost plochy (m)	Number of individuals / Počet jedinců	Comparative charac- teristics / Porovnáva- né charakteristiky
1J	602B9v	artificial	regeneration under a shelterwood	plain	4K	40 x 40	46	unit of forest type
2J	702A8b_1- 4K	artificial	regeneration under a shelterwood	plain	4K	circular, perimeter 60 m	60	edaphic category
3J	702A8b_2- 4I	artificial	regeneration under a shelterwood	plain	4I	circular, perimeter 60 m	60	edaphic category
4J	702A8b_3- 4I	artificial	regeneration under a shelterwood	plain	4I	circular, perimeter 60 m	58	edaphic category
5J	702A8b_4- 4I	artificial	regeneration under a shelterwood	plain	4I	circular, perimeter 60 m	64	edaphic category

Ecosite: see Tab. 1



Obr. 5: Histogram rozdělení dat délky doby od zalesnění sazenic buku dle Kolmogorovova - Smirnovova testu
Histogram of data distribution according to time since afforestation of beech seedlings according to the Kolmogorov - Smirnov test



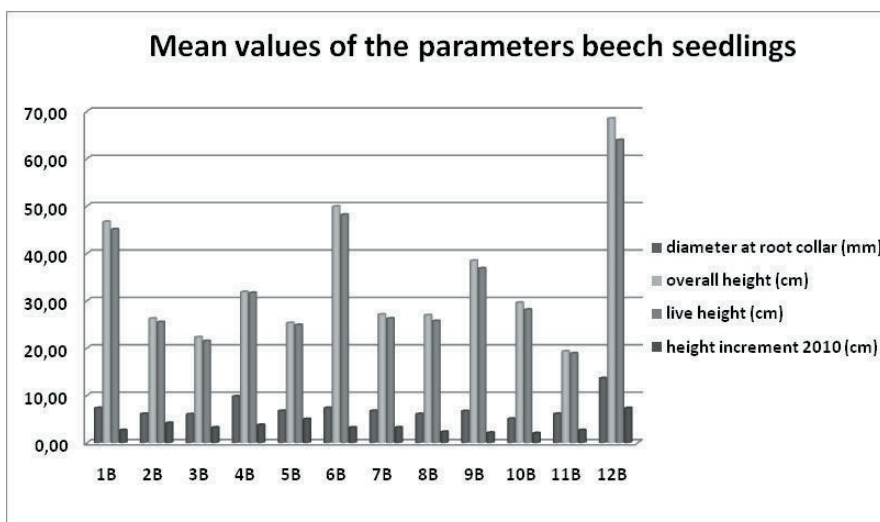
Obr. 6: Graf Spearmanova korelačního koeficientu tloušťky kořenového krčku a délky doby od zalesnění sazenic buku
Chart Spearman correlation coefficient r_s of diameter at root collar and time since afforestation of beech seedlings

noty má ještě TVP 1B na jižní expozici. Zde byl v roce 2009 tlak zvěře také silný. Trend ukazuje, že vliv na tak vysoké hodnoty měl přírůst v minulých letech.

Pro lepší představu o vlivu zvěře na růst obnovy jsou na obrázku č. 8 znázorněny charakteristiky sazenic buku nepoškozené zvěří. Bylo vybráno pouze 6 ploch, kde se vyskytovalo alespoň 35 % sazenic bez okusu zvěře nebo stromky se dvěma a více terminály, kdy byl alespoň jeden v pořádku. Z obrázku je patrné, že plo-

kdy je narušen pouze jeden z terminálních výhonů, 1 % obnovy je mrtvé a pouhých 28 % stromků roste bez poškození. Dalším důvodem tak velkého tlaku zvěře je velmi malé množství přirozené obnovy v okolí. Tento problém se týká hlavně východní části parku, kde značně převládají smrkové monokultury nad pestřejšími smíšenými lesy. V západní části NP je druhová skladba lesa pestřejší a buk zde vlivu zvěře odrůstá mnohem lépe (JANČÍ 2010).

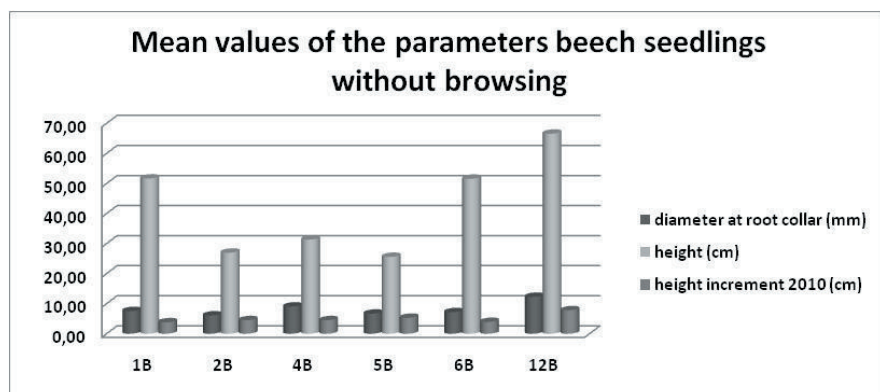
Z obrázku č. 7 lze vyčíst trend velkého rozdílu hodnot u TVP 12B. Tato plocha byla obnovena přirozeným způsobem, některé stromky jsou tudíž odrostlejší, a proto mají tendenci ovlivnit celkové průměrné hodnoty. Dále je zřejmý nárůst výšky sazenic na ploše 6B. Tato TVP byla jako jediná natřena proti okusu zvěří, proto její růst nebyl tolik narušen. Další plochy ošetřeny nebyly, a proto jsou hodnoty jejich parametrů značně menší vlivem silného tlaku zvěře. Vyšší hod-



Obr. 7: Střední hodnoty parametrů obnovy buku na TVP

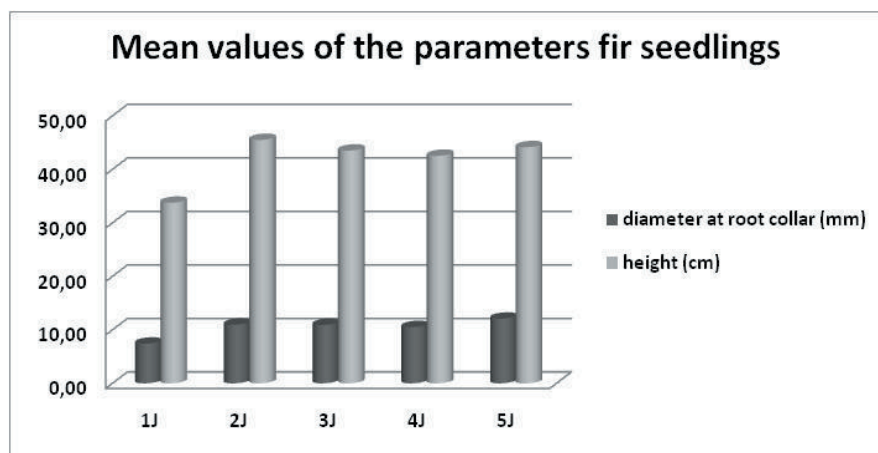
Mean values of the parameters of beech seedlings within permanent research plots

cha 12B, které byla obnovena přirozeně má tendenci přerůst ostatní plochy stejně, jako tomu bylo u grafu na obrázku č. 7. Plocha 6B již ostatním plochám nedominuje. Stejných hodnot výšky i přírůstu také nabývá plocha č. 1. Důvodem je již výše jmenovaný vliv zvěře. Velkým rozdílem hodnot výšek mezi plochou 1B a 2B, které jsou založeny blízko sebe, by bylo možné sledovat vliv jiné expozice. Stejně tak by bylo možné pozorovat velký rozdíl v přírůstu mezi plochami 2B a 4B, který by mohl poukazovat na vhodnější podmínky 3K pro růst buku oproti SLT 5K. Ale v takto malém vzorku měření, o kterém nelze určitě říct, že je dostatečný, není možné takové závěry dělat. Proto je nutné příští rok zajistit vhodné odpovídající vzorky bez vlivu zvěře.

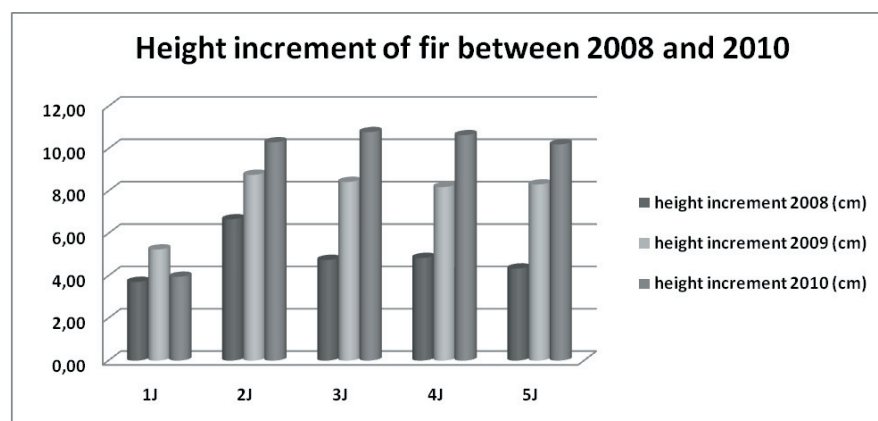


Obr. 8: Střední hodnoty parametrů obnovy buku na TVP bez vlivu zvěře

Mean values of the parameters of beech seedlings within permanent research plots without browsing



Obr. 9: Střední hodnoty parametrů sazenic jedle na TVP
Mean values of the parameters of fir seedlings within permanent research plots



Obr. 10: Výškový přírůst jedle v letech 2008 až 2010 na TVP
Height increment of fir between 2008 and 2010 within permanent research plots

Výsledky hodnocení obnovy jedle

Sazenice jedle nejsou na rozdíl od buku poškozeny tlakem zvěře. Oplocení ochránilo sazenice od okusu. Jedině u plochy 1J (viz tabulka č. 2), kde je jedle bez oplocení (pouze natírána), bylo poškození nalezeno u 26 % sazenic.

Většina sazenic byla nalezena v dobrém stavu (95 %). Pouhé 4 % z měřeného počtu nemá původní terminální výhon. Jsou to sazenice z výše jmenované plochy 1J. Ostatní sazenice rostoucí v oplocenkách jsou zcela bez poškození. Zbývající 1 % z celkového počtu - sazenic, které nevytvořily žádný terminál, také patří k TVP 1J.

Růst sazenic vykazuje podobnou tendenci u všech TVP v porostu 702A8b. Poněkud významnější rozdíl je mezi plochou 2J na kyselém stanovišti a ostatními,

založenými na uléhavé kategorii 3J, 4J a 5J (viz obr. č. 9). Plochy byly zalesněny v roce 2007 a zjištěné hodnoty naznačují (obrázky č. 10), že v roce 2008, rok po zalesnění, sazenice na kyselém stanovišti dokázaly růst rychleji než ostatní, což se odráží i na nynější průměrné výšce dosahující skoro 45 cm. V roce 2009 však došlo téměř k vyrovnání výškového přírůstu jedle na uléhavém a kyselém stanovišti a v roce 2010 rostly jedle na uléhavých půdách ve dvou případech dokonce rychleji. Přičemž velikost přírůstu se na všech plochách od roku 2008 zvyšovala s výjimkou plochy více poškozené zvěří (1J). Ovšem tvrzení, že kyselé stanoviště má vliv na rychlejší ujímaní stromků v prvním roce oproti uléhavým půdám, je zatím nepodložené. Vše se ukáže v dalším období věnovaném tomuto výzkumu a po statistickém vyhodnocení.

Nižší hodnoty na ploše 1J jsou způsobeny, jak už bylo řečeno, okusem zvěře. Zde je dobře patrné, jak významný vliv může mít zvěř na výsledky měření. Proto je třeba do budoucnosti dbát na to, aby byly všechny stromky řádně ošetřeny.

ZÁVĚR

Naměřená data jsou zatím zpracována pouze předběžně bez statistického vyhodnocení. Po ukončení měření budou kompletně zpracována a statisticky vyhodnocena.

Výsledky měření buku zatím ukazují na významný vliv zvěře. Je ale nutné podotknout, že při prvotním výběru výzkumných ploch nebylo poškození tak významné (jinak by tyto plochy při terénním šetření vybrány nebyly). Škody se významně projeví až následně po pěti měsících při měření. Většina z nich byla poničena jarním okusem, proti kterému nebyly stromky natřeny, což mělo na následující období velký vliv (ŠTEFLOVÁ 2010, JANČÍ 2010). Tento problém by měl být v nadcházející sezóně vyřešen, pokud nebude buk silně narušen letošními pozdními mrazy. Dále bylo zjištěno, že tloušťka kořenových krčků buku na vybraných TVP není ovlivněna délkou doby od zalesnění, což znamená, že je možné mezi sebou porovnávat i jiné sazenice, které nebyly zalesněny ve stejném roce.

Naopak jedle je v poměrně dobrém stavu a několik ploch už nyní naznačuje rozdíl mezi jednotlivými stanovišti. Jestli je tomu opravdu tak, je otázkou dalšího výzkumu. Větší představu o rozdílných stanovištních podmínkách by měly do budoucna přinést výsledky kontinuálního měření čidel vlhkosti a teploty půdy a teploty vzduchu, která budou zahájena v následujících týdnech.

Na závěr je nutné poukázat na potenciál možností výzkumu v NPCŠ. Přestože svými unikátními přírodními podmínkami nabízí vědecké sféře velmi zajímavé možnosti, neprobíhá zde zatím tolik výzkumných projektů jako v ostatních NP České republiky.

LITERATURA

- DIACI J. 2002. Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management* [online]. 161/1-3. [cit 2010 – 01 – 10.]. ISSN: 0378-1127 (Online)
- DOBROVOLNÝ L. 2009. Spontánní šíření buku ve smrkové monokultuře – příklad ze saské části Krušnohoří. In: *Zborník recenzovaných příspěvků z mezinárodní*

- nej vedeckej konferencie Pestovanie lesa jako nástroj cielávedomého využívaní potenciálu lesov. Zvolen, Technická univerzita: s. 125-134.
- DOBROVOLNÝ L. 2010. Pronikání buku (*Fagus sylvatica* L.) do smrkové monokultury z jednotlivě z jednotlivě vtroušených matefských porostů – iniciální fáze. Dizertační práce. Brno, Mendelova univerzita: 243 s.
- HURT V. 2009. Způsob posouzení stavu kulturních lesních porostů určených k přestavbě (transformaci) v přírodě blízké lesy na příkladu nadregionálního bio-centra. In: Zborník recenzovaných príspevkov z mezinárodnej vedeckej konferencie Pestovanie lesa jako nástroj cielávedomého využívania potenciálu lesov. Zvolen, Technická univerzita: s. 221-231.
- JALOVIAR P., KUCBEL S. 2009. Základná charakteristika svetelnej mikroklimy v bukovom prírodnom lese v NPR Badinský prales. In: Zborník recenzovaných príspevkov z mezinárodnej vedeckej konferencie Pestovanie lesa jako nástroj cielávedomého využívania potenciálu lesov 2009. Zvolen, Technická univerzita: s. 299-305.
- JANČÍ P. 2010. Osobní sdělení.
- KOLEKTIV. 2007A. Plán péče pro NP České Švýcarsko.
- KOLEKTIV. 2007B. Rozbory NPCŠ. Krásná Lípa, Správa Národního parku České švýcarsko: 30 s.
- KUČERAVÁ B. 2009. Prostorová lokalizace buku lesního a dubu letního v převážně smrkových porostech mýtního věku na území revíru Zadní Jeřichovice (NP České Švýcarsko) s návrhem obnovních postupů. Diplomová práce. Praha, FLD ČZU: 78 s.
- KUITERS A. T., SLIM P. A. 2002. Regeneration of mixed deciduous forest in a Dutch forest-heathland, following a reduction of ungulate densities. Biological Conservation. [online]. 105/1 [cit 2009 – 10 – 21.]. ISSN: 0006-3207. (Online)
- KUNEŠ P., POKORNÝ P., ABRAHÁM V. 2005. Rekonstrukce přirozené vegetace pískovcových skal NP České Švýcarsko a přilehlého pískovcového území formou pylových analýz. Závěrečná zpráva projektu. Praha, Karlova univerzita, Přírodovědecká fakulta: 20 s.
- MOSANDL R., KLEINERT A. 1998. Development of oaks (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) emerged from bird-dispersed seeds under old-growth pine (*Pinus silvestris* L.) stands. Forest Ecology and Management [online]. 106/1. [cit 2009 – 11 – 12.]. ISSN: 0378-1127 (Online)
- LETZMAN K. 1999. Gap Light Analyzer. User manual and program Documentation, Version 2.0. Burnaby, Simon Fraser University.
- REMEŠ J., ZEHNÁLEK P., KUŠTA T. 2007. Struktura a vývoj dlouhodobě cloněných nárostů v systému přírodě blízkého hospodaření v lesích. In: Sborník příspěvků z vědecké konference Význam přírodě blízkých pěstování lesů pro jejich stabilitu, produkční a mimoprodukční funkce. Praha, ČZU FLD: s. 96-102.
- SMEJKAL J. 2010. Osobní sdělení.
- SOUČEK J., TESAŘ V. 2008. Metodika přestavby smrkových monokultur na stanovištích přirozených smíšených porostů. Opočno, VÚHLM: 37 s.
- SZWAGRZYK J., SZEWCZYK J., BODZIARCZYK J. 2001. Dynamics of seedling banks in beech forest: results of a 10 - year study on germination, growth and survival. Forest Ecology and Management [online]. 141/3 [cit 2009 – 11 – 28.]. ISSN: 0378-1127 (Online).

ŠTEFLOVÁ D. 2010. Osobní sdělení.

VLČEK V. 2010. Kalibrace vlhkostního čidla TST1 pro minerální a organické půdy. Bakalářská práce. Praha, ČVUT: 55 s.

Zákon č. 161/1999 Sb., kterým se vyhlašuje Národní park České Švýcarsko, a mění se zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

ZERBE S. 2002. Restoration of natural broad – leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations. Forest Ecology and Management [online]. 167/1 – 3. [cit 2009 – 2– 15.]. ISSN: 0378-1127 (Online)

Adresa autora:

*Ing. Barbora Kučeravá,
Česká zemědělská univerzita v Praze,
Fakulta lesnická a dřevařská,
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka
e-mail: kucerava@fd.czu.cz*

**ANALÝZA ŠTRUKTÚRY PRIRODZENEJ OBNOVY V BUKOVOM PRÍRODNOM LESE
v NPR Rožok**

*NATURAL REGENERATION ANALYSIS IN BEECH OLD-GROWTH FOREST
IN NNR ROŽOK*

LENKA BUGOŠOVÁ, LUCIA DANKOVÁ

ABSTRACT

The paper deals with the natural regeneration analysis on transect 100×200m (2 ha) that was established on Fagetum pauper vst group of forest types within the PRP (200×250m) in beech old-growth forest NNR Rožok. The highest frequency of natural regeneration was registered in optimum stage (51,527 pc.ha⁻¹), whereas the area of open and expanded canopy gaps reached the lowest values (32 m² or 306 m² respectively) here. This frequency comprised in share of 77.63 % from the individuals from the category up to 20cm with the mean value 30 000 pc.ha⁻¹, which sharply decreased in following height categories. Number of 31 732 pc.ha⁻¹ and 16 481 pc.ha⁻¹ of natural regeneration individuals was recorded in growth stage or breakdown stage respectively. There was not confirmed any significant relationship between the percentual share of open canopy gaps and natural regeneration frequency in particular height categories (R² ranged between 0.19–0.5).

Keywords: beech old-growth forest, canopy gaps, NNR Rožok, Fagetum pauper vst

Kľúčové slová: bukový prírodný les, porastové medzery, NPR Rožok, Fagetum pauper vst

Úvod

Bukové pralesy predstavujú jeden z najdôležitejších lesných spoločenstiev v Európe (PETERKEN 1996), pričom reprezentujú najvyšší stupeň prirodzenosti. Pralesovité zvyšky o výmere niekoľkých hektárov až po niekoľko sto hektárov sa nachádzajú najmä v juhovýchodnej Európe (LEIBUNGUT 1993; KORPEL 1995; TABAKU 1999). Pralesy výnimočných výmer nad 1000 ha môžeme nájsť len v Albánsku, Rumunsku a Ukrajine (TABAKU 1999). Karpatské bukové pralesy na východnom Slovensku patria k najzachovalejším pralesovitým objektom nielen na Slovensku, ale aj v rámci Európy. Nachádzajú sa na ťažko prístupných lokalitách obklopené rozsiahlymi rovnorodými bukovými lesmi s málo narušeným ekotypom v širšom okolí.

Prirodzená obnova patrí z hľadiska ekologického, biologicko-produkčného a ekonomického k významným zložkám i nenahraditeľným prostriedkom v prírode blízkom pestovaní lesa (KORPEL 1978). Práve vďaka nepretržitej existencii prirodzenej obnovy na ploche porastu je zabezpečená kontinuálna výmena generácií klimaxových drevín v pralese (KORPEL 1989).

Veľký význam v dynamike ekosystému porastu zohrávajú porastové medzery (v anglickej literatúre označované termínom „gaps“) (RUNKLE 1998; BARNES et al. 1998). Tie vznikajú odumretím jedného alebo niekoľkých úrovňových stromov v poraste v dôsledku disturbanceí abiotickými, biotickými činiteľmi malého rozsahu alebo dosiahnutím fyzického veku. Medzery sú z dôvodu zvýšenia prísunu

svetelného žiarenia a zmeny porastovej mikroklimy postupne vyplňané inými jedincami (WHITMORE 1978).

Jedným z primárnych mechanizmov zabezpečujúcich striedanie vývojových štádií pralesa je autoregenerácia, ktorá je v úzkom spojení so vznikom porastových medzier. V bukovojedľových porastoch južnej a strednej Európy sú to porastové medzery malej a strednej výmery, ktoré sú dominantným procesom dynamiky porastu (DIACI et al. 2003; ZEIBIG et al. 2005; NAGEL et al. 2006 in ROZENBERGAR et al. 2007). Výskumom porastových medzier v prírodných bukových lesoch v Európe sa zaoberali napr. TABAKU (1999) v troch Albánskych porastoch, ZEIBIG et al. (2005) v Slovinsku a DRÖSSLER (2006), DRÖSSLER A VON LÜPKE (2005) na Slovensku.

Cieľom tejto práce bolo analyzovať distribúciu jedincov prirodzenej obnovy na tranzekte 100 × 200 m (2 ha) založeného v rámci TVP (200 × 250 m) v jednotlivých štádiách bukového prírodného lesa v NPR Rožok v SLT *Fagetum pauper* vst a vyhodnotiť vplyv plošného podielu otvorenej porastovej medzery na početnosť prirodzenej obnovy buka.

MATERIÁL A METODIKA

NPR Rožok sa rozprestiera na výmere 67,13 ha a orograficky patrí do východných Karpát, pohoria Bukovské vrchy, pod správu LZ Ulič. Nachádza sa na 48°58' 30" severnej zemepisnej šírky a 22°28'00" východnej zemepisnej dĺžky (UNESCO 2007), v nadmorskej výške 500–790 m n. m., na prevažne severne, čiastočne západne a severozápadne exponovanom svahu so sklonom 40–50%. Územie patrí do humídnej oblasti s priemerným úhrnom zrážok 780 mm a priemernou ročnou teplotou 7 °C. Za rezerváciu bola vyhlásená z dôvodu ochrany zvyšku typického bukového pralesa rozhodnutím komisie SNR pre školstvo a kultúru č. 26 z 28. 6. 1965 úpravou č. 7282/1965-osv./10 (VYSKOT et al. 1981).

Geologické podložie na prevažnej časti rezervácie tvorí pieskovec, na menšej časti územia sú to ílovité bridlice. Dominantným pôdnym typom je mezotrofná hnedá lesná pôda. Na 85 % výmery NPR prevažuje SLT *Fagetum pauper* vst, zvyšných 15 %, v súvislom pruhu v najvyššej časti NPR patrí do SLT *Fagetum typicum*.

Pre potreby výskumu bola po dôkladnej rekognoskácii terénu založená trvalá výskumná plocha (ďalej TVP) v 4. bukovom LVS v SLT *Fagetum pauper* vst, v časti porastu, ktorý predstavuje homogénnu plochu s typickým pralesovitým charakterom, bez viditeľného antropogénneho vplyvu, na svahu s rovnakým sklonom, expozíciou a pôdnym typom.

TVP má rozmery 200 × 250 m s výmerou 5 ha (dlhšou stranou po spádnicu) a kvôli lepšej orientácii bola zahustená sieťou 80 čiastkových plôch (ďalej len ČP) s rozmermi 25 × 25 m. Na TVP bola evidovaná plošná distribúcia otvorených a rozšírených medzier spolu s plošnou distribúciou nekromasy. V rámci TVP bol vytýčený transekt o výmere 2 ha (100×200 m), dlhšou stranou v smere po vrstevnici tvorený z 32 ČP, v rámci ktorých boli vykonávané podrobné merania.

Na tranzekte boli merané nasledovné veličiny:

- hrúbky stromov s $d_{1,3}$ väčšou ako 2,0 cm s presnosťou na 1 mm,
- výšky stromov s presnosťou na 0,5 m,
- výšky nasadenia korún živých stromov s presnosťou na 0,5 m,
- situácia stojacich stromov v súradnicovom systéme x, y ($d_{1,3} \geq 2,0$ cm) a projekcie korún živých stromov ($x_1 - x_n$),
- situácia padnutých stromov a ich objem,
- situácia otvorených a rozšírených medzier, ich výmera a počet vypadaných stromov,
- štruktúra jedincov prirodzenej obnovy klasifikovaná podľa KORPELA (1989).

Na každej ČP tranzektu boli zaznamenávané jedince prirodzenej obnovy s hrúbkou kmeňa vo výške $d_{1,3}$ menšou ako 2,0 cm na šiestnástich štvorcových skusných plochách (spolu 32×16) s dĺžkou strany štvorca 1,5 m ($2,25 \text{ m}^2$) a klasifikované podľa Korpeľa (1989) do nasledovných výškových kategórií:

- 1) jedince do výšky 20 cm,
- 2) jedince s výškou 21 – 50 cm,
- 3) jedince s výškou 51 – 80 cm,
- 4) jedince s výškou 81 – 130 cm,
- 5) jedince s výškou 131 cm – jedince s hrúbkou $d_{1,3} < 2,0$ cm.

Každá ČP bola zaradená do jedného z troch štádií pralesa podľa KORPELA (1989).

EVIDENCIA PORASTOVÝCH MEDZIER

Plošná distribúcia porastových medzier a ich výmera bola zachytávaná pomocou prístroja Field Map na celej ploche TVP. Počet odumretých stromov, ktoré vytvorili medzeru (tzv. gapmakerov) bol zisťovaný priamo v teréne a zadávaný k popisu jednotlivých medzier spolu so stupňom ich rozkladu. Evidencia porastových medzier vychádzala z metodiky RUNKLA (1992), ktorá diferencuje medzeru otvorenú a rozšírenú.

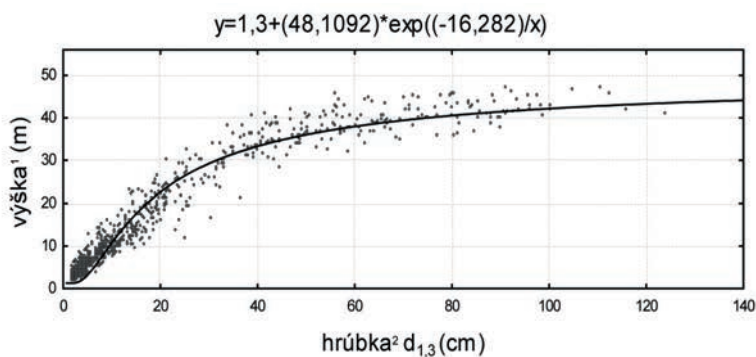
Otvorená medzera je definovaná ako vertikálny priemet otvoru v porastovom zápoji prenesený na pôdny povrch, ktorý vznikol odumretím jedinca alebo jedincov z hornej vrstvy porastu. Za jedinca z hornej vrstvy porastu bol považovaný taký jedinec, ktorého hrúbka bola väčšia ako hraničná hrúbka stromu zodpovedajúca 2/3 hornej výšky porastu podľa IUFRO klasifikácie (LEIBUNGUT 1956).

Rozšírená medzera bola definovaná ako priestor medzi bázami kmeňov stromov ohraničujúcich otvorenú medzeru (RUNKLE 1982).

Otvorená a rozšírená medzera boli evidované iba vtedy, ak boli na ploche medzery ešte identifikovateľné zvyšky odumretých jedincov, ktorých vypadnutím medzera vznikla, pričom medzera bola považovaná za uzavretú ak následná generácia dosiahla strednú vrstvu. Výmera plochy porastovej medzery ako aj percentuálny plošný podiel medzier na jednotlivých ČP bol vypočítaný automaticky pomocou softwaru Field-Map na základe zadaných vstupných údajov o jej pozícii v súradnicovom systéme.

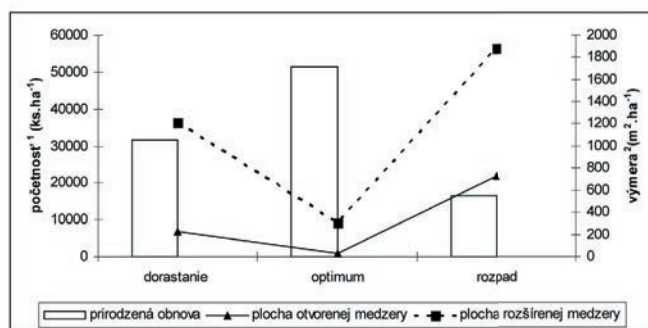
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe podrobných meraní na tranzekte boli odvodené hraničné hodnoty kritéria pre determinovanie gapmakerov a porastových medzier (obr. 1). Odumretý strom bol považovaný za gapmakera len v prípade, že vypadol z hornej vrstvy porastu, pričom hranica medzi strednou vrstvou a hornou vrstvou porastu bola výška stromu 27 m, čo zodpovedalo hrúbke $d_{1,3} = 28$ cm. Medzera bola považovaná za uzavretú ak následná generácia dosiahla strednú vrstvu i.e. $d_{1,3} > 12$ cm.

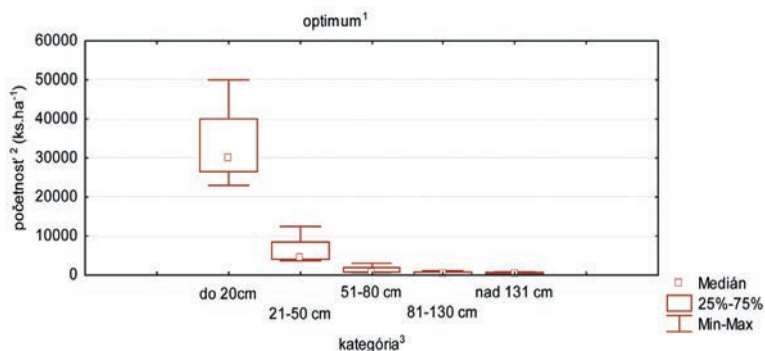


Obr. 1: Závislosť medzi výškou a hrúbkou v NPR Rožok vyrovnaná Michajlovou funkciou
Height and diameter relationship fitted by Michajlov's formula in NNR Rožok
¹height, ²dbh

V rámci výskumu bola na skúmanej ploche zistená najväčšia početnosť prirodzenej obnovy (51 527 ks.ha⁻¹) v štádiu optima (obr. 2), kde bol však podiel otvorených ako aj rozšírených medzier najnižší (32 m², resp. 306 m²). Táto početnosť bola až zo 77,63 % tvorená jedincami v kategórii do 20 cm so strednou hodnotou 30 000 ks.ha⁻¹ (obr. 3). Svedčí to o veľkej schopnosti buka obnovovať sa aj pod clonou materského porastu, kedy v prípade štádia optima jedince hornej vrstvy



Obr. 2: Štruktúra početnosti jedincov prirodzenej obnovy a výmery porastových medzier v jednotlivých štádiách pralesa na tranzekte v NPR Rožok
Structure of natural regeneration number and area of canopy gaps in particular developmental stages of virgin forest on transect in NNR Rožok
¹ number, ²area of the canopy gap



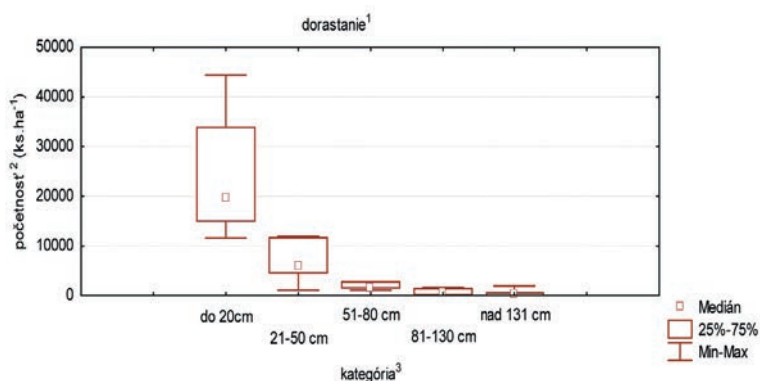
Obr. 3: Početnosti jedincov prirodzenej obnovy v jednotlivých výškových kategóriách na transekte v NPR Rožok v štádiu optima

Number of natural regeneration in particular height categories on transect in NNR Rožok in optimum stage

¹optimum stage, ²number, ³category

značne redukovujú prísun slnečného žiarenia do spodných vrstiev porastu. Už Korpel (1979) konštatoval v štádiu optima v Stučici súvislé plochy bukovej obnovy do výšky 20 cm. Zároveň tieto výsledky korešpondujú so zisteniami SZWAGRZYKA et al. (2001), ktorí zistili, že hoci klíčenie a ujímanie semenáčikov buka v prvých rokoch nie je závislé od množstva dopadajúceho slnečného žiarenia, ich dlhodobé prežívanie je nevyhnutne spojené s vytvorením porastovej medzery v ich blízkosti. To vysvetľuje i existenciu vysokého počtu jedincov prirodzenej obnovy v kategórii do 20 cm s nízkym podielom otvorených medzier (32 m²) v štádiu optima a ich pokles až o 78 % v kategórii 21–50 cm.

Rozdelenie zistených hodnôt prirodzenej obnovy v jednotlivých výškových kategóriách v rámci štádia dorastania je znázornené na obr. 4. Na základe uvedeného obrázka môžeme konštatovať, že v štádiu dorastania medián hodnôt dosahuje naj-



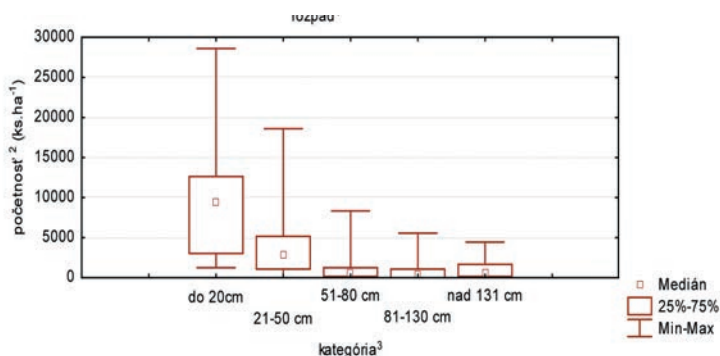
Obr. 4: Početnosti jedincov prirodzenej obnovy v jednotlivých výškových kategóriách na transekte v NPR Rožok v štádiu dorastania

Number of natural regeneration in particular height categories on transect in NNR Rožok in growth up stage

¹ growth up stage, ²number, ³category

vyššiu hodnotu v kategórii do 20 cm (19 722 ks.ha⁻¹), pričom sa početnosť na jednotlivých ČP pohybovala v rozpätí od 11 555–44 444 ks.ha⁻¹. Najnižšia hodnota mediánu početnosti bola zistená v kategórii nad 130 cm (277 ks.ha⁻¹), kde sa početnosť pohybovala v rozpätí od 0–1 944 ks.ha⁻¹ pričom početnosť prirodzenej obnovy klesá so zvyšujúcou sa výškou jedincov.

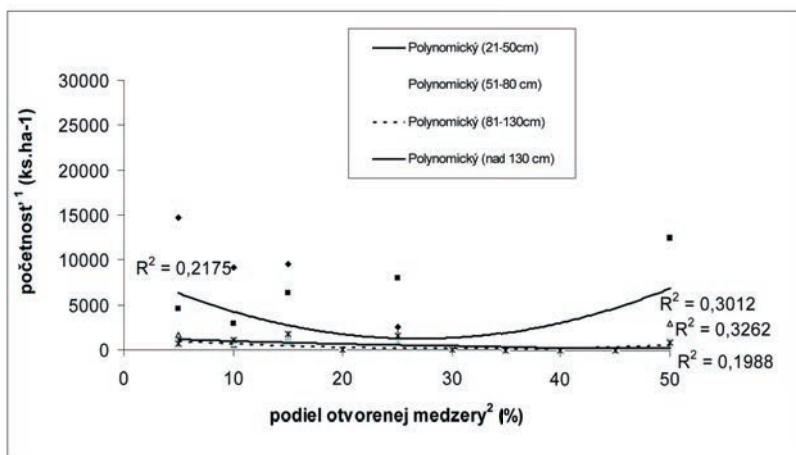
Výškovú štruktúru prirodzenej obnovy v štádiu rozpadu ilustruje obr. 5, pričom najvyššie hodnoty prirodzenej obnovy boli zistené opäť v kategórii do 20 cm,



Obr. 5: Početnosti jedincov prirodzenej obnovy v jednotlivých výškových kategóriách na transekte v NPR Rožok v štádiu rozpadu

Number of natural regeneration in particular height categories on transect in NNR Rožok in breakdown stage

¹breakdown stage, ²number, ³category



Obr. 6: Závislosť početnosti prirodzenej obnovy buka od percentuálneho podielu otvorenej medzery na transekte v NPR Rožok

Relation between number of beech individuals and and share of canopy gaps on transect in NNR Rožok

¹ number, ²share of the canopy gap

s hodnotami v rozpätí 0–1 244 ks.ha⁻¹ s mediánom hodnôt v bode 9 422 ks.ha⁻¹. Zároveň ČP transektu v štádiu rozpadu sa vyznačovali najnižšou celkovou početnosťou jedincov.

Analýza závislosti výskytu prirodzeného zmladenia od percentuálneho plošného zastúpenia podielu otvorených medzier z plochy porastu je znázornená na obr. 6. Po vyrovnaní bodových polí početnosti jedincov prirodzenej obnovy na ha v jednotlivých kategóriách plošného zastúpenia podielu otvorených medzier polygónmi druhého stupňa sa zistila veľmi voľná až žiadna závislosť (R^2 v rozpätí od 0,19–0,32) v jednotlivých výškových kategóriách. Tieto zistenia korešpondujú so zisteniami BALANDU (2009) v zmiešanom prírodnom lese NPR Hrončecký Grúň.

ZÁVER

Rozbor výsledkov regeneračných procesov v NPR Rožok potvrdil, že z hľadiska potrieb zabezpečenia kontinuálneho nástupu následnej generácie pralesa je počet jedincov na skúmanej ploche dostatočný. Vysoká početnosť jedincov prirodzenej obnovy v najnižších výškových kategóriách na plochách s najnižším podielom otvorených a rozšírených medzier v štádiu optima potvrdzuje, že buk ako drevina znášajúca zatienenie relatívne dlhú dobu klíči a ujíma sa pri relatívne malom osvetlení a určitý počet jedincov buka z prirodzenej obnovy sa nachádza aj v dobre zapojených častiach pralesa. Tieto jedince využívajú svoj vekový náskok a po zlepšení rastových podmienok sa zvyšuje ich intenzita výškového rastu a presúvajú sa do strednej vrstvy porastu a uzatvárajú porastovú medzeru.

Zároveň sa nepotvrdila žiadna významná závislosť vzťahu medzi percentuálnym plošným podielom otvorených medzier a početnosťou jedincov prirodzenej obnovy buka v jednotlivých výškových kategóriách.

POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla s podporou grantovej agentúry Vega 1/0128/09.

LITERATÚRA

- BALANDA M. 2009. Regeneračné procesy prírodného zmiešaného lesa v NPR Hrončecký Grúň. In Pestovanie lesa ako nástroj cieľavedomého využívania potenciálu lesov. Zvolen, NLC Zvolen: s. 275-282.
- BARNES B. B., ZAK D. R., DENTON S. R., SPURR S. H. 1998. Forest ecology. New York, John Wiley: 774 s.
- DIACI J., ROZENBERGAR D., BONČINA A. 2003. Interactions of light and regeneration in Slovenian Dinaric Alps: patterns in virgin and managed forests. In Natural Forests in the temperate Zone of Europe – Values and Utilisation. Birmensdorf: Swiss Federal Research Institute WSL: s. 154-160.
- DRÖSSLER L. 2006. Struktur und Dynamik von zwei Buchenurwäldern in der Slowakei: Dissertation. Göttingen, Georg-August-Universität: 103s.
- DRÖSSLER L., VON LÜPKE B. 2005. Canopy gaps in two virgin beech forest reserves in Slovakia. Journal of Forest Science, 51, s. 446-457.

- KORPEL Š. 1978. Začiatkové fázy prirodzenej obnovy bukových porastov. In Pestovanie a produkcia buka. Bratislava, Príroda: s 109-141.
- KORPEL Š. 1979. Prales Stučica - štruktúra, vývoj a produkčné pomery. In Čsl. Ochrana prírody, 19: s. 5-36.
- KORPEL Š. 1989. Pralesy Slovenska. Bratislava, Veda: 329 s.
- KORPEL Š. 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart – Jena – New York, Gustav Fischer Verlag: 310 s.
- LEIBUNGUT H. 1956. Empfehlungen für die Baumklassenbildung und Methodik bei Versuchen über die Wirkung von Waldpflegemaßnahmen. IUFRO sektion 23, 10, Mitteilungen.
- LEIBUNGUT H. 1993. Europäische Urwälder. Bern und Stuttgart, Paul Haupt: 260 s.
- PETERKEN G. 1996. Natural Woodland. Cambrige, Cambrige university press: 87 s.
- ROZENBERGAR D., MIKAC S., ANIĆ I., DIACI J. 2007. Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe, Forestry, 80, 4: s. 431-443.
- RUNKLE J. 1982. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of Eastern North America. Ecology, 63: s. 1533-1546.
- RUNKLE J. 1992. Guidelines and Sample Protocol for Sampling Forest Gaps, Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-283. Portland, OR : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station: 31 s.
- RUNKLE J. 1998. Changes in southern Appalachian canopy trees gaps sampled thrice. Ecology, 79: s. 1768-1780.
- SZWAGRZYK J., SZEWCZYK J., BODZIARCZYK J. 2001. Dynamics of seedling banks in beech forest: result of 10-year study on germination, growth and survival, Forest Ecology and Management, 141: s. 237-250.
- TABAKU V. 1999. Struktur von Buchen-Urwäldern in Albanien im Vergleich mit deutschen Buchen-Naturwaldreservaten und -Wirtschaftswäldern, Dissertation, Göttingen, Georg-August-Universität: 206 s.
- UNESCO. 2007. Draft Decision: 31 COM 8B. In 16WHC-07/31.COM/8B. Nominations of properties to the World Heritage List. WORLD HERITAGE COMMITTEE Thirty-first session Christchurch, New Zealand, 23 June-2 July 2007 [online]. Paris, 2007b [cit. 2009-02-10]. Dostupné na internete: <<http://whc.unesco.org/en/decisions/1314>>.
- VYSKOT M. a kol. 1981. Československé pralessy. Praha, ACADEMIA: 272 s.
- WHITMORE T. C. 1978. Gaps in the forest canopy. Tropical trees as living systems. New York, Cambridge University Press: s. 639-655.
- ZEIBIG A., DIACI J., WAGNER S. 2005. Gap disturbance patterns of a Fagus sylvatica virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia. For. Snow Landsc. Res., 79: s. 69-80

Adresa autorů:

*Ing. Lenka Bugošová, Ing. Lucia Danková,
Technická univerzita vo Zvolene,
Lesnícka fakulta,
T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen
e-mail: lenka.bugos@gmail.com, dankova.lucia@gmail.com*

ZALOŽENÍ EXPERIMENTÁLNÍ PLOCHY S RŮZNÝMI ZPŮSOBY OBNOVY LESA NA PLOŠE PO VĚTRNÉ KALAMITĚ

FOREST RENEWAL METHODS USED WITHIN WIND-DISTURBED AREA — ESTABLISHMENT OF AN EXPERIMENTAL PLOT

LUMÍR DOBROVOLNÝ, VÁCLAV HURT, ANTONÍN MARTINÍK

ABSTRACT

The whirlwind (Antonín) affected the area of interest in June 2010. Result of this calamity was 60 000 m³ of incidental felling and 77 ha of clearing. The research plot (spruce silviculture on the middle rich forest type) was established by employees of the Silviculture Department of Forestry and Wood Technology Faculty, Mendel University, Brno. The aim of this experiment was to compare different methods of renewal which were applied within the clearing due to salvage felling. There are three treatments situated within the experimental plot: Plantation of target tree species (spruce, beech and others), assisted seeding of birch and an area without intentional interventions (only spontaneous process of regeneration).

Keywords: calamity, dynamics of forest renewal, planting, seeding, spontaneous regeneration, pioneer species

Klíčová slova: kalamita, dynamika obnovy lesa, výsadba, sje, samovývoj, přípravné dřeviny

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Přírodní kalamitní události jsou již od počátku nerozlučitelně spojeny s lesním hospodářstvím (např. NOŽIČKA 1957). Dopady těchto kalamit lze sice do značné míry vhodnou péčí a dřevinou skladbou eliminovat, nikoliv však zcela vyloučit (TESAŘ 2010).

Hlavní příčinou přírodních kalamit jsou abiotičtí činitelé, především pak vítr (FORST 1985). Především poslední desetiletí jsou častá na výskyt silných větrných poryvů páchající značné škody na lesních porostech. Připomenout lze např. orkán Kyrill, kterému na území ČR padlo v r. 2007 za oběť kolem 12 mil m³, nebo vichřici Emma, která o rok později znamenala kolem 3 mil m³ kalamitní těžby (LIŠKA, TUMA 2008). V zahraničí, konkrétně v Německu a ve Francii byla často zmiňována větrná smršť Lothar (prosinec 1999), ve Švédsku kalamita Olaf (rok 2005) nebo kalamita ve Vysokých Tatrách na Slovensku (listopad 2004). Je přitom zřejmé, že zatímco vzdušné proudění na úrovni silného větru a vichřice nad 60 km.hod⁻¹, resp. 18 m.s⁻¹) postihuje především labilní přeštíhlené porosty, silnějším poryvům, tj. vichřicím nebo orkánům podléhají porosty bez rozdílu na jejich stav. Různověkost a druhová pestrost je nicméně základem stability lesních porostů (např. SANIGA, BRUCHÁNIK 2009; KOŠULIČ 2010 a,b).

Kromě kalamit celorepublikového nebo celoevropského rozsahu dochází rovněž k lokálním a regionálním kalamitním událostem. Dne 12. 6. 2010 udeřila na území Dražanské vrchoviny (PLO 30) větrná smršť Antonín. Nejvýznamněji byly kalamitou postiženy majetky Lesů města Brna a ŠLP Křtiny. Na území ŠLP Ma-

sarykův les Křtiny padlo následkem kalamity přibližně 60 000 m³ dřevní hmoty. Celková výměra kalamitních ploch dosáhla asi 77 ha. Typický byl roztroušený dopad kalamity na lesní porosty. Smršť bořila nejen smrkové monokultury ale vyvracela i staleté listnáče (MAUER 2011). Nejvíce postiženou dřevinou byl smrk, dále pak buk na SLT 3B, 4S, 4K. Podobný rozsah a charakter měla kalamita také na území Lesů města Brna (NESHYBA 2010).

Zvládnutí následků kalamit a obnova vzniklých holin je odvislá od řady faktorů, především od rozsahu a způsobu poškození porostů (PĚNČÍK 1958). Kromě tradičních způsobů obnov kalamitních ploch, mezi něž nesporně patří zalesnění cílovými dřevinami přímo na holinu, se méně obvyklé způsoby (např. využití přípravných dřevin) využívají velice omezeně a spíše z nutnosti (KOZEL 2008). Ponechávání holin samovývoji je pak u nás diskutováno především ve spojitosti s velkoplošnými chráněnými územími (KREČMER 2003, HOFMEISTER, SVOBODA 2007). Jiná situace je v Německu, kde je tato problematika studována s ohledem na dosažení jasného hospodářského cíle – minimalizace nákladů a efektivita obnovy, diferencovaná a stanovištně odpovídající struktura následného porostu a podpora místní biodiverzity. Výsledky nejsou jednotné, závisí na mnoha faktorech. Např. FISCHER (2009 in LEDER et al. 2010) zjišťuje v národním parku Bavorský les v prvních fázích samovývoje nástup hlavně ostružiníku a třtiny. Ty později nahradí bříza, smrk jako klimaxová dřevina se však neprosadí. Naproti tomu např. LEDER et al. (2010) hodnotili 3letý samovývoj kalamitní holiny po orkánu Kyrill (svěží stanoviště středních poloh). Zjišťují dostatečný počet semenáčků z přirozené obnovy (v průměru 7276 jedinců na ha, z toho smrk 2956 jedinců) v dřevinné skladbě, odpovídající stanovišti i provozním cílům. Zejména je zdůrazněn pozitivní význam pionýrských dřevin při přípravě prostředí pro úspěšné zmlazení cílových dřevin. Na odrůstání zmlazení působila negativně zvěř. V rámci oplocených ploch byl zjištěn až 1,5 násobně větší počet jedinců zmlazení.

Obnova následků kalamity byla na ŠLP Křtiny započata bezprostředně po jejím vzniku. Plánováno bylo zalesnit vzniklé, vyklizené a zarovnané holiny ručně nebo mechanizovaně, a to hlavně smrkem a bukem. Pro každou holinu vznikla technologická karta, kde byla navržená dřevinná skladba, spon, a velikost holiny, resp. počet sazenic.

Z popudu mladých vědeckých pracovníků ÚZPL byla po rekognoskaci terénu vybrána na území ŠLP Křtiny kalamitní plocha „Tipeček“, kde vznikl záměr porovnat jednotlivé způsoby obnovy kalamitních ploch. Cílem příspěvku je představit tento projekt a shrnout úvodní poznatky ze založení výzkumných ploch.

MATERIÁL A METODY

Zájmová experimentální kalamitní plocha „Tipeček“ se nachází na katastrálním území obce Jedovnice, přibližně 1 km jižní směrem od této obce (obr. 1). Velikost plochy je přibližně 1,5 ha se západní expozicí se sklonem terénu od 5 do 20°. V podloží se nachází překryvy břidlic, prachovců a drob na nichž se vytvořila varieta půdního typu kambizem typická mezotrofní. Nadmořská výška se zde pohybuje v rozpětí od 500 do 520. Z hlediska lesnické typologie převládá SLT 3S (svěží dubová bučina).



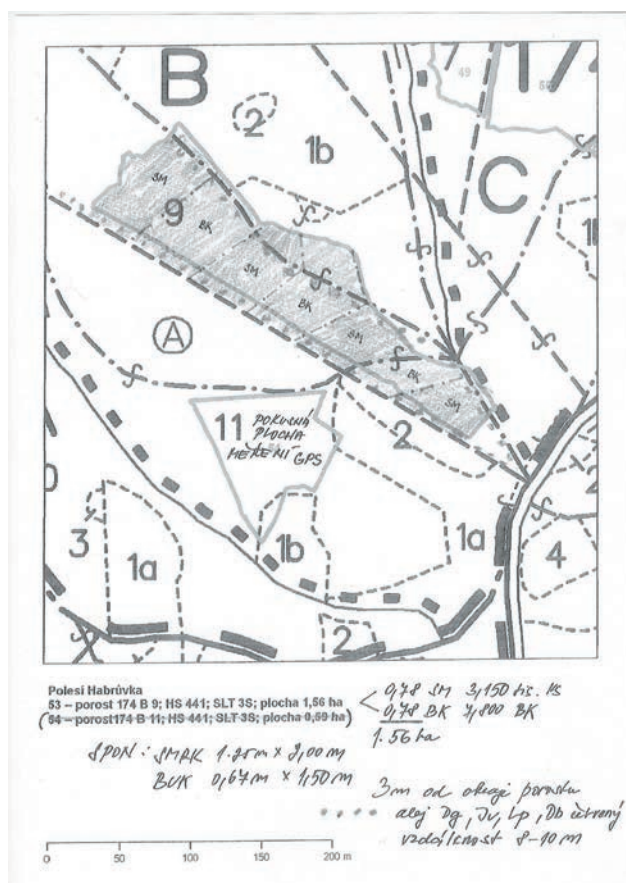
Obr. 1: Lokalizace experimentu
Localization of the experiment

Výchozí stav poškozeného porostu a porostů okolních před kalamitou je uveden v tabulce 1. Nejvíce zastoupenou dřevinou na současné výzkumné ploše podle údajů LHP (KOLEKTIV 2003) byl s 87% smrk, v příměsi do 10% jej následoval modřín, borovice a bříza. V okolních porostech (obr. 2) taktéž převažoval smrk (91 % celkové porostní zásoby), následoval modřín (4 %), borovice (3 %), douglaska a bříza (po 1%). Vtroušené postavení měl buk.

Tab. 1: Základní charakteristika experimentálního porostu 174B9 a porostů v jeho bezprostřední blízkosti před kalamitou dle LHP s platností 1. 1. 2003–30. 12. 2012 (KOLEKTIV 2003)
Description of the experimental stand (174B9) and neighbouring stands before disaster (Source: Forest management plan being valid between 1.1. 2003–30. 12. 2012)

Porostní skupina	Výměra [ha]	Současný věk	Zakmenění	HS	SM %	BO %	MD %	DG %	BK %	BR %
174Ba1a	0.89	10	10	441	100					
174Ba1b	1.62	12	9	406	0				100	
174Ba2	0.2	19	9	441	85			15		
174Ba9	6.51	94	10	441	87	4	7			2
174Ba11	3.57	113	10	441	95	1	2	2		
174Ca9	4.52	96	10	441	90	7	1	1		1

Captions: 1 – area; 2 – age; 3 – stocking; 4 – management units; tree species composition (%); SM – spruce; BO – pine; MD – larch; DG – Douglas fir; BK – beech; BR – birch.



Obr. 2: Technologická karta a mapa porostní - experimentální plocha a okolí
Technological situation and stand map

rovozem původně navržená obnova kalamitní plochy měla být provedena výsadbou buku a smrku (obr. 2). Pro potřeby našeho experimentu byl tento návrh pozměněn a došlo k navržení následujících variant obnovy:

- výsadba,
- síje,
- samovývoj.

Experiment, založený pro dlouhodobý výzkum, umožní vzájemné pěstebně-ekonomické porovnání všech tří variant.

a) Výsadba

Varianta spočívá v provedení provozní výsadby smrkem a bukem. Kromě evidence všech vysázených dřevin zde budou v následujících letech sledovány ztráty, poškození zvěří, ochranná opatření (zvěř a buřň) a případná vylepšení. U všech vysázených dřevin bude v prvních letech sledován výškový a později i tloušťkový přírůst.

Současně budou zaznamenány veškeré pěstební úkony z hlediska ekonomiky, tj. souhrn všech nákladů.

b) Síje

Síje předpokládá výsev břízy jako tzv. přípravné dřeviny. Na ploše síje nepředpokládáme v prvních cca třech letech žádné další pěstební zásahy. Výjimkou je případná opakovaná síje při nezdaru výsevu. V dalších letech bude pěstební péče na této variantě probíhat dle stavu porostu a pěstební úvahy. Kromě přirozené obnovy, resp. kultivace cílových dřevin do porostu břízy se uvažuje i o dopěstování vzniklého „březového“ porostu.

Na síti dílčích plošek o velikosti 1 m² (viz výsledky) budou každoročně zaznamenávány údaje o vyskytujících se dřevinách. Sledován bude jejich výškový (později i tloušťkový) přírůst a mortalita. Metodika sledování bude po odrostení dřevin dále upravena.

Podobně jako v případě výsadby bude i u této varianty sledována ekonomika pěstební péče.

c) Samovývoj

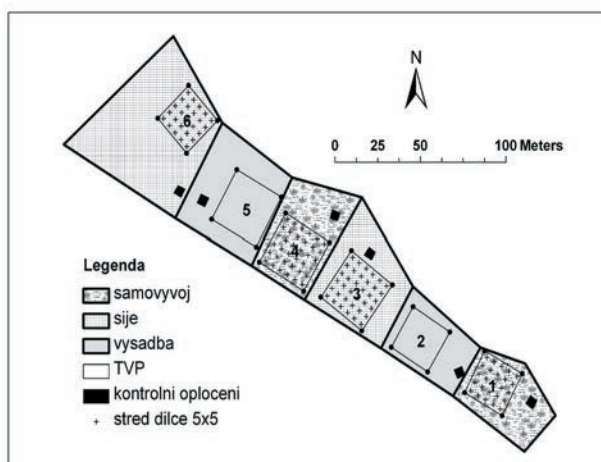
Varianta nazvaná samovývoj bude od vzniku experimentu ponechána bez úmyslných zásahů. Podobně jako na variantě síje bude i zde na síti dílčích plošek sledován stav a vývoj bylinné i dřevinné fytoocenózy (viz výsledky).

Ke sledování poškození zvěří bylo na všech variantách navrženo oplocení 5 × 5 m.

VÝSLEDKY

1. Založení experimentu - popis (podzim 2010):

V založeném experimentu na kalamitní holině cca 1,5 ha jsou sledovány 3 varianty obnovy lesa – výsadba, síje, samovývoj. Každá varianta má dvě opakování.



Obr. 3 Schéma založení experimentu
Design of the experimental plots

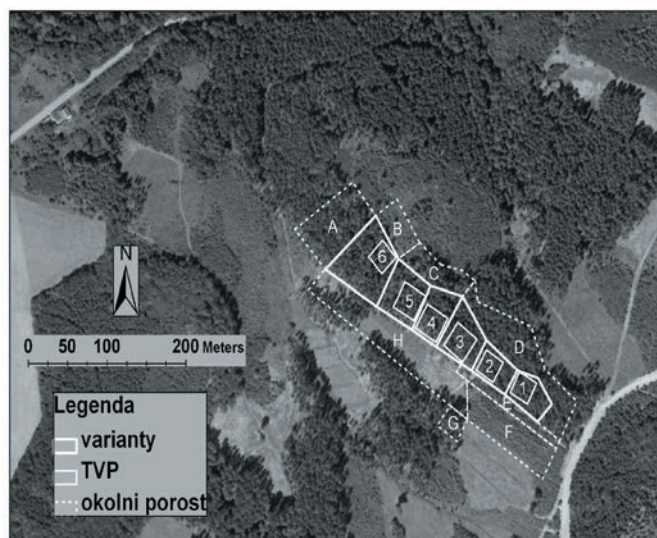
Vlastní výzkumná šetření budou probíhat na *trvalých výzkumných plochách (TVP 1 - 6)* a v kontrolním oplocení (5 x 5 m) v rámci každé varianty (obr. 3). Plošné výměry variant závisí na velikosti holiny, resp. její části (tab. 2). TVP jsou čtverce 25 x 25 m (malá), resp. 30 x 30 m (velká) dle velikosti variant a umístěny byly tak, aby nejlépe reprezentovaly danou variantu.

Vývoj bylinné a dřevinné vegetace bude sledován na TVP v rámci varianty sje a samovývoj. Za tímto účelem jsou TVP rozčleněny na *samostatné dílce* v pravidelné síti 5 x 5 m (obr. 3). Na každém dílci bude pořízen úplný fytocenologický zápis. Na středech dílců zastaničených železnými hřeby - *ploška 1 m²* - bude podrobně sledován vývoj dřevin.

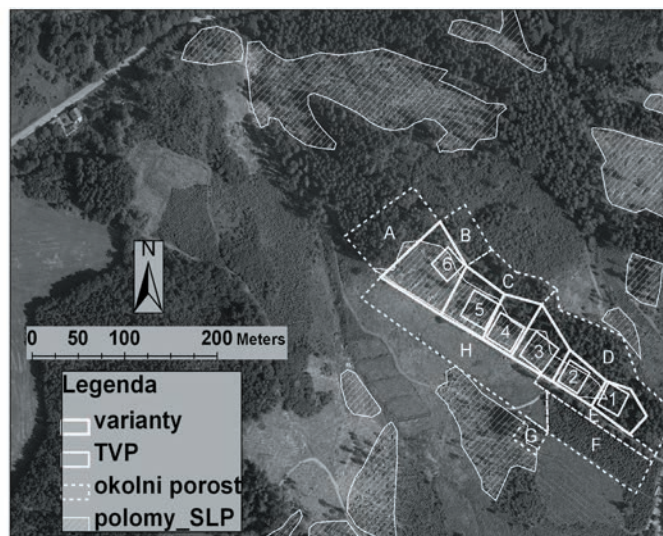
Tab. 2: Základní charakteristika variant a TVP
Description of treatments and plots

varianta	plocha [ha]	TVP č.	plocha [ha]
výsadba	0.44	2	0.0625
		5	0.0900
sje	0.70	3	0.0900
		6	0.0625
samovývoj	0.40	1	0.0625
		4	0.0900

Umístění experimentu a stav porostů před kalamitou znázorňuje obr. 4. Původní výměra holé kalamitní plochy pro experiment činila cca 1 ha, po zpracování kala-



Obr. 4: Založený experiment na podkladě leteckého snímku před kalamitou
The experimental plot captured in aerial photo (situation before disaster)



Obr. 5: Založený experiment na podkladě leteckého snímku po kalamitě, vč. ukázky prostorového rozmístění polomů v okolí

The experimental plot captured in aerial photo (situation after disaster including spacing of windbreak areas (hatched areas))

mity se její velikost zvýšila na cca 1.5 ha (obr. 5). Kalamitní plochy menších výměř jsou prostorově nepravidelně roztroušené.

2. Založení experimentu - specifikace (jaro 2011):

a) Výsadba

Výsadba na navržené variantě proběhla během měsíce října r. 2010.

- *Sadební materiál:* BK 0,5-0,5; SM 1+k1 (před výsadbou byl sadební materiál ošetřen přípravkem proti okusu).
- *výsadby:* pro obě plochy - střídavý 2 řady SM (*Picea abies*) a 2 řady BK (*Fagus sylvatica*), buk: $2 \times 0,5$ m, tj. 10 tis. ks $\times$ ha $^{-1}$; smrk: $2 \times 1,25$ m, tj. 4 tis. ks $\times$ ha $^{-1}$.
- *Počty sazenic:* TVP 2 – SM: 110 ks; BK: 353 ks
TVP 5 – SM: 141 ks; BK: 561 ks.

Výsadba sice proběhla běžným provozním způsobem, nicméně vzhledem ke zcela nevyhovujícímu sponu v případě buku bylo na TVP 5 navrženo doplnění - vznikne tak smíšený porost pestré druhové skladby. TVP 2 byla ponechána jako kontrola pro pěstebně-ekonomická šetření.

- *Návrh na doplnění:*

dub: mezi dvě řady buku, v řadách po 1 m;

modřín: jako dub, místo 8 dubu;

lípa a buk: střídavě do meziřady smrk-buk, resp. buk a smrk, v řadách po 1,5 m.

b) Síje

Síje byla provedena na obou TVP, resp. na variantě „síje“ ve dvou obdobích, a to na podzim a na jaře. V obou případech se jednalo o dávku $1 \text{ g} \times \text{m}^{-2}$. Celkem bylo na této variantě vyseto $2 \times 7 \text{ kg}$, tedy 14 kg semen břízy. Vzhledem k nedostatku osiva břízy byl použit směsný vzorek získaný smísením dílčího osiva. Jeho podrobná charakteristika je uvedena v tabulce 3. Výsledný vzorek byl podroben zkouškám kvality, a to jak před podzimní, tak jarní síjí.

Tab. 3: Výchozí semenný materiál pro síjí
Description of seeds used

Vzorek	Označení	Rok sběru	Množství (kg)	Zkouška jakosti k (datum)	Klíčivost (%)	Počet (ks) klíčivých semen v 1 kg
1	CZ-1-1-BR-17-17-1-H	2005	7,9	4.1. 2006	64	1 145 635
2	CZ-1-2C-BR-371-31-3-M	2007	4,4	10.3. 2008	25	742 857
3	CZ-1-1-BR-17-17-1-H	2006	1,7	13.12 2006	15	597 222

Souběžně byly na velké variantě mimo TVP vytvořeny dílčí pokusné plošky o velikosti 1 m^2 ke sledování vzházivosti břízy dle termínu výsevu (podzim – jaro) a přípravy půdy (bez přípravy – s přípravou).

c) Samovývoj

Pro další vývoj struktury vegetace zvláště na variantách síje a samovývoj bude z hlediska šíření diaspor rozhodující skladba stávajících přilehlých hlavně dospělých porostů (obr. 4 a 5, tab. 4).

Tab. 4: Odhad zastoupení dřevin v okolních porostních částech v blízkosti experimentální plochy Tipeček
Tree species composition in stands surrounding the Tipeček experimental plot

Sousedící porostní část	Zastoupení dřevin - odhad	Porostní skupina
A	SM 75, MD 20, BO 2, BR 2	174B9
B	BK 90	174B1b
C	SM 80, BO 13, BR 5, MD 2	174B9
D	SM 50, BO 40, BR 10	174B9, 174C9
E	SM 85, DG 15	174B2
F	SM 100	174B1a
G	skupina několika stromů douglasky	174B11
H	holina obnovena BK, JD (oploceno) a SM	174B11

Captions: SM – spruce; BK – beech; JD – fir; MD – larch; BO – pine; BR – birch; DG – Douglas fir

DISKUSE A ZÁVĚR

S ohledem na předpokládané, resp. již probíhající klimatické změny (MRKVA 2009, SAMEC 2007.) a na skladbu našich lesů lze i do budoucna počítat s rozsáhlými kalamitami, obzvláště pak na zájmových stanovištích středních poloh. Hlavním pěstební opatřením pro zvyšování nejen mechanické stability lesa je dnes změna druhové skladby v prostorovém pořádku. Podíl tzv. melioračních a zpevňujících dřevin je stanovený zákonem a lesnická praxe jej respektuje. Dosavadní provozně relativně dobře zvládnuté postupy tedy spočívají především ve výsadbě cílových dřevin na holou plochu v pěstebnímu systému pasečného lesa. V souvislosti s tím se již delší dobu diskutuje nejen jeho značná ekonomická náročnost, ale i ekologická rizika spojená s výsadbou klimaxových dřevin na holou plochu (např. KAŇÁK 1988, KOŠULIČ 2008, 2010b). Navíc pouze částečná změna druhové skladby vnášením MZD nemusí vždy splnit svůj účel. Účinná bývá celková změna nejen druhové, ale i věkové a prostorové porostní struktury, tzn. celková přestavba v jemnější formy pasečného les až v les nepasečný.

Právě obnova kalamitních ploch se ukazuje jako možnost ke změně stávajícího způsobu hospodaření (KOZEL 2008). Ekonomicky i biologicky výhodné se jeví v co největší míře využít místní přírodní potenciál, tzn. spontánních obnovních procesů lesa - např. přípravných dřevin. Případný odklad zalesnění holin je nejen méně nákladný, ale současně vytváří předpoklady pro vznik smíšeného lesa s hloučkovitou prostorově nepravidelnou texturou. „Maloplošná“ povaha polomů po smršti Antonín a poměrně pestrá skladba porostů v okolí založeného experimentu slibují zajímavé výsledky v pozorování prostorové i časové dynamiky lesa, zejména rychlosti spontánního nástupu cílových dřevin (hlavně smrk, buk, dub, modřín, borovice, douglaska). Vědecké práce na dané téma u nás téměř chybí, přitom v zahraničí se této problematice věnuje stále větší pozornost. Je tedy na čase otevřít dané téma i u nás a mezeru pěstebního výzkumu začít postupně vyplňovat. Je to první krok k případné leso-politické změně.

Založená výzkumná plocha „Tipeček“ představuje v podmínkách ČR a na konkrétním stanovišti (HS 45 v ČR nejrozšířenější) zásadní příspěvek do diskuse k tématu alternativních možností obnovy kalamitních ploch. Kromě krátkodobých výsledků jako např. ekonomické porovnání obnovy sítí, samovývojem a výsadbou se nabízí snad ještě zajímavější sledování dlouhodobějšího charakteru. Vhodná lokalizace na území ŠLP Křtiny také, jak doufáme, umožní vytvořit z výzkumné plochy výukový a demonstrační objekt ústavu pěstění lesa LDF v Brně.

Předkládaný článek je prvním sdělením o vzniku, založení a metodice daného experimentu. Další výstupy s již exaktními daty lze očekávat v průběhu tohoto roku, především pak v letech následujících. V této fázi chtěli autoři vyzdvihnout především význam celého experimentu a vůbec obecně nastínit směr dalšího bádání na poli pěstebního výzkumu.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek vznikl díky finanční podpoře grantu MŠMT NAZV „Optimalizace pěstebních opatření pro zvyšování biodiverzity v hospodářských lesích.“ č. QI102A-O85 a výzkumného záměru LDF MZLU v Brně MSM 6215648902 „Les a dřevo

– podpora funkčně integrovaného lesního hospodářství a využívání dřeva jako obnovitelné suroviny“ dílčí úkol 02/01/01 „Produkční potenciál a stabilita smíšených porostů 3. a 4. lesního vegetačního stupně“ a 02/01/02 „Stabilita a produkční potenciál smíšených listnatých porostů chlumních oblastí“ Naše poděkování rovněž patří zaměstnancům Ústavu geoinformačních technologií za poskytnutá data, dále děkujeme pracovníkům a vedení ŠLP „Masarykův les“ Křtiny za spolupráci při zakládání experimentu.

LITERATURA

- FORST P. 1985. Ochrana lesů a přírodního prostředí. SZN Praha: 409 s.
- HOFMEISTER J., SVOBODA M., 2007. Samovolný vývoj horských lesů - odpovědný přístup k ochraně přírody, či nezodpovědný experiment? Lesnická práce, č. 7: s. 13-15.
- KAŇÁK K. 1988. Několik připomínek k rekonstrukci lesa v imisních oblastech. Lesnická práce, č. 9: s. 409-415.
- KOLEKTIV. 2003. Lesní hospodářský plán, LHC ŠLP Masarykův les Křtiny. Platnost 1.1.2003 – 31.12.2012, Lesprojekt Brno, Brno: 50 s. + přílohy.
- KOŠULIČ M. 2008. Problematika zalesňování holin. Lesu zdar, č. 12: s. 10-13.
- KOŠULIČ M. 2010 a. Zahájení přestavby smrčín v mladém věku, č. 4, s. 20-21.
- KOŠULIČ M. 2010 b. Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu, FSC – Brno: 449 s.
- KOZEL H. 2008. Kalamita jako východisko přestavby lesních porostů. Lesnická práce, č. 12: s. 8-9.
- KREČMER V. 2003. Možná rizika pro kulturní krajinu při ponechávání lesních ekosystému samovolnému vývoji. Sborník referátů – Problematika ponechání vybraných lokalit lesů samovolnému vývoji, Svatý Jan pod Skalou: s. 3-6.
- LEDER B., KUMMER H., SCHMITZ K-H. 2010. Vegetationsentwicklung auf einer „Kyrill“-Sturmurffläche. AFZ-DerWald, 14: s. 28-29.
- LIŠKA J., TUMA M. 2008. Ochrana lesa po orkánu Kyrill a vichřici Emma. Lesnická práce, č. 4: s. 14-16.
- MAUER P. 2011. MENDEL GREEN - časopis Mendelovy univerzity v Brně, ročník III., č. 1, http://www.slpkrtiny.cz/slp-krtiny/napsali-o-nas/likvidace-nasledku-kalamity-antonin-a1686026/?search_vyraz%5B0%5D=%7Cn%7Cantonin&search_zvyrazni=true.
- MRKVA R. 2009. Jak zabránit zhoršování zdravotního stavu našich lesů. Lesnická práce, č. 5: s. 13-15.
- NESHYBA J. 2010. Největší větrná kalamita v historii brněnských městských lesů, Lesnická práce, č. 9: s. 28-29.
- NOŽIČKA J. 1957. Přehled vývoje našich lesů. SZN Praha: 459 s.
- PĚNČIK J. 1958. Zalesňování kalamitních holin. SZN Praha: 261 s.
- SAMEC P. 2007. Přinese klimatická změna oteplení nebo ochlazení? Lesnická práce, č. 5: s. 26-27.
- SANIGA M., BRUCHÁNIK R. 2009. Prírode blízke obhospodarovanie lesa. NLC, Zvolen: 104 s.
- TESAŘ V. 2010. Sněhová kalamita 2010 ve východním Polabí - výzva k přestavbě systému borového hospodářství. In: Sborník referátů – Sněhová kalamita

v borovém hospodářství 2010, Albrechtice nad Orlicí 2010, VÚLHM Opočno: s. 39-44.

THOMASIUŠ H. (překlad Tesař, V.), (nd). Stabilita přírodních i umělých lesních ekosystémů a jejich ovlivnitelnost lesnickými opatřeními. Studijní text – lesnická fakulta Tharandt: 17 s. + 17 s. příloh.

Adresa autorů:

*Ing. Lumír Dobrovolný, Ph.D.,
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita,
Lesnická a dřevařská fakulta,
Zemědělská 3, 613 00 Brno
Česká republika
tel.: + 420 5 45 13 41 28
e-mail: dobrov@mendelu.cz*

VITALITA VÝSADEB LISTNATÝCH ODROSTKŮ V PODMÍNKÁCH JIZERSKÝCH HOR

VITALITY OF THE BROAD-LEAVED SAPLING PLANTATIONS UNDER THE CONDITIONS OF THE JIZERSKÉ HORY MTS.

MARTIN BALÁŠ, IVAN KUNEŠ, TEREZA KOŇASOVÁ, KATEŘINA MILLEROVÁ

ABSTRACT

The possibility of using of the bare-rooted large-sized planting stock (saplings) of broad-leaved tree species is tested in the Jizerské hory Mts. In order to assess the success of planting, the growth development is necessary to recognize. Special new scale was created for the quick visual health status assessment: A – excellent; B – good; C – slightly weak; D – distinctly weak; E – mortality. Two rowan plantations (800 trees altogether) and two beech tree plantations (500 trees altogether) were assessed. Monitoring time was conducted before the end of the vegetation season. The results show that rowan tree can overcome the post-plantation shock markedly better and earlier (about 2/3 of trees show vigorous growth and vitality after three vegetation seasons). The beech tree plantations were in the severe post-planting shock within two years period after outplanting, with no growth and poor vitality. Rapid improvement was recorded during the third season, when about 1/3 of trees probably successfully overcome the post-planting shock. The main reason of the mortality, detected during the first year, was the quite extensive damage caused by rodents. Although the results are preliminary, it is possible to declare that the using of the saplings can be considered as the suitable method for the forest regeneration in the specific conditions.

Keywords: tree growth, vitality, large-sized planting stock (saplings), afforestation, Jizerské hory Mts., rowan, beech.

Klíčová slova: přírůst, vitalita, listnaté odrostky, zalesňování, Jizerské hory, jeřáb, buk.

Úvod

V současné době existuje snaha o úpravu druhové skladby některých nevyhovujících lesních porostů náhradních dřevin, ale i porostů smrku ztepilého na bývalých horských imisních holinách (KOLEKTIV 1997; VACEK et al. 2003; SLODIČÁK et al. 2005; SLODIČÁK, NOVÁK 2008). Použití vyspělého sadebního materiálu v extrémních stanovištních podmínkách horských oblastí představuje jednu z možností, jak alespoň částečně překonat nepříznivé okolnosti růstu listnatých dřevin a usnadnit tak žádoucí úpravu druhové skladby (BALCARL et al. 2007; SLODIČÁK, NOVÁK 2008; ŠRÁMEK et al. 2008).

Vyspělým sadebním materiálem se rozumí poloodrostky (velikost 51–120 cm) a odrostky (121–250 cm). Podrobné parametry specifikuje norma ČSN 482115 (ČNI 1998). U odrostků musí být zachován příznivý poměr nadzemní a podzemní biomasy. Pro úspěšné ujímání sazenic a rychlé překonání šoku z výsadby má zásadní vliv kvalita kořenového systému a jeho schopnost začít se rozrůstat (DAVIDS, JACOBS 2005). Dále je důležité, aby kořenový systém byl intenzivní, ale prostorově kompaktní, aby bylo možné provést výsadbu s menším rizikem poškození kořenů a bez nutnosti kopání nadměrně velkých sadebních jamek.

Požadovaného tvaru kořenového systému se docílí intenzivním tvarováním kořenového systému při školkování a dále několikanásobným podřezáváním (KUNEŠ et al. 2006; BURDA, NÁROVCOVÁ 2009). Vývojem této metody pěstování odrostků, včetně konstrukce příslušné mechanizace, se zabývá BURDA (2009).

Metoda odrostků není univerzální, ale spíše doplňková. Odrostky se mohou významně uplatnit ve speciálních případech, kde je použití sadebního materiálu běžné velikosti z nějakého důvodu nevhodné. Těžiště využití odrostků lze spatřovat zejména při zalesňování stanovišť se silný vlivem buřeně (třtina, ostružiníky apod.) a v kombinaci s individuálními ochranami proti zvěři (tubusy, oplůtky), kdy je žádoucí, aby stromek odrostl a zesílil ještě před ukončením životnosti ochranného zařízení (JURÁSEK et al. 2006). Jako velmi vhodný příklad použití odrostků se dále jeví výsadby pro obohacování druhové skladby okolních monokultur (KUNEŠ et al. 2006; KUNEŠ, BURDA 2007; KUNEŠ et al. 2010; BALÁŠ, KUNEŠ 2010).

Pro posouzení úspěšnosti výsadeb, zejména pro vyhodnocení překonání šoku z výsadby, je třeba znát vývoj jejich růstu a zdravotního stavu apod. – tedy vývoj vitality jedinců, potažmo celé výsadby. Posouzení vitality lesních dřevin je komplexní problematika, kterou je žádoucí posuzovat z více úhlů pohledu (SCHULZ, HARTLING 2003). Obecné termíny vitalita a prosperita vyjadřují zdravotní stav jedinců a nejsou vázány na specifickou veličinu a metodu sběru dat. K hodnocení prosperity výsadeb se nejčastěji využívá zejména klasického zjišťování dendrometrických parametrů (výška, resp. přírůst, tloušťka kmínku). Je předpoklad, že schopnost projevit výškový přírůst je dobrým odrazem celkové životaschopnosti. Tato veličina ovšem přirozeně nemůže postihnout kvalitu měřeného jedince. Navíc, v extrémním horském prostředí bývá měření přírůstu (výšky jedince) obtížné, dochází ke zlomům či ohnutí kmínku, což naměřené hodnoty výrazně zkresluje.

Také proto, že podrobné měření přírůstu je značně časově náročné, existuje snaha o použití metody s minimální časovou náročností založené na komplexním zjišťování celkové prosperity jedince prostřednictvím vizuálního hodnocení vitality (zdravotního stavu). Výškový přírůst je potom pouze jednou ze sledovaných charakteristik, byť důležitou, ke které dále přistupují např. dynamika přírůstu, olistění, výskyt karečnických jevů, množství, tvar a velikosti listů, morfologie a poškození koruny atd.

Podle Lesnického naučného slovníku (POLENO 1995) je termín *vitalita dřevin* chápán jako „*dědičně podmíněná a vnějšími podmínkami ovlivnitelná životaschopnost dřevin, která se projevuje lepší přizpůsobivostí k vnějšímu prostředí, vyšší odolností, větší plodností, větší délkou života, umožňuje dřevině bránit v aktivizaci škodlivých činitelů a odstraňovat následky poškození*“. Podobně v práci DOBBERTIN (2005) je vitalita (podle dalších pramenů) definována jako „*schopnost přežít, životní a růstová síla*“, resp. „*schopnost života, růstu a vývoje*“.

Na základě výše uvedených definic je možné speciálně pro podmínky extrémních horských stanovišť a mladé výsadby vyvodit termín prosperita. Jako prosperující nechť je označen takový jedinec (potažmo kultura, porost, výsadba), který se

adaptoval na nové podmínky prostředí, tedy překonal šok z přesazení, úspěšně odrůstá, rozvíjí se, zvětšuje svoji biomasu. Aby mohla být prosperita zhodnocena, je k tomu zapotřebí pravidelného sledování aktuálního stavu jedince (kultury, výsadby, porostu), tedy jeho vitality. Termín vitalita má proto poněkud užší význam, neboť označuje aktuální stav, byť s přihlédnutím k dynamice minulého i očekávaného budoucího vývoje.

Vitalita je komplexní a abstraktní veličina, která nemůže být měřena přímo. K odhadu vitality však mohou být využity různé metody, jako je přírůst (výškový, tloušťkový), morfologie koruny, analýzy obsahu živin v asimilačních orgánech a dřevě, elektrická vodivost kambia, velikost a tvar asimilačních orgánů, fluorescence nebo luminiscence chlorofylu a další (DOBBERTIN 2005).

Ačkoliv hodnocení vitality pomocí vizuálního pozorování a stupnic zdravotního stavu je spojeno s jistou mírou subjektivity, přesto se v praxi jako doplňková metoda k měření dendrometrických charakteristik běžně používá. Např. EL KATEB et al. (2004) používají stupnici, která zahrnuje tři stupně vitality (*bujný* – jedinec je zdravý, plně olistěn a vůbec nebo jen nepatrně poškozený; *středně vitální* – jedinec je v uspokojivém zdravotním stavu a olistění a/nebo jen středně poškozen; *slabý* – jedinec není zdravý, slabě olistěn a/nebo vážně poškozen). Velmi podobnou stupnici pro hodnocení zdravotního stavu výsadeb v horských polohách používají také LOKVENC, VACEK (1993). Dále je na základě vizuálního určování defoliace (zdravotního stavu) založena standardní metodika hodnocení poškození porostů (průběh zhoršování zdravotního stavu) při jejich vystavení nepříznivým vlivům prostředí (zejm. imisní zátěže) – MZe ČR (1996), VACEK et al. 2007. Stupnice vitality se používají také např. pro posuzování stavu okrasné zeleně (MRAČANSKÁ 2011).

Pro možnost vyhodnocení překonání šoku z přesazení u odrostků listnatých dřevin bylo přistoupeno k vývoji speciální vlastní stupnice, podle které by bylo možné snadno, rychle a výstižně vyhodnotit úspěšnost výsadeb z hlediska dřevinné skladby, stanoviště, hnojení apod., a to i většího počtu jedinců bez náročného měření dendrometrických charakteristik. Stupnice má čtyři stupně, její původní (testovací) verze byla publikovaná v pracích MILLEROVÁ et al. 2009 a VACEK, SIMON et al. 2009.

Samotné hodnocení vitality z podstaty věci nemůže rozlišit různé příčiny poškození, ale pouze poskytuje poměrně rychle a jednoduše zjiitelný obraz o zdravotním stavu daných porostů a poskytuje základní materiál pro vyhodnocení různých pěstebních či melioračních pokusů. Zjišťování příčin poškození je vždy následně úkolem dalších návazných a hlubších studií.

Cílem příspěvku je přinést výsledky tříletého sledování zdravotního stavu výsadeb odrostků listnatých dřevin v nepříznivých růstových podmínkách horských poloh. Prezentované údaje jsou součástí komplexního posuzování vitality výsadeb s využitím různých metod (dendrometrické, vizuální, chemické a fyzikální), jehož výsledky budou publikovány v dalších pracích.

MATERIÁL A METODIKA

Od roku 2007 je v Jizerských horách Katedrou pěstování lesů Fakulty lesnické a dřevařské ČZU v Praze realizován projekt „10 000 listnáčů pro Jizerské hory“ (podrobněji v publikacích KUNEŠ et al. 2006; KUNEŠ, BURDA 2007). Cílem projektu je provozní a výzkumné ověření možností vnášení listnaté příměsi do horských jehličnatých porostů v nepříznivých stanovištních podmínkách formou tzv. podsadbových a prosadbových center, (obr. 1), se zaměřením na využití vyspělého sadebního materiálu (odrostků).



Obr. 1: Výsadba odrostků jeřábu ptačího I (JR) – viz popis dále. Stromky jsou stabilizovány vyvázáním k dřevěnému kůlu a jako ochrana proti zvěři jsou všechny výsadby oploceny
Plantation of the saplings of rowan tree No. I (rowan) – see the description below. Trees are stabilized by the fixation to a wooden sticks. All plots are completely fenced to protect saplings against game browsing

V okolí osady Jizerka v Jizerských horách byly na podzim 2007 založeny celkem tři oplocenky s výsadbami odrostků (pro účely tohoto příspěvku označené I (JR), II (BK), III.a (BK), III.b (JR).

Výsadba I (JR) o velikosti 300 jedinců jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia* L.) je situována u osady Jizerka pod vrchem Bukovec u tzv. Celní cesty v nadmořské výšce cca 850 m na stanovišti částečně ovlivněném vodou, ve výrazné mrazové kotlině (jedna z klimaticky nejextrémnějších v ČR vůbec, pravidelně jsou zde v zimním zaznamenávány teploty pod -30°C , noční mrazíky se nezdá vyskytovat během celého letního období – Balcar, Kuneš,

Baláš, nepublikovaná data). Jedná se o dvojsadbu jeřábu ptačího s tím, že každému odrostku přísluší sazenice normální velikosti (porovnání bude náplní dalších publikací). Všichni jedinci jsou označeni, od počátku je prováděno měření dendrometrických charakteristik a sledování zdravotního stavu. Průměrná výška jedinců (počáteční výška při výsadbě na podzim 2007; konec vegetačních sezon 2008; 2009; 2010): 135 cm; 155 cm; 161 cm; 182 cm. Průměrný meziroční přírůst během v první až třetí sezony po výsadbě (roky 2008 až 2010): 20; 6; 21 cm.

Další šetření byla realizována na doplňkových výsadbách. Tyto výsadby – II (BK), III.a (BK), III.b (JR) – se nacházejí v sousedství spodní části Výzkumné plochy Jizerka, která byla založena VÚLHM v. v. i., VS Opočno (BALCAR, PODRÁZSKÝ 1994). Vzdálenost od výsadby I je cca 1 km. Stručná stanovištní charakteristika (podrobněji např. v BALCAR et al. 2009): SLT 8K, HS 721, průměrná roční teplota $5,1^{\circ}\text{C}$ (1996–2008), průměrný roční úhrn srážek 1096 mm (1994–2008). Výsadby II a III jsou rozptýlené, ve volném sponu. Jedná se o poloprovozní výsadby, u kte-

rých se nepředpokládalo podrobnější sledování. Zjišťování zdravotního stavu bylo v roce 2008 provedeno pouze souhrnně – zaznamenány byly počty jedinců vykazující jednotlivé stupně zdravotního stavu. Vzhledem k potřebě provádět i zde podrobnější sledování, byli oproti původním předpokladům v roce 2009 všichni jedinci označeni, tudíž je od této doby možné sledování individuálního vývoje každého jedince.

V případě výsadby II (300 jedinců) se jedná se o výsadbu odrostků buku lesního (*Fagus sylvatica* L.); podhřebenová poloha, asi 950 m n. m., půda s vyšším množstvím skeletu; nezapojená mlazina smrku ztepilého s podílem smrku pichlavého. Průměrná výška sazenic v době výsadby byla cca 130 cm.

Výsadba III navazuje v sousedství horní části na výsadbu II, půda je méně skeletovitá, místy se projevuje mírné a přechodné ovlivnění srážkovou vodou. Je situovaná v částečně se zapojující mlazině smrku ztepilého. Ve spodní části je vysazen buk lesní (výsadba III.a – 200 jedinců), v horní části jeřáb ptačí (výsadba III. b – 500 jedinců).

Hodnocení zdravotního stavu bylo provedeno pomocí stupnice speciálně vyvinuté pro hodnocení vitality výsadeb. Konečná verze stupnice po drobných úpravách, vycházejících ze zkušeností při jejím testovacím použití, je uvedena v tab. 1. Obrazová verze stupnice je součástí prezentace příspěvku na konferenci.

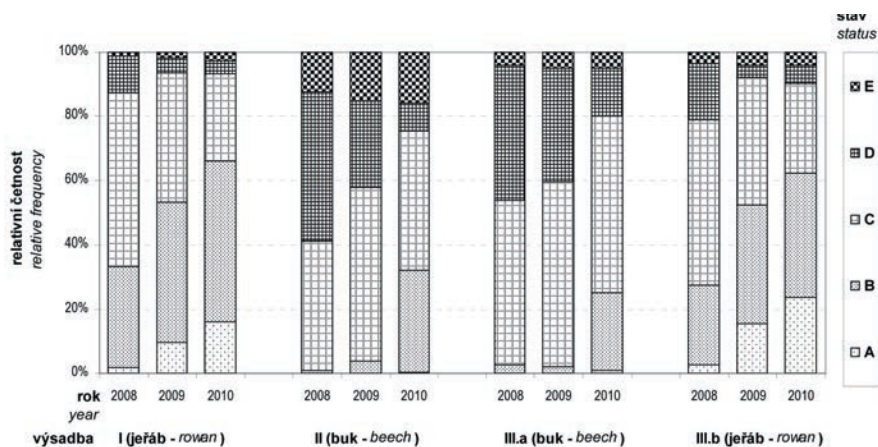
Tab. 1: Stupnice pro hodnocení vitality odrostků v prvních letech po výsadbě
Degree scale for the saplings vitality assessment in the several years after planting

A	Výborný stav – výrazný a stabilní výškový přírůst, plné olistění, bez poškození.
B	Dobrý stav – obnovený výškový přírůst, který nemusí být vysoký, ale jedinec je vitální, plně olistěn. Dobrá perspektiva příznivého vývoje do budoucna.
C	Poněkud zhoršený stav – bez významnějšího přírůstu, případně přírůst tvoří jen tenké výmladky (vlky), poněkud snížená vitalita, ale velká většina koruny je živá. Uspokojivá perspektiva přežití, byť přírůst bude zřejmě po několik let zpomalen.
D	Výrazně zhoršený stav – výrazné projevy defoliace, celkové chřadnutí, živá je často jen spodní část stromu. Pravděpodobně uschne nebo bude delší dobu živořit.
E	Suchý.

Hodnocení zdravotního stavu by mělo proběhnout v druhé polovině vegetační sezony (nejpozději do přelomu srpna/září), tedy v době, kdy je již v podstatě ukončen výškový přírůst, ale ještě nedochází k podzimnímu zbarvování asimilačního aparátu, které by mohlo být mylně zaměněno příznaky zhoršeného zdravotního stavu (karenční jevy, defoliace). Hodnocení může být zatíženo jistou mírou subjektivity při pozorování, a tím i neobjektivitou v získaných datech. Aspekt subjektivity je potlačován tím, že hodnocení provádějí dostatečně vyškolení a zacvičení pracovníci a celou výsadbu (případně série výsadeb) hodnotí jedna osoba.

VÝSLEDKY

Vývoj zdravotního stavu výsadeb během 3 let po výsadbě prostřednictvím relativního zastoupení stupňů zdravotního stavu v jednotlivých výsadbách je znázorněn na obr. 2.



Obr. 2: Relativní zastoupení jedinců ve výsadbách listnatých odrostků podle stupňů zdravotního stavu (A–E) v letech 2008 až 2010

Relative frequency of trees in the broad-leaved saplings plantations in accordance with a health status classes (A–E) in years 2008–2010

Zdravotní stav buku lesního po **první vegetační sezoně** (2008) je výrazně horší než stav jeřábu ptačího. Buk je na tomto horském stanovišti, byť v současné době již se slabým zápojem smrku ztepilého, značně poškozován nepříznivými klimatickými a půdními podmínkami. Tyto okolnosti ovšem (zatím) většinou působí pouze zastavení přírůstu a zvýšení defoliace, tzn. snížení celkové vitality. Jen zřídka jsou příčinou mortality. Velká většina případů mortality buku lesního po první vegetační sezoně (zejména ve výsadbě II) byla způsobena myšovitými hlodavci (zřejmě hrabošem mokřadním a hryzcem vodním). Po první sezoně dosahuje mortalita zhruba 10 %, dalších 40 % jedinců je ve velmi špatném zdravotním stavu. Jedinci buku s výraznějším výškovým přírůstem se téměř nevyskytují. Zhruba 1/2 jedinců buku sice nepřirůstá, ale je v relativně dobrém zdravotním stavu. Mírné zlepšení nastalo během druhé vegetační sezony (2009). U výsadby II došlo ovšem k výraznému poklesu četnosti jedinců ve stupni D (špatný zdravotní stav). Vzhledem k tomu, že se mortalita zvýšila jen o cca 3 %, došlo tedy k posílení stupně C (uspokojivý stav). Stav necelých 4 % jedinců ve výsadbě II. byl ohodnocen stupněm B – tito jedinci již vykazují výraznější přírůst a dobrou vitalitu. Vývoj zdravotního stavu ve výsadbě III.a mezi první a druhou sezonou byl jen zanedbatelný.

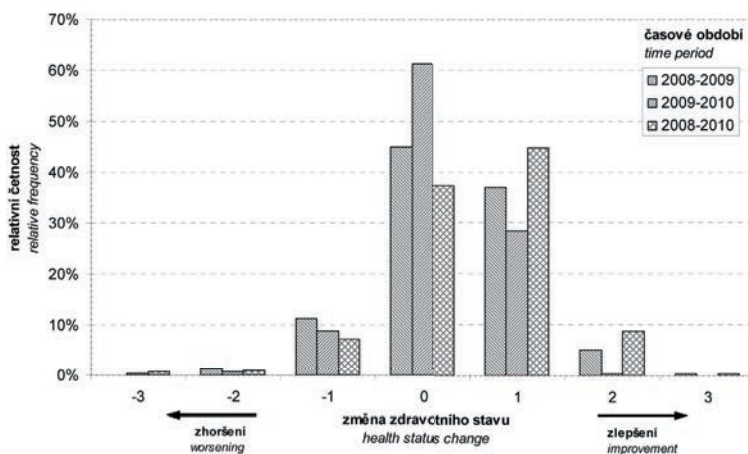
Výrazné zlepšení zdravotního stavu buku lesního bylo zaznamenáno v průběhu třetí vegetační sezony (2010), a to v podobné intenzitě u obou výsadeb. Výrazně

vzrostlo zastoupení stupně B (32 % ve výsadbě II; 24 % ve výsadbě III.a). Dále klesl podíl stupně D, Mortalita vzrostla jen minimálně nebo vůbec.

Jeřáb ptačí po prvním roce vykazuje uspokojivou vitalitu, která je základem pro následný dobrý vývoj výsadeb. Od výsadby probíhá postupné zlepšování zdravotního stavu – snižování podílu stupně D a zvyšování podílu stupňů A a B. V roce 2010 bylo 16 až 24 % jedinců ve zdravotním stavu A. U obou výsadeb byla stupněm B nebo lepším hodnocena zhruba 1/3 jedinců. Až na nepatrné výjimky nebylo zaznamenáno poškození jeřábu myšovitými hlodavci, pouze na konci vegetačního období se u části jedinců pravidelně objevuje poškození asimilačního aparátu houbovými chorobami (rzi) a žírem hmyzu, což však zřejmě nemělo vážnější dopady na zdravotní stav. Mortalita je zanedbatelná, ani po třetí vegetační sezoně nepřesahuje celková míra 4 %. Podíl jedinců ve špatném zdravotním stavu (D) se u výsadby I snížil z 11 % v roce 2008 na 4 % v roce 2010, resp. ze 17 % na 5 % u výsadby (III.b). Zhruba polovina jedinců sice nevykazuje výraznější výškový přírůst, ale je vizuálně v uspokojivém zdravotním stavu (stupeň C). Do roku 2010 se tento podíl snížil na cca 28 % u obou výsadeb.

Po dvou vegetačních sezonách již více než 50 % jedinců jeřábu ptačího překonalo šok z výsadby a obnovilo výškový přírůst, po třech sezonách to jsou již cca 2/3. Podíl odumřelých a velmi poškozených jedinců je po třech letech do 10 %.

U výsadby I, kde od počátku probíhá sledování vývoje zdravotního stavu každého jedince, je možné vyjádřit, jak se mění zdravotní stav toho kterého jedince. Z výsledků je patrná jasná tendence ke zlepšování zdravotního stavu (obr. 3).



Obr. 3: Změna zdravotního stavu jednotlivých stromků ve výsadbě jeřábu ptačího I (JR) během let 2008 až 2010. Např. změna o +2 stupně odpovídá změně vitality ze stupně C na stupeň A (a naopak)

Health status change of the individual trees in plantation No. I (rowan) during the years 2008–2010. For example +2 degrees change corresponds to the vitality change from the status C to A (and vice versa)

Téměř 40 % jedinců zaznamenalo kladný posun zdravotního stavu o 1 stupeň (např. ze stupně C na stupeň B atd.), 5 % jedinců dokonce zaznamenalo klad-

ný posun o 2 stupně. Pouze 10 % jedinců si o jeden stupeň pohoršilo a u více než 40 % se mezi roky 2008–9 zdravotní stav nezměnil. Četnost zhoršení o více než jeden stupeň byla zanedbatelná.

Podrobnější analýzu dynamiky vývoje zdravotního stavu výsadeb znázorňují tab. 2 a 3. Tabulky uvádějí rozdělení relativních četností přechodů mezi jednotlivými stupni zdravotního stavu v daných časových rozmezech.

Tab. 2: Četnosti přechodů mezi jednotlivými stupni zdravotního stavu pro počáteční rok 2008 – výsadba I (JR)
Frequencies of health status annual transition for the initial year 2008 – plantation No. I (rowan)

Rozdělení relativních četností [%] <i>Relative frequency distribution [%]</i>											
výchozí <i>initial</i>		pro příslušnou výchozí skupinu <i>according to the appropriate initial group</i>									
2008		2009					2010				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
A	1,7	60,0	40,0	0,0	0,0	0,0	80,0	20,0	0,0	0,0	0,0
B	31,7	18,9	48,4	29,5	3,2	0,0	27,4	49,5	18,9	2,1	2,1
C	54,0	4,3	46,3	46,3	2,5	0,6	10,5	57,4	30,3	1,2	0,6
D	11,3	2,9	23,5	53,0	20,6	0,0	3,0	26,5	44,1	23,5	2,9
E	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Vysvětlivky – příklad: V roce 2008 zaznamenáno následující rozdělení četností jednotlivých stupňů zdravotního stavu: A 1,7; B 31,7; C 54,0; D 11,3; E 1,3 (%). Ve skupině jedinců, kteří byli v roce 2008 hodnoceni stupněm C (bylo jich 54 %), bylo v roce 2009 zaznamenáno následující rozdělení četností zdravotního stavu: A 4,3; B 46,3; C 46,3; D 2,5; E 0,6 (%).

Note – example: The following relative frequency distribution of the health status classes was recorded in year 2008: A 1,7; B 31,7; C 54,0; D 11,3; E 1,3 (%). Within the group of the individuals assessed by the class C in the year 2008 (54 %), the following relative frequency distribution of the health status was recorded in the year 2009: A 4,3; B 46,3; C 46,3; D 2,5; E 0,6 (%).

Z údajů pro výsadbu I (tab. 2) vyplývá především výrazný přesun jedinců hodnocených v roce 2008 stupněm C do stupně B v roce 2009 a také značný přesun jedinců zpočátku označených jako chřadnoucí (D) do vitálnějších stupňů. Podle očekávání do roku 2010 uhynuli téměř výhradně jedinci označení v předchozím roce stupněm D (tab. 3).

Ve výsadbě II (tab. 4) u jedinců buku, kteří v druhé sezoně (2009) byli hodnoceni stupněm C a B, nebylo do roku 2010 až na výjimky zaznamenáno zhoršování zdravotního stavu. Přibližně 2/3 jedinců hodnocených v roce 2009 jako D si do následujícího roku polepšilo o jeden až dva stupně. Ve výsadbě buku III.a (tab. 4) byl vývoj podobný jako u předchozí výsadby (II).

Tab. 3: Četnosti meziročních přechodů (2009–2010) mezi jednotlivými stupni zdravotního stavu (A–E) ve výsadbách I (JR), II (BK), III.a (BK), III.b (JR)

Frequencies of the health status annual transition (years 2009–2010) between particular health status degrees (A–E) in the plantations No. I (rowan), II (beech), III. a (beech), III.b (rowan)

Rozdělení relativních četností [%] Relative frequency distribution [%]						
výchozí initial		pro příslušnou výchozí skupinu according to the appropriate initial group				
2009		2010				
		A	B	C	D	E
I (JR)						
A	9,7	69,0	27,6	3,4	0,0	0,0
B	43,7	20,6	68,7	9,2	0,8	0,8
C	40,3	0,8	43,0	52,1	4,1	0,0
D	4,7	0,0	0,0	42,9	42,9	14,3
E	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	100
II (BK)						
A	0	-	-	-	-	-
B	3,7	0,0	81,8	18,2	0,0	0,0
C	54,2	0,6	46,6	50,9	1,9	0,0
D	26,9	0,0	13,8	55,0	28,7	2,5
E	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100
III.a (BK)						
A	0	-	-	-	-	-
B	2	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0
C	57,7	0,0	34,5	60,2	5,3	0,0
D	35,2	0,0	8,7	58,0	33,3	0,0
E	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	100
III.b (JR)						
A	15,4	61,8	31,6	6,6	0,0	0,0
B	37	30,8	47,3	21,4	0,5	0,0
C	39,8	6,6	40,8	45,5	7,1	0,0
D	3,7	0,0	5,6	27,7	66,7	0,0
E	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	100

U výsadby jeřábu III.b (tab. 4) byly zaznamenány poměrně výrazné přesuny mezi stupni A – B a B – C, a to oběma směry. Více jedinců hodnocených v roce 2009 stupněm B si tento stupeň udrželo i v roce následujícím, než kolik jich si pohoršilo na stupeň C. Přesun z vitálnějších stupňů do stupně D byl jen malý.

DISKUSE

I když úspěšnost ujímání sazenic a rychlé překonání šoku z výsadby je zásadně ovlivněna především kvalitou kořenového systému (DAVIDS, JACOBS 2005), posouzení vitality je možné prakticky výhradně na základě nadzemní části stromku. Šok z výsadby je samozřejmě očekávatelný jev, kterému lze jen stěží zcela zabránit. Běžně trvá 1–3 roky (KRIEGER 2002), v některých případech až kolem 4 let (HOBZA et al. 2008).

Dosavadní průběžné a dílčí výsledky hodnocení výsadeb odrostků **jeřábu ptačího** v podmínkách hřebenových poloh Jizerských hor po první vegetační sezoně naznačily relativně úspěšné užití a přežívání odrostků s dobrou perspektivou do budoucnosti. Většina jedinců vykazuje uspokojivý zdravotní stav, mortalita je nevýznamná, mechanické poškození se prakticky nevyskytuje. U jeřábu lze hovořit o postupném překonávání šoku z výsadby během druhého roku po výsadbě.

Naproti tomu ve výsadbách **buku lesního** se v prvních dvou letech projevil velmi výrazný šok z přesazení, jeho překonání nastalo až během třetího roku, kdy u části jedinců došlo k obnovení přírůstu. Jsou poškozovány mrazem, přímým osluněním (absence porostního krytu) a myšovitými hlodavci (zřejmě hryzec vodní a hraboš mokřadní). Větší poškození myšovitými hlodavci bylo zaznamenáno na kamenitých místech a v blízkosti starých pařezů a zbytků hromad (valů) klestu. Zde se zřejmě hlodavci významněji koncentrují, neboť zde nacházejí vhodné prostředí pro stavbu nor. Pokud se toto empirické zjištění potvrdí exaktními studiemi, bude třeba (alespoň u listnáčů) přehodnotit dosavadní doporučení, podle kterých by se pro výsadbu měla vybírat právě tato mikrostaniště v blízkosti pařezů a hromad klestu (BALCARL et al. 2007). Tato místa na jednu stranu poskytují alespoň částečný ekologický kryt a je zde zlepšená živinová bilance vlivem dekompozice tlejícího dřeva, na druhou stranu se ovšem v těchto místech soustřeďují hlodavci, kteří výsadby následně poškozuji. Myšovití hlodavci každopádně do budoucna představují velmi významný rizikový faktor.

Pro buk lesní, jakožto citlivou dřevinu (THOMAS, SPORNS 2009; ÚRADNÍČEK et al. 2009), je dané stanoviště v 8. LVS zřejmě na samé hranici jeho možného rozšíření. Do budoucna je nutné těžiště jeho výsadeb přesunout do nižších vegetačních stupňů.

Zlepšení vitality buku během třetího roku zhruba koresponduje se dřívějšími zkušenostmi s výsadbami v těchto podmínkách (BALCARL 1998), podle kterých by zhruba od 4. roku mělo docházet k postupnému překonání šoku z výsadby, ustávání mortality a k obnovení výškového přírůstu a ke zlepšování celkové vitality.

Dle dosavadních poznatků je použita metoda stabilizace schopna na relativně mírných svazích účinně zabránit mechanickému poškození stromku sněhem. Naopak pokud odrostek není řádně stabilizován, jeho poškození je téměř nevyhnutelné. Ze zkušeností vyplývá, že sazenice, a to i nižší jedinci o rozměrech poloostrodků, musí být stabilizovány nejméně dvěma úvazky dostatečně vzdálenými od sebe. Pokud je použit pouze jeden úvazek, dochází vlivem tlaku sněhu k ohnutí části stromku nad úvazkem, s možným přelomením kmínku. Důkladná stabilizace je tedy základním předpokladem pro úspěšné uplatnění odrostků.

ZÁVĚR

Souhrnně je po třetí vegetační sezoně možné konstatovat, že použití vyspělého sadebního materiálu (odrostků) jeřábu ptačího v extrémních horských podmínkách se nesetkalo s vážnými problémy a většina jedinců již překonala šok z výsadby a začala výrazněji přirůstat. Výsadby buku lesního byly značně poškozovány myšovitými hlodavci a také nepříznivými stanovištními podmínkami. V prvních dvou letech od výsadby vykazoval buk celkově zhoršenou vitalitu. Během třetí sezony od výsadby došlo u buku k zásadní kladné změně ve zdravotním stavu, kdy zhruba jedna třetina jedinců vykazuje známky překonání šoku z výsadby. I když se tedy zřejmě i citlivější druhy časem dokážou přizpůsobit nepříznivému stanovišti, pro úspěšnost výsadby je volba vhodného druhového složení pro dané stanovištní podmínky každopádně důležitá okolnost, která usnadní obnovu lesa.

Podle dosavadních několikaletých zkušeností je možné využití odrostků považovat za nadějnou metodu výsadby lesních dřevin, využitelnou např. pro vnášení chybějících listnatých druhů do horských jehličnatých porostů. Vzhledem k dlouhodobosti jako jednoho z klíčových aspektů lesnického oboru, bude definitivní zhodnocení a vyvození závěrů možné až po delším sledování výsadeb.

PODĚKOVÁNÍ

Článek vznikl za finanční podpory grantových projektů CIGA ČZU (reg. č. 20104304), projektu NAZV (reg. č. QH 92087) a projektu IGA FLD ČZU (reg. č. 20114314). Autoři děkují dalším členům výzkumného týmu za pomoc při zakládání a spravování výsadeb, jakož i za získávání a vyhodnocování dat. Poděkování patří rovněž LČR, s. p., LS Frýdland, zejména revírníkovi Ing. Pavlovi Lánskému, a Správě CHKO Jizerské hory, zejména Ing. Vladimírovi Vršovskému.

LITERATURA

- BALÁŠ M., KUNEŠ I. 2010. Zkušenosti s výsadbou odrostků listnatých dřevin v horských polohách. *Lesnická práce*, 89: 11: s. 20-22.
- BALCAR V. 1998. Obnova lesů v Jizerských horách. *Lesnická práce*, 77, 9: s. 338-340.
- BALCAR V., SLODIČÁK M., KACÁLEK D., NAVRÁTIL P. 2007. Metodika postupů přeměn porostů náhradních dřevin v imisních oblastech. *Lesnický průvodce, recenzované metodiky pro praxi*, č. 3, VÚLHM Strnady, VS Opočno: 34 s.
- BALCAR V., KACÁLEK D., KUNEŠ, I. 2009. Vývoj kultury jilmu horského (*Ulmus glabra* Huds.) v hřebenové poloze Jizerských hor. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: Special: s. 3-8.
- BALCAR V., PODRÁZSKÝ V. 1994. Založení výsadbového pokusu v hřebenové části Jizerských hor. *Zprávy lesnického výzkumu*, 39, 2: s. 1-7.
- BURDA P. 2009. Ověření pěstebních postupů a využití školkařských technologií při pěstování sadebního materiálu lesních dřevin a posouzení kvality vyprodukovaného materiálu. *Disertační práce, KPL FLD ČZU v Praze: 90 s.* http://www.fld.czu.cz/akreditace/dp/pl/Burda_Pavel_2009.pdf, [cit. 17-05-2011].
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J. 2009. Ověřování technologie pěstování poloodrostků a odrostků v lesních školkách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54, 2: s. 92-98.

- ČNI 1998. ČSN 482115 Sadební materiál lesních dřevin. Katalogové číslo 52088, obor: lesnictví, pěstování lesa. Český normalizační institut, Praha: 17 s.
- DAVIDS A. S., JACOBS D. F. 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forests*, 30: s. 295-311.
- DOBBERTIN M. 2005. Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. *European Journal of Forest Research*, 124: s. 319-333.
- EL KATEB H., BENABDELLAH B., AMMER CH., MOSANDL R. 2004. Reforestation with native tree species using site preparation techniques for the restoration of woodlands degraded by air pollution in the Erzgebirge, Germany. *European Journal of Forest Research*, 123: s. 117-126.
- HOBZA P., MAUER O., POP M. 2008. Current use of European beech (*Fagus sylvatica* L.) for artificial regeneration of forests in the air-polluted areas. *Journal of Forest Science*, 54, 4: s. 139-149.
- JURÁSEK A., BARTOŠ J., LEUGNER J., MARTINCOVÁ J. 2006. Metodika použití plastových chráničů sadebního materiálu lesních dřevin při umělé obnově lesa a zalesňování. *Lesnický průvodce, recenzované metodiky pro praxi*, č. 6. VÚLHM Strnady, Opočno: 28 s.
- KRIEGL H. 2002. Snaha o vypěstování některých cenných listnáčů a hospodářských dřevin výsadbou do smrkové mlaziny určené k postupné likvidaci. *Zprávy lesnického výzkumu*, 47, 4: s. 195-198.
- Kolektiv 1997. Plán péče o CHKO Jizerské hory. Autorský kolektiv: P. Březina, J. Burda, J. Dolák, K. Farský, J. Hušek, J. Mejzrová, L. Pavlů, F. Pelc, K. Švejdová, P. Vetešník, Z. Vlk, P. Vonička, V. Vršovský, Liberec, září 1997, platnost 1997 – 2006, 8. 4. 2005 byla prodloužena platnost do roku 2011. <http://www.jizerskehory.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=438>, [cit. 27-05-2008].
- KUNEŠ I., BURDA P., ŠEDLBAUEROVÁ J., ZADINA J. 2006. 10 000 listnáčů pro Jizerské hory. In: Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností. Sborník z mezinárodní vědecké konference, Opočno 5.–6. 9. 2006. Jurásek, A., Novák, J., Slodičák, M. (eds.), VÚLHM Jíloviště–Strnady, VS Opočno, 2006, ISBN 80-86461-71-8, s. 77-87.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., BURDA P. 2010. Vnášení listnatých odrostků do horských jehličnatých porostů. *Lesnická práce*, 89, 10: s. 24-26.
- KUNEŠ I., BURDA P. 2007. Vnášení listnaté příměsi do mladých smrkových porostů na zalesněných imisních holinách našich hor. In: Zvyšování druhové pestrosti lesů. Sborník referátů ze Setkání lesníků východních Čech... Vysoké Mýto, 30. srpna 2007, Česká lesnická společnost: s. 35-39.
- LOKVENC T., VACEK S. 1993. Použití autochtonních a zdomácnělých dřevin pro zalesňování imisních holin. *Opera Corcontica*, 30: s. 53-71.
- MILLEROVÁ K., BALÁŠ M., KUNEŠ I., ŠPULÁK O. 2009. Vitalita výsadeb odrostků jeřábu ptačího a buku lesního po první vegetační sezoně v extrémních podmínkách Jizerských hor. In: Krajina, les a lesní hospodářství. Sborník z konference na CD, Kostelec nad Černými Lesy 10. 2. 2009. Klč, P. (ed), FLD ČZU v Praze: s. 136-145.

- MRAČANSKÁ E. 2011. Posuzování žádostí o pokácení stromů. In: Provozní bezpečnost stromů. Sborník přednášek z odborného semináře, Brno, 24.–25. 3. 2011, AOPK ČR, LDF Mendelu v Brně: s. 8-16.
- MZe ČR 1996. Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR č. 78/1996 Sb., o stanovení pásu ohrožení lesů pod vlivem imisí.
- POLENO Z. (ed.). 1995. Lesnický naučný slovník – II. díl P–Ž. Ministerstvo zemědělství, Agropoj, Praha: 683 s.
- SCHULZ H., HÄRTLING S. 2003. Vitality analysis of Scots pines using a multivariate approach. Forest Ecology and Management, 186: s. 73-84.
- SLODIČÁK M. et al. 2005. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Lesy ČR Hradec Králové, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště–Strnady: 232 s.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2008. Výchova porostů náhradních dřevin. Recenzovaná metodika. Lesnický průvodce, recenzované metodiky pro praxi, č. 3, VÚLHM Strnady, Opočno: 28 s.
- ŠRÁMEK V., SLODIČÁK M., LOMSKÝ B., BALCAR V., KULHAVÝ J., HADAŠ P., PULKRAB K., ŠIŠÁK L., PĚNIČKA L., SLOUP M. 2008. The Ore Mountains: Will successive recovery of forests from lethal disease be successful? Mountain Research and Development, 28, 3/4: s. 216-221.
- THOMAS F. M., SPORNS K. 2009. Frost sensitivity of *Fagus sylvatica* and co-occurring deciduous tree species at exposed sites. Flora, 204: s. 74-81.
- ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P., TICHÁ S., KOBLÍŽEK J. 2009. Dřeviny České republiky. Lesnická práce, Kostelec nad Černými Lesy: 367 s.
- VACEK S. et al. 2003. Mountain Forests of Czech Republic. Forestry Department, Ministry of Agriculture of the Czech Republic: 320 s.
- VACEK S. et al. 2007. Zdravotní stav a dynamika lesních ekosystémů Krkonoš pod stresem vyvolaným znečištěním ovzduší. Folia Forestalia Bohemica, č. 6, Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy: 216 s.
- VACEK S., SIMON J. et al. 2009. Zalesňování extrémních stanovišť s využitím vyspělého sadebního materiálu In: Zakládání a stabilizace lesních porostů založených na bývalých zemědělských a degradovaných půdách Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy: s. 664-674.

Adresa autorů:

Ing. Martin Baláš,
Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.,
Ing. Tereza Koňasová,
Ing. Kateřina Millerová,
Česká zemědělská univerzita v Praze,
Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů,
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 – Suchbátka
Česká republika
e-mail: balas@fd.czu.cz

SROVNÁNÍ REKONSTRUKCE VYBRANÝCH POROSTŮ NÁHRADNÍCH DŘEVIN V KRUŠNOHOŘÍ CLONNOU SEČÍ A HOLOSEČÍ

*COMPARISON AMONG CHOSEN STANDS WITH SUBSTITUTE TREE SPECIES
COMPOSITION RECONSTRUCTED BY SHELTERWOOD AND CLEAR CUTTINGS
IN THE ORE MTS.*

RADEK POKORNÝ, LENKA ŠPLÍCHALOVÁ

ABSTRACT

*This work is focused on an evaluation of beech (*Fagus sylvatica* L.) plants growth during reconstruction of several chosen stands with substitute tree species composition (STS) located on acid soil sites at elevations from 520m to 570m a.s.l. in the forest district Barvář (management-plan area Litvínov). The reconstruction was done by two different approaches, i.e. by shelterwood cutting and clear-strip of small area felling. No differences were found in concurrence between the beech plants expressed by index of competition among the beech plants including trees of a protected stand. Crown size, amount of bearing leaf area and health status of the beech plants did not differ between the stands reconstructed by different approaches. Total tree height, the last annual tree height increment and stem thickness were significantly higher for the beech plants grown on an open area of clear-strip under the shelterwood of birch protecting canopy.*

Keywords: alternative tree species, beech, birch, stand conversion

Klíčová slova: buk, bříza, náhradní dřeviny, přeměna porostů

Úvod

Krušné hory jsou oblastí našeho státu a středoevropského regionu, kde následkem lidské činnosti došlo charakterem i rozsahem ke katastrofálnímu rozpadu lesních ekosystémů. Původní dřevinná skladba smíšeného lesa (smrk-jedle-buk) byla v průběhu devatenáctého století nahrazena porosty s téměř monokulturní dřevinnou skladbou smrku ztepilého. Svou roli v labilitě monokultur sehrálo i nedodržování zásad genetiky. Hlavním iniciačním faktorem, který způsobil kolaps a rozpad těchto souvislých, uměle založených smrkových monokultur, byly imise z emisí (oxidů síry, oxidů dusíku halogenovaných sloučenin, oxidu uhelnatého, těžkých kovů, polyaromatických uhlovodíků, tuhých aerosolů, čpavku a polétavého prachu) energetického průmyslu koncentrovaného v podkrušnohorském regionu (GROSS 1997, MATERNA 1999), zvláště za spolupůsobení extrémních výkyvů počasí (FABIÁNEK 1997). Další, sekundární škodlivinou v ovzduší byl ozón (MATERNA a MEJSTŘÍK 1987), kdy jeho hodnoty bývají trvale zvýšené právě v horských oblastech (UHLÍŘOVÁ et al. 1997). Spolu s vyšším množstvím SO₂ v ovzduší negativně ovlivňuje strukturu a množství epikutikulárních vosků na listech i jehlicích s dopadem na další fyziologické procesy (BEDNÁŘOVÁ 2002).

Výrazné působení imisí se začalo projevovat již v padesátých letech dvacátého století, kdy docházelo k lokálnímu odumírání porostů. V průběhu sedmdesátých a osmdesátých let nabyla úroveň znečištění ovzduší tak vysoké intenzity, že začalo docházet k velkoplošnému odumírání smrkových porostů náhorní plošiny

a hřebenových partií (ŠRÁMEK et al. 1999). Hodnoty defoliace krušnohorských lesních porostů patřily po celé období sledování od roku 1986 k nejvyšším v porovnání s celostátním průměrem (FABIÁNEK 1997). V roce 1986 činila průměrná defoliace v Krušných horách 31,8% (průměr za ČR 18,0%) a v roce 1995 již 43% (průměr za ČR 31,7%). V roce 2002 dosáhla defoliace smrkových porostů prakticky stejné úrovně (32,4%) jako v roce 2001 (31,1%). Ve východní části Krušných hor se často objevovaly symptomy žloutnutí- zřejmě v důsledku deficiencie hořčíku (LOMSKÝ et al. 2003). Působením imisí se narušují fyziologické procesy v rostlinách (vodní provoz, minerální výživa aj.), které vedou ke snížení odolnosti vůči stresům, hlavně nízkým teplotám a suchu. Samozřejmě, že tím jsou vytvářeny i předpoklady k napadení stromů houbovými a hmyzími škůdci (PEŘINA et al. 1984, KULA a HADAŠ 2000).

V rámci poškozování a odumírání lesních ekosystémů můžeme rozlišovat přímé a nepřímé účinky imisního stresu (KULA a HADAŠ 2000). Přímý kontakt koncentrovaného SO₂ způsobuje poškození chlorofylu v asimilačních orgánech, čímž dochází k viditelným barevným změnám. Dochází i k poškození buněk ovládajících průduchy, což se negativně promítá do vodního provozu dřevin (KREJČÍ et al. 2001). V rámci přímého účinku se rozlišuje poškození akutní a chronické (s mírnějším průběhem) v návaznosti na koncentrace škodlivin a dobu působení (MATERNA a MEJSTŘÍK 1987). Vnější příznakem akutního (přímého) poškození u jehličnatých dřevin jsou špičkové, případně totální nekrózy jehlic, které postihují především neaktivnější část asimilační plochy i poškození pupenů. U listnatých dřevin jsou postiženy především listové okraje. Červenání, hnědnutí a odumření asimilačních orgánů probíhá velmi rychle, někdy již během několika hodin. Chronické poškozování se projevuje předčasným stárnutím asimilačních orgánů. Zkracuje se vegetační doba opadavých dřevin a u stálezelených jehličnanů opadáva stále více starších ročníků jehličí. Jehlice nových ročníků se zkracují, zmenšuje se plocha listů i jehlic, zkracují se letorosty a zmenšuje se počet asimilačních orgánů (PEŘINA et al. 1984).

Nepřímé působení antropogenních imisí na lesní dřeviny se uskutečňuje převážně přes depozici do půdy. Suchou a mokrou depozicí se vzdušné škodliviny dostávají v konečné fázi do půdního substrátu, kde působí četné chemické i biologické reakce, vedoucí k okyselování půd nebo-li půdní acidifikaci, k nedostatku minerálních živin, ovlivnění půdní bioty atd. (MATERNA a MEJSTŘÍK 1987, HRUŠKA a CIENCIALA 2001, KRÍSTEK et al. 2002). Meliorace lesních půd v Krušných horách probíhala ve větším rozsahu od r. 1971 vápněním (HRUŠKA a CIENCIALA 2001). V letech 1978 – 1991 bylo v této oblasti celkem povápněno 61 600 ha. Počátkem devadesátých let se zdravotní stav lesních porostů v Krušných horách zlepšoval, a tak bylo od plošného vápnění postupně upouštěno (LOMSKÝ et al. 2003), neboť bylo nákladné a mělo i negativní vlivy (například na koloběh dusíku). Povrchové organické horizonty lesních půd zůstávají velmi kyselé, např. na LS Litvínov (VAVŘÍČEK 1999).

Odumírající a odumřené porosty byly obnovovány formou velkoplošného holo-sečného hospodaření za vzniku četných a rozlehlých holin. Na odtěžených plo-

chách se změněnými mikroklimatickými a půdními podmínkami nebylo možno realizovat úspěšně obnovu cílovými dřevinami, a tak se objevuje myšlenka zahájit zalesňování těchto ploch odolnějšími tzv. náhradními dřevinami. Tyto porosty, tvořené především pionýrskými druhy dřevin (bříza, jeřáb, smrk pichlavý, modřín) byly zakládány za účelem plnění ekologických funkcí a vytváření příznivých růstových podmínek pro postupnou obnovu dřevinami původní dřevinné skladby (buk, javor, jilm, jasan, smrk, jedle, borovice). V Krušných horách bylo náhradními dřevinami zalesněno cca 33 tisíc ha lesní půdy. Od konce osmdesátých do první poloviny devadesátých let došlo v důsledku příznivých klimatických podmínek a poklesu imisního zatížení ke zlepšení zdravotního stavu porostů. Zbytky původních krušnohorských porostů regenerovaly, porosty náhradních dřevin úspěšně odrůstaly, což vedlo ke všeobecnému optimismu. Za této situace se lesní hospodářství zaměřilo na přípravu přeměn (rekonstrukcí) rozsáhlých porostů náhradních dřevin na cílovou dřevinnou skladbu. Program byl shrnut do generelu, který dal této činnosti jasný řád a rozvrhl ji na zhruba 60 let. Byl zaměřen především na porosty v pásmech ohrožení A a B, to znamená nad tzv. zelenou čarou, ale částečně zasahoval i pod tuto hranici. V zimách 1994/95 a především 1995/96 však došlo k výraznému poškození zbytků porostů smrku ztepilého a navíc i porostů břízy (ŠRÁMEK 1998, ŠRÁMEK et al. 1999), která byla považována do té doby za velmi odolnou (MATERNA 1957). Další zhoršení zdravotního stavu břízy souvisí s neočekávaným nevyrašením v r. 1997 v náhorních polohách východního Krušnohoří na ploše 3 400 ha (KULA a RYBÁŘ 1998, ŠRÁMEK 1998). KULA a RYBÁŘ (1998) i MARTINKOVÁ et al. (2000) považují za predispoziční faktor, který vedl k nedostatečné přípravě břízy na zimní období a její nevyrašení houbové patogeny, které se vyvíjely na listech v r. 1996, pravděpodobný účinek jiného typu polutantu v období vývinu pupenů a fyziologické vyschnutí pupenů vlivem kladných teplotních odchylek v zimním období. Barevné symptomy poškození (červenání) smrkových jehlic a mechanické poškození všech dřevin se začalo projevovat od nadmořské výšky 600 – 700 m (LOMSKÝ et al. 1997), neboť v těchto výškách je již rychlost proudění větru, množství sněhu, mráz i tvorba námrazy výraznější (JIRGLE 1988). Defoliace břízy pokračovala i v r. 1998 (KULA et al. 1999, KULA et al. 2000). Z těchto důvodů nebylo možné postupovat v rekonstrukcích porostů náhradních dřevin (PND) v mytních člancích, tak jak byly navrženy v generálním postupu. Prioritou zůstaly pro následujících deset let rekonstrukce PND pod zelenou čarou a obnova zničených porostů břízy. Přeměny PND jsou vzhledem k jejich věkové struktuře, relativně velké výměře, nestejně kvalitě a zejména vzhledem k velmi složitým imisním a ekologickým poměrům Krušných hor dlouhodobou a velmi náročnou a složitou záležitostí.

Tato práce na příkladu několika vybraných porostů hodnotí dva nejpoužívanější způsoby obnovy používané při rekonstrukcích PND, a to clonnou sečí a maloplošnou pruhovou holosečí. O tom, který způsob je vhodnější, se vedou diskuze jak mezi revírníky, tak mezi odborníky z lesnického výzkumu. Na základě šetření ve vybraných porostech v oblasti LS Děčín v revíru Barvář bylo snahou určit, který z těchto dvou typů rekonstrukcí je vhodnější pro odrůstání buku jako cílové dřeviny.

MATERIÁL A METODIKA

Popis porostů: Vybrané porosty se nacházejí v revíru Barvář LHC Litvínov na mírně zvlněné náhorní plošině nejvýhodnější části Krušných hor. Klimaticky i pedologicky je to oblast velmi rozrůzněná. Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje ve velkém rozpětí od 4,5 °C v nejvyšších polohách nad 850 m n.m. až po 8,5 °C v Podkrušnohorské pánvi. Isotherma 5 °C sleduje přibližně vrstevnici 800 m n.m., 6 °C – 650 m n. m., 7 °C – 500 m n. m. a 8 °C – 350 m n. m. Průměrný roční úhrn srážek i délka vegetačního období závisí na lvs. a pohybuje se v rozpětí 500 až 964 mm resp. 150 – 110 dnů od 2. do 6. lvs. Převládajícími lvs jsou 5. (30,2%), 6. (31,7%) a 7. (15,9%). Nejčastější větry přicházejí ze západního (21,3%) a jihozápadního (18,0%) směru, na bezvětří připadá 18,3% části roku. Bořivé větry přicházejí téměř výhradně ze západního směru.

Většinu porostů náhradních dřevin v revíru tvoří monokultury břízy nebo smrku pichlavého, případně směsi těchto dřevin s jeřábem či modřínem. Pokud bylo třeba převést tyto porosty na porosty cílových dřevin, bylo použito buď podrostití formy tj. proředění stávajícího porostu a prosázení (podsadba) cílovými dřevinami nebo násečné formy, tj. smýcení porostu v pruzích (o šířce výšky stromu) a založení nové kultury. Vybrané porosty (tab. 1) proto reprezentovaly oba způsoby rekonstrukce. Jedná se o PND zalesněné bukem, který je v těchto hospodářských souborech (HS), příp. souborech lesních typů (SLT), cílovou dřevinou. Porovnání druhové dřevinné skladby porostů před a po rekonstrukci je uvedeno v tab. 2. Cílem práce je porovnat odrůstání bukové výsadby v porostech shodného SLT (kyselá řada) a doby výsadby buku (tab. 1). Navíc byl pro srovnání vybrán porost zalesněný bukem v roce 2002 na živném stanovišti (SLT 5S6). Porosty byly vybrány tak, aby byly zastoupeny ve stejném pásmu ohrožení.

Tab. 1: Popis vybraných porostů dle označení, hospodářského souboru (HS), typu stanoviště (SLT – skupina lesních typů), expozice, pásma ohrožení imisemi, formy rekonstrukce a roku provedené výsadby buku (BK). Dle hospodářské knihy (platnost 2001 – 2010) *Description of chosen stands according to the stand identification number (Porost), management set of stands (HS), type of site characterized by forest type group (SLT), stand elevation above the sea level (N. výška), site exposition (Expozice), air pollution damage zone (Pásma), form of stand reconstruction (Rekonstrukce) and year of European beech planting (Výsadba BK). The data were extracted from management plan (valid for 2001-2010)*

Porost	HS	SLT	N. výška	Expozice	Pásma	Rekonstrukce	Výsadba BK
642B2	55	5S6	520 m	SZ	C	clonná seč	jaro 2002
632A1p	53	5K1	540 m	JZ	C	clonná seč	jaro 1997
630C1a	53	5K1	570 m	JV	C	holá seč	jaro 1997

Porost 642B2 byl zrekonstruován clonnou sečí s podsadbou po celé ploše porostu o výměře 1,10 ha. Bříza byla redukována snížením zakmenění z 10 na 5 a porost byl celoplošně podsázen bukem, který bude nadále uvolňován procloňováním až do dosažení cílové skladby (tab. 2). Porost 632A1p byl zrekonstruován také clonnou sečí na jaře v roce 1997 na ploše o výměře 0,46 ha. Porost 630C1a byl zre-

konstruován na jaře v roce 1997 dvěma maloplošnými holými sečemi o výměře 0,50 ha ve východní části a 0,22 ha v části západní. Bříza byla smýcena; ponechány byly cílové dřeviny modřín a smrk. Obě východní části byly zalesněny bukem, kde se z náletu následně zmladila i bříza. V porostech 642B2 a 632A1p došlo k prořezávkovému zásahu (s ponecháním těžební hmoty v porostu) a v porostu 630C1a k domýcení dřevin. Po chemické přípravě půdy (Roundup) došlo k zalesnění prostokořenými 20-25 cm vysokými sazenicemi buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) ve sponu 1,4 m x 0,8 m. Sazenice byly dále ošetřovány ožínáním buřeně v okolí a proti okusu chem. přípravky (Cervacol, Morsuvin, Stopzet). Porost 630C1a byl za účelem zvýšení ochrany proti zvěři oplocen. Cílem výzkumu bylo porovnat odrůstání bukové výsadby v těchto porostech.

Tab. 2: Zastoupení dřevin ve vybraných porostech před rekonstrukcí a po rekonstrukci .

* označuje smrk pichlavý. SM - smrk ztepilý, MD - modřín opadavý, BK - buk lesní, BŘ - bříza bílá

Tree species (Dřevina) composition in chosen stands (Porost) before (Před) and after (Po) reconstruction

Porost	642B2		632A1p		630C1a	
Dřevina	Před (%)	Po (%)	Před (%)	Po (%)	Před (%)	Po (%)
BŘ	65	30	70	40	70	5
MD	25	15	-	-	10	10
BK	5	50	10	50	10	50
SM	5*	5*	20	10	10	35

* denotes blue spruce. SM- Norway spruce, MD- European larch, BK- European beech, BŘ- common birch

Sběr dat: Před vlastním měřením indexu listové plochy (LAI) krycího porostu, stanovením listové plochy sazenic, základních dendrometrických parametrů, zdravotního stavu a indexu kompetice byly v porostech vytyčeny reprezentativní transekty. V každém porostu byly vytyčeny tři transekty s šířkou 6 m a délkou 20 m ve vzdálenosti min. 10 m od okraje plochy.

Efektivní (nekorigované plochou dřevních částí) hodnoty indexu listové plochy (LAI) krycího porostu břízy byly stanoveny nepřímou metodou měřením tzv. transmitance sluneční radiace pomocí přístroje ALAI-02D (Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.). Měření na volné ploše i na měřičských stanovištích (10) v jednotlivých transektech porostů bylo prováděno za stálé synoptické situace resp. za podmínek rovnoměrně zatažené oblohy. Podrobný popis a stanovení LAI tímto přístrojem popisuje POKORNÝ et al. (2001). V každém transektu bylo v pravidelném rozestupu vytyčeno pět dílčích plošek s rozměry 50 x 50 cm z nichž byly na podzim odebrány všechny spadlé listy břízy i buku. Listy byly uloženy do obálek a po vysušení (do konstantní hmotnosti) oskenovány (v rozlišení 100 dpi). Skeny ve formátu BMP byly zpracovány a vyhodnoceny programem Černota (KALINA a SLOVÁKI 2002, <http://artemis.osu.cz/kalina>). Index listové plochy pro jednu plošku byl získán poměrem projekční listové plochy ku obsahu dílčí plošky (tj. 2500 cm²).

U sazenic v transektech byly na konci růstové sezóny zjišťovány tyto základní dendrometrické parametry: výška, poslední roční výškový přírůst, šířka koruny a tloušťka kmene. Výška, výškový přírůst a šířka koruny sazenic byla měřena kovovým metrem s přesností na cm. /Odhadem byla stanovena i výška stromů náhradních dřevin./ Šířka koruny byla stanovena jako průměr ze 4-6 měření vzdáleností mezi protilehlými okrajovými body koruny posuvným měřítkem. Tloušťka kmene jednotlivých dřevin byla měřena posuvným měřítkem ve dvou na sebe kolmých směrech. U břízy to bylo ve výčetní výšce 1,3 m od paty kmene, u sazenic ve výšce 10 cm od paty kmínu.

Zdravotní stav sazenic byl hodnocen dle stavu asimilačního aparátu, a to celkem dvakrát (na jaře a na podzim). Zdravotní stav byl ohodnocen číselně ve stupnici: 1 – velmi dobrý, 2 – dobrý, 3 – špatný, 4 – bez asimilačního aparátu. Stupněm 1 byla ohodnocena dřevina bez jakýchkoliv známek poškození (výskytem žíru listožravého hmyzu, zvláštní útvary na listech či výskyt nekróz; ohryz a okus od zvířete). Pokud byly na dřevině patrné známky poškození byl její zdravotní stav ohodnocen stupněm 2. Stupeň 3 symbolizuje špatný stav asimilačního aparátu, tj. seschlé listy a výskyt nekróz. Stupněm 4 byla ohodnocena dřevina bez asimilačního aparátu. Míra ovlivnění růstu bukových sazenic okolními jedinci a i jedinci ochranného porostu – břízy byla hodnocena pomocí indexu kompetice vypočtené pomocí modifikovaného vzorce AVERY a BURKHARTA (1983):

$$I_i = \sum_j^n \frac{(H_j / H_i)}{l_{ij}}$$

kde: i – buk; j – sousední dřevina, H_j je výška sousední dřeviny, H_i je výška dřeviny, pro niž je index kompetice počítán, l_{ij} je vzdálenost dřevin j a i, n je počet nejbližších jedinců k sazenici buku (počítáno pro n = 5).

Statistické zpracování a vyhodnocení dat: Normalita rozložení dat byla testována pomocí Shapiro – Wilksova W testu. Pokud nebylo zjištěno normální rozložení dat, byla data logaritmickey transformována a po zjištění základních parametrů souboru byly tyto údaje znovu transformovány pro popis základního souboru. Pro testování statisticky významných rozdílů v programu STATISTICA (Tulsa, NE) byl použit Tukey HSD test (v případě rovných n), nebo Tukey HSD test pro nerovná n, v případech normálního rozložení dat, Mann – Whitney U test v případě nenormálního rozložení dat a χ^2 test v případě diskrétní proměnné (tj. zdravotní stav). Rozdílný počet sazenic (n) v jednotlivých transektech/ plochách byl pro statistické testování sjednocen dle nejmenšího souboru dat. Z ostatních souborů dat tak byla po seřazení hodnot odstraněna každá x-tá hodnota odpovídající rozdílu v n mezi soubory (y, $x=n/y$), přičemž první odstraněná hodnota měla pořadí (x/2). Rozdíly byly testovány pro hladiny významnosti $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledná hodnota (průměr $\pm$ sm.odch.) efektivního LAI (LAI_e , hodnota LAI nekorigovaná podílem dřeva) byla v porostu 642B2: $2,72 \pm 0,33$ a v porostu 632A1p:

2,53 ± 0,06 (stanoveno 17.-18.8. 2003). Hodnoty se statisticky významně nelišily ($\alpha=0,05$). Z toho vyplývá, že podmínky ochrany resp. stínění odrůstajících sazenic byly na obou plochách obdobné. Ze zkusného měření porostů břízy (626B2, 630 C2) před rekonstrukcí stejnou metodikou vyplynulo, že hodnot LAI_c 3,25 ± 0,19 dosahují plně zapojené březové porosty již během prvních dvou týdnů po vyrašení (měřeno 3.-4.5. 2003). Přímoou metodou analýzy opadu na zkusných ploškách byl index listové plochy (LAI) v porostu 642B2: 2,30 ± 0,18 a v porostu 632A1p: 2,60 ± 0,65. Hodnoty efektivního LAI_c (nekorigované podílem dřeva) stanovené nepřímou metodou transmitance fotosynteticky aktivní radiace a hodnoty LAI stanovené přímoou metodou byly srovnatelné a statisticky významně se nelišily. Podíl dřeva v celkové ploše nadzemních orgánů mladých stromků lze považovat za zanedbatelný. Na ploše 630C1a byl LAI náletu břízy dosahující maximální výšky 1,4m jen 0,95 ± 0,24. Parametry (průměr ± sm.odch.) břízy tvořící ochranný porost na ploše 642B2 byly následující: výška 8,3 m ± 0,8; výčetní tloušťka kmene 10,0cm ± 1,9; šířka koruny 179cm ± 87. Parametry (průměr ± sm.odch.) břízy tvořící ochranný porost na ploše 632A1p byly tyto: výška 11,9m ± 2,0; výčetní tloušťka kmene 16,9cm ± 3,7; šířka koruny 349cm ± 172.

Hodnoty LAI sazenic buku stanovené přímoou metodou dosahovaly (průměr ± sm. odchylka) na ploše 630C1a 1,45 ± 0,30; na ploše 632A1p: 1,96 ± 0,57 a na ploše 642B2 0,95 ± 0,24. Dendrometrické parametry sazenic buku a index kompetice vnitřních jedinců odrůstající na jednotlivých plochách jsou uvedeny v tabulce (tab. 3). Neboť vždy nejméně dva měřené parametry sazenic na ploše vykazovaly nenormální rozložení dat je v tabelárním přehledu uveden přesnější statistický popis dat pomocí několika popisných charakteristik.

Mezi sazenicemi buku v transektech porostních ploch 632A1p a 630C1a byl nalezen statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$; Tukey HSD test pro nerovná n) ve výšce a tloušťce kmínu. Stejně tak byl nalezen významný rozdíl v posledním výškovém přírůstku sazenic ($p < 0,01$; Mann – Whitney U test). Rozdíl v šířce koruny a indexu kompetice zjištěn nebyl. Rovněž nebyl mezi sazenicemi buku zjištěn statisticky významný rozdíl v jejich zdravotním stavu (tab. 4). Listová plocha stanovená přímoou metodou odběrem ze zkusných plošek se statisticky významně také nelišila.

Z hlediska posouzení odrůstání buku na volné ploše a pod ochranou porostu je třeba pozornost věnovat především porostům 632A1p a 630C1a, neboť rekonstrukce proběhla ve stejném roce a buková výsadba je zde stejného stáří. Stav bukových sazenic na ploše 642B2 byl hodnocen pouze z hlediska možného srovnání se sazenicemi porostní plochy 632A1p rekonstruované obdobným způsobem (clonnou sečí) a odvození možné časové trajektorie vývoje růstu a zdravotního stavu bukové výsadby.

Sazenice buku na ploše 642B2 jsou tak ve všech parametrech statisticky významně odlišné. Nedosahují, díky stáří, tak velkého výškového přírůstku, tloušťky kmene ani šířky koruny jako v ostatních dvou porostech. Velmi dobrý zdravotní stav je zde však nejvyšší. Na druhou stranu je zde také vyšší počet sazenic se špatným zdravotním stavem a uhynulých. Pokud do výpočtu indexu kompetice na po-

rovní ploše 642B2 nebudou zahrnuty sazenice uhynulé a ve špatném stavu hodnoty budou obdobné jako v ostatních plochách ($\div 0,10$).

Tab. 3: Dendrometrické parametry korun a kmínků sazenic buku na ploše 642B2 (a), 632A1p (b) a 630C1a (c). ΔH - výškový přírůst posledního roku, H- výška stromku, D- tloušťka kmínku v 10 cm od paty kmene, CD- průměr koruny stromku, IC- index kompetice vnitřních stromků transektu. N označuje průměrný počet stromků v transektu; h. a d. mez označuje horní a dolní mez intervalu spolehlivosti ($\pm 95\%$); * označuje bezrozměrnou veličinu a SD směrodatnou odchylku

*Dendrometric parameters of beech plant crowns and stems in the stands 642B2 (a), 632A1p (b) and 630C1a (c), respectively. ΔH - tree height increment during the last year, H- tree height, D- stem diameter at 10cm above the ground, CD- diameter of tree crown, IC- index of competition of inner trees within a transect. N denotes average number of plants per transect; h. and d. denote upper and lower limits of interval of confidence ($\pm 95\%$); * denotes unit less characteristic and SD- standard deviation*

(a)	N	Průměr (cm)	Interval spolehlivosti		Medián (cm)	Min. (cm)	Max. (cm)	SD
			d. mez	h. mez				
ΔH	107	7,3	4,0	13,4	7,0	2,0	42,0	6,0
H	107	30,0	19,1	47,3	29,0	10,0	200,0	5,0
D	107	0,3	0,2	0,5	0,3	0,1	1,5	0,5
CD	107	20,0	12,8	31,3	20,0	2,0	70,0	5,0
IC	62	0,39	0,20	0,74	0,40	0,05	1,13	0,64
(b)	N	Průměr (cm)	Interval spolehlivosti		Medián (cm)	Min. (cm)	Max. (cm)	SD
			d. mez	h. mez				
ΔH	86	20,7	13,4	32,1	21,5	5,0	45,0	4,0
H	86	95,8	87,8	103,8	95,5	23,0	175,0	37,3
D	86	1,1	1,0	1,2	1,1	0,3	2,1	0,4
CD	86	78,8	72,9	84,7	76,0	8,0	150,0	27,5
IC	46	0,12	0,04	0,32	0,13	0,03	0,94	0,99
(c)	N	Průměr (cm)	Interval spolehlivosti		Medián (cm)	Min. (cm)	Max. (cm)	SD
			d. mez	h. mez				
ΔH	90	30,5	28,7	32,3	30,0	14,0	60,0	8,5
H	90	112,5	106,0	118,9	118,0	39,0	185,0	30,9
D	90	1,6	1,5	1,7	1,6	0,6	2,8	0,4
CD	90	69,6	52,0	93,1	70,0	26,0	176,0	3,0
IC	47	0,08	0,04	0,14	0,07	0,03	0,29	0,57

Buková výsadba na holé ploše měla oproti bukové výsadbě pod clonnou porostu o cca 32 % větší výškový přírůst a byla celkem o cca 15 % vyšší s o cca 31,5 % většími tloušťkami kmínku.

Tab. 4: Zdravotní stav buku na ploše 642B2 (a), 632A1p (b) a 630C1a (c). N- průměrný počet jedinců v transektu
Health condition of beech plants in stand 642B2 (a), 632A1p (b) and 630C1a (c).
N- mean number of plants within a transect

Zdravotní stav (stupeň)								
Plocha	1 - velmi dobrý		2 - dobrý		3 - špatný		4 - bezlistý	
	N	%	N	%	N	%	N	%
(a)	56	53	33	30	13	12	5	5
(b)	24	28	57	66	5	6	-	-
(c)	35	39	52	58	3	3	-	-

Výsledky hodnocení KACÁLKA a BALCARA (2001) z pětiletého šetření na sedmi výzkumných plochách (položených od 610 do 930 m n.m) s prosadbami buku lesního do porostů náhradních dřevin (PND) ukazují podstatné rozdíly ve vývoji bukových kultur v závislosti na poloze výzkumných ploch. Na hřebenových plochách vykazovaly testované bukové kultury vyšší mortalitu, pomalejší růst a výrazné poškozování přízemními mrazy. Autoři uvádí dále, že PND mohou zvláště v drsných horských podmínkách výsadbám buku poskytnout efektivní ekologický kryt proti komplexu mikroklimatických stresů. Blízkost stromů náhradních dřevin na bukové výsadby měla jednoznačně pozitivní charakter především v porostech smrku pichlavého. Krycí efekt smrku je výrazný a způsobuje zvýšené přírůstání buků blíže přísazených. Ekologický kryt opadavých dřevin (jeřáb, modřín) se projevil méně výrazně. Na plochách položených v nižších nadmořských výškách s příznivějšími klimatickými podmínkami vykazovaly testované bukové kultury nižší mortalitu a rychlejší růst. Ekologický kryt v nižších polohách nebyl shledán nezbytným, neboť krycí efekt náhradních dřevin se tu nijak neprojevil.

Z výsledků testování rozdílů mezi bukovými výsadbami v porostu rekonstruovaném clonnou sečí a porostu rekonstruovaným maloplošnou pruhovou holosečí nebyl zjištěn rozdíl v konkurenci odrůstání vyjádřenou indexem kompetice mezi sazenicemi buku navzájem včetně kompetice s dřevinami ochranného porostu. Ani velikost korun a množství nesené listové plochy ani zdravotní stav sazenic se mezi plochami rekonstruovanými různým způsobem statisticky průkazně nelišily. Výška i výškový přírůst posledního roku stejně jako tloušťka kmínku dosahovaly však lepších parametrů u sazenic odrůstajících na volné ploše pruhové seče než pod clonou ochranného porostu břízy. KACÁLEK a BALCAR (2001) uzavírají jejich výzkum také s tím, že v nižších polohách s příznivějšími růstovými podmínkami může být provedeno odstranění části porostu náhradních dřevin pro zdárnější odrůstání buku jako cílové dřeviny a usnadnění druhových přeměn. Na

základě prezentovaných výsledků z porostů revíru Barvář lze dospět k závěru, že i ve zkoumaných porostech se jeví jako vhodnější pro odrůstání buku dosud více užívaná rekonstrukce PND pruhovou maloplošnou holou sečí. Sazenice na maloplošné pruhové seči jsou zcela pod vlivem porostního okraje a holá paseka je pak pod „ekologickým“ působením přilehlého porostu. Toto ekologické působení je možno dále upravovat usměrněním pruhové seče ke světovým stranám podle expozice, zvlněním porostního okraje, jeho stupňovitým uspořádáním nebo přerušováním pruhů. Ve svahových polohách je vhodné směřovat pruhy po spádnici, aby byl umožněn odtok studeného vzduchu a minimalizovaly se tak případné škody mrazem (JURČA 1988).

ZÁVĚR

Míra clonění, kvantifikovaná pokryvností listoví (LAI), ponechaných jedinců břízy na ploše dvou vybraných porostů obnovovaných clonným způsobem v různých letech dosahovala obdobných hodnot 2,5-2,7, což může v praxi vypovídat o jednotném způsobu tohoto typu rekonstrukce. Podporují to také výsledky následného měření výsadeb buku, u nich byl zjištěn srovnatelný index kompetice při zohlednění ztrát do dvou let po obnově a vývoj zdravotního stavu. Je však třeba tento závěr ověřit měřením ve více porostech. Zjištěné výsledky porovnání výškového i tloušťkového přírůstku kmínku sazenic buku lesního (*Fagus sylvatica*) podporují dosud empiricky i exaktně získané poznatky, že buková výsadba v porostech středních nadmořských výšek rekonstruovaných maloplošnou pruhovou holosečí odrůstá lépe než v porostech rekonstruovaných clonným způsobem.

LITERATURA

- BEDNÁŘOVÁ E. 2002. Studium změn u epikutikulárních vosků pro včasnou diagnózu poškození lesních dřevin následkem antropogenních vlivů v Krušných horách. Výzk. zpráva LDF MZLU v Brně: 25s.
- BEDNÁŘOVÁ E. 2003. Vliv antropogenních činitelů na asimilační aparát lesních dřevin v Krušných horách. In: Sborník konference „Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2002“, Teplice 27.3. 2003: s. 117-121.
- FABIÁNEK P. 1997. Ore Mountains. Winter 1995/96. FGMRI: 31 s.
- GROSS J. 1997. Možnosti záchrany lesů v Krušných horách. In: Sborník konference „Možnosti záchrany lesů v Krušných horách“ Chomutovská regionální pobočka STUŽ: s. 15-22.
- HRUŠKA J., CIENCIALA E. 2001. Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví. Praha, MŽP: 154 s.
- JIRGLE J. 1988. Význam stresových faktorů pro obnovu lesních porostů v Krušných horách a možnosti zvýšit stabilitu kultur. In: Možnosti obnovy a zvýšení stability lesních porostů v oblastech pod vlivem imisí. Ústí nad Labem, Dům techniky ČSVTS: s. 18-29.
- JURČA J. 1988. Pěstění lesů. Brno, Vysoká škola zemědělská: 290 s.
- KACÁLEK D., BALCAR V. 2001. Ovlivnění vývoje bukových výsadeb porosty náhradních dřevin v horách. In: Sborník konference „Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách“. Teplice 1.3. 2001: s. 131-136.

- KREJČÍ R. et al. 2001. Poškození smrkového lesa v Krušných horách. *Vesmír* 80: s. 576-579.
- KŘÍSTEK J. et al. 2002. Ochrana lesů a přírodního prostředí. Písek, Matice lesnická spol. s r.o.
- KULA E., RYBÁŘ V. 1998. Proč odumírá bříza v Krušných horách. *Lesnická práce* 1: s. 18-19.
- KULA E., RYBÁŘ V., KAWULOK T. 1999. Stanovištní podmínky a dynamika vývoje zdravotního stavu porostu břízy postižených nevyrašením. In: Sborník konference „Problematika zachování porostů náhradních dřevin v imisní oblasti Krušných hor“. Most, 18.-19.5. 1999: s. 55-62.
- KULA E., RYBÁŘ V., ZABECKA, J. 2000. Dynamika zdravotního stavu porostů břízy východního Krušnohoří. In: „Výsledky a postupy výzkumu v imisní oblasti SV Krušnohoří“ Phare program, Teplice 4.2. 2000: s. 3-6.
- KULA E., HADAŠ P. 2000. Imisní zátěž jako stresový faktor lesních ekosystémů. Brno, LDF MZLU: 29 s.
- LOMSKÝ B., ŠRÁMEK V., FADRHOŇSOVÁ V. 2003. Hodnocení vývoje mladých smrkových porostů. In: Sborník konference „Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2002“. Teplice 27.3. 2003: s. 70-92.
- MARTINKOVÁ M., MADĚRA P., ÚRADNÍČEK L. 2000. Příčiny zhoršené vitality porostů břízy v Krušných horách. In: Sborník semináře „Výsledky a postupy výzkumu v imisní oblasti SV Krušnohoří“ Phare program, Teplice 4.2. 2000: s. 21-24.
- MATERNA J. 1957. Působení kouřových plynů na porosty Krušných hor. *Zprávy VÚLHM* 1: s. 17-24.
- MATERNA J., MEJSTŘÍK V. 1987. Zemědělství a lesní hospodářství v oblastech se znečištěným ovzduším. Praha SZN: 148 s.
- MATERNA J. 1999. Vývoj a příčiny poškození lesů v Krušných horách. *Journal of Forest Science* 45: s. 147-152.
- PEŘINA V. et al. 1984. Obnova a pěstování lesních porostů v oblastech postižených průmyslovými emisemi. Praha SZN: 173 s.
- POKORNÝ R., ŠALANSKÁ P., JANOUŠ D., PAVELKA M. 2001. ALAI-02D – a new instrument in forest practice. *Journal of Forest Science* 47: s. 164-169.
- ŠRÁMEK V. 1998. Odumírání březových porostů v Krušných horách. *Jiloviště-Strnady, VÚLHM*: 44s.
- ŠRÁMEK V., LOMSKÝ B., ŠEBKOVÁ V. 1999. Působení abiotických faktorů na porosty náhradních dřevin. In: Sborník konference „Problematika zachování porostů náhradních dřevin v imisní oblasti Krušných hor“, Most 18.-19.5. 1999: s. 27-32.
- UHLÍŘOVÁ H., ŠRÁMEK V., PASUTHOVÁ J. 1997. Znečištěné ovzduší a lesy. *Oxidy dusíku a ozon. Zprávy lesnického výzkumu* 42: s. 28-32.
- VAVŘÍČEK D. 1999. Vývojová stadia a chemizmus půdy z aspektu predispozice poškozování náhradních porostů Krušných hor. In: Sborník konference „Problematika zachování porostů náhradních dřevin v imisní oblasti Krušných hor“, Most 18.-19.5. 1999: s. 117-124.

Adresa autorů:

*Ing. Radek Pokorný, Ph.D.,
Ing. Lenka Šplíchalová,
Department of Silviculture,
Faculty of Forestry and Wood Technology,
Mendel University in Brno,
Zemědělská 3, 613 00 Brno
Czech Republic*

*Ing. Lenka Šplíchalová,
Department of Natural Sciences,
Faculty of Environment,
J.E. Purkyně University,
Králova výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem
Czech Republic*

**ÚČINKY SUBSTRÁTU, MYKORIZÁCIE A HNOJENIA NA RASTOVÉ
A FYZIOLOGICKÉ PARAMETRE JEDNOROČNÝCH KRYTOKORENNÝCH
SEMENÁČIKOV SMREKA OBYČAJNÉHO (*PICEA ABIES* [L.] KARST.)**

***EFFECTS OF SUBSTRATE, MYCORRHIZATION AND FERTILIZATION ON GROWTH AND
PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF ONE-YEAR-OLD CONTAINER-GROWN NORWAY
SPRUCE (*PICEA ABIES* [L.] KARST.) SEEDLINGS***

IVAN REPÁČ, JAROSLAV VENCURIK, MIROSLAV BALANDA

ABSTRACT

Containerized seedlings of Norway spruce were grown in greenhouse on three variants of substrate (Gramoflor, Agro CS and Litva) inoculated by commercial fungi additives Ectovit and Mycorrhizaroots. Non inoculated substrate served as a control treatment. Two fertilization and irrigation regimes were tested. Main component of all substrates was peat. Two substrates (Agro CS and Gramoflor) were fertilized. Half amount of seedlings from each substrate and additive treatment was irrigated as necessary (one - two times per day) and fertilized according to routine operational regime. Second half of seedlings amount was not fertilized and for its irrigation was used 2/3 of full daily water income. The growth and physiological features of seedlings were evaluated after first growing season. Statistically significant impact of substrate fertilization (irrigation) on value of biometrical features was confirmed. Parameters of seedlings growing on Litva substrate were less than half smaller than parameters of seedlings growing on Gramoflor and Agro CS substrates. Application of Ectovit additive significantly affects seedlings growth in the positive way, especially Litva treatment.

Keywords: containerized seedlings, fertilization, substrate inoculation, Norway spruce

Kľúčové slová: krytokorenné semenáčky, hnojenie, inokulácia substrátu, smrek obyčajný

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Vysoká kvalita sadbového materiálu a intenzifikácia technológií sadby uľahčujúce jeho adaptáciu na prostredie výsadbových plôch sú dôležité nielen pre zabezpečenie úloh obnovy lesa, ale aj pre čoraz naliehavejšiu potrebu zvyšovania rozlohy lesa (zalesňovaním poľnohospodárskych a iných nelesných pôd), ako obnoviteľného zdroja energie a fenoména zmierňujúceho negatívne dôsledky klimatických zmien a zabezpečujúceho ekonomické, sociálne, ekologické a iné potreby obyvateľstva. Pestovanie krytokorenného sadbového materiálu a použitie pôdných biologických preparátov výrazne zvyšuje kvalitatívnu úroveň, prežívanie a adaptabilitu produkovaného sadbového materiálu, čím kladne ovplyvňuje efektivitu plnenia zalesňovacích povinností (BARTOŠ et al. 2007; JALOVIAŘ 2010; REPÁČ et al. 2010b; SARVAŠOVÁ 2005, 2007). V súčasnosti sú sadenice smreka obyčajného produkované prevažne ako 3-4 ročný voľnokorenný sadbový materiál. Väčšina smrekových koreňov na prirodzených stanovištiach je ektomykorizných. Inokulácia v lesnej škôlke môže podporiť následný vývoj sadeníc na výsadbovej ploche (MÖTTÖNEN et al. 2001).

Použitý substrát významne ovplyvňuje vývoj semenáčikov (OLESKOG et al. 2000), rast (BERNIER a GONZALEZ 1995, TAMMI et al. 2001), množstvo a zloženie mykoríz (RINCÓN et al. 2005). Pohyb vody a živín zo substrátu ku koreňom závisí na absorpčnej kontaktnej ploche koreňov, ktorá je zväčšovaná prítomnosťou mykoríz (QUEREJETA et al. 1998). Vývoj ektomykoríz semenáčikov súvisí predovšetkým s hnojením, obsahom organického materiálu, mikrobiologickou aktivitou a pH substrátu (KROPP a LANGLOIS 1990). Účinok rastového substrátu a režimu hnojenia na rastové charakteristiky a vývoj mykoríz obaľovaných sadeníc smreka obyčajného analyzoval VAARIO et al. (2009). Vplyvom biologických prípravkov na báze mykoríznych húb na rast semenáčikov lesných drevín sa zaoberali REPÁČ et al. (2009, 2010a) a TUČEKOVÁ a LONGAUEROVÁ (2008).

Cieľom tejto práce bolo overiť vplyv rôzneho režimu hnojenia (závlahy), rastového substrátu a komerčných hubových prípravkov (Ectovit®, Mycorrhizaroots®) na rast a vybrané fyziologické parametre jednoročných krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného (*Picea abies* [L.] Karst.) pestovaných pod PEK.

MATERIÁL A METODIKA

Experiment sa uskutočnil v škôlkárskom stredisku Jochy, organizačne začlenenom do lesného závodu Semenoles, Lesy SR, š. p. Škôlkárske stredisko leží pod Západnými Tatrami v nadmorskej výške 830 m. Pre pestovanie krytokorenných semenáčikov boli použité sadbovače Lännen Plantek-F 81 (385×385×73mm). Sadbovač tvorí 81 (9×9) buniek, každá o rozmere 41×41(vrchný horizontálny prierez)×73 mm (výška), objem 85cm³. Semenáčiky boli pestované v troch substrátoch, inokulovaných komerčnými prípravkami Ectovit (Symbio-m, ČR) a Mycorrhizaroots (Engo, SR), alebo neinokulovaných (kontrola), a pri dvoch režimoch hnojenia a závlahy. Experiment pozostával z 3 (substrát) × 3 (prípravok) × 2 (hnojenie+závlaha) = 18 kombinácií sledovaných účinkov. Boli použité substráty Agro CS (Agro CS, ČR), Gramoflor (Gramoflor, Nemecko) a Litovský substrát (Litva). Hlavným komponentom všetkých substrátov je rašelina. Podstatným rozdielom medzi substrátmi bolo, že Agro a Gramoflor boli obohatené hnojivami, Litva neprihnojená. Zloženie Agro CS (RSII na ihličnany): rašelina biela Profi 0-20 mm 50 %, rašelina Unguri 5-10 mm 20 %, rašelina čierna 0-20 mm 20 %, kokosové vlákno 10 %, bentonit 15 kg.m⁻³, Multicote 4M 18-6-12+2Mg+mikroelementy 2 kg.m⁻³, PG Mix 1kg.m⁻³, Fibazorb 0,1l.m⁻³, pH 5,0-5,5. Zloženie Gramoflor (Cocofibre G-SG): severonemecká vrchovisková biela borkovaná (ťažaná vo forme tehál) rašelina 70 %, rašelinové vlákna 15 %, hrubé kokosové vlákna 15 %, íl 10 % hmotnosti (30 kg.m⁻³), Kompakt (NPK 21-7-14+mikroelementy) 0,8 kg.m⁻³, rohovina 3 kg.m⁻³, Radigen 100 g.m⁻³ – súbor mikroprvkov, Triplefosfat 46 % 200 m⁻³, zmáčadlo 900ml.m⁻³, pH 5,6-6,0, veľkosť vlákien 20-40 mm. Litva je tmavá vrchovisková rašelina bez prísad, objemová hmotnosť >250 g.l⁻¹, pH 2,7-3,7, obsah organických látok 90-94 %, sušina 6-8 %, pórovitosť 90-95 %. Chemické analýzy na obsah prvkov v substrátoch pred výsevom neboli robené.

Ectovit obsahuje mycélium štyroch druhov ektomykoríznych (EKM) húb (*Coenococcum geophilum*, *Hebeloma velutipes*, *Laccaria proxima* a *Paxillus involutus*) a spóry dvoch druhov EKM húb (*Pisolithus arrhizus* a *Scleroderma citrinum*).

Spóry sú zamiešané v rašelinovom nosiči spolu s prírodnými zložkami podporujúcimi tvorbu ektomykoríz (humáty, mleté horniny, výťažky z morských organizmov) a biologicky rozložiteľnými granulami absorpčného gelu. Ectovit bol aplikovaný vo forme kašovitej zmesi, ktorá bola pripravená zmiešaním suchej zložky, hubového mycélia a primeraného množstva vody. Prípravok bol premiešaný so substrátmi v objemovom pomere 1:5 a zmesou boli naplnené sadbovače. Dávka hubového mycélia bola 0,32 ml na jednu bunku sadbovača. Mycorrhizarots obsahuje spóry endo a EKM húb (2-3 %), kyselinu humínovú (29 %), výťažok morských rias (18 %), vitamín C (12 %), aminokyseliny (8,5 %), vitamín B1 (2 %) a vitamín E (1 %). Producent udáva spóry EKM húb *Pisolithus arhizus* a rodov *Rhizopogon*, *Scleroderma* a *Laccaria*. Prípravok bol aplikovaný vo forme zálievky substrátu (0,8 g do 1,4 l vody.m⁻²) bezprostredne pred výsevom a ešte raz počas vegetačného obdobia (v júli). Množstvo spór v prípravkoch a teda ani aplikačné dávky producenti neuvádzajú.

Sadbovače boli naplnené substrátom ručne. Na výsev bolo použité semeno smreka obyčajného, zber v roku 2009, evidenčný kód 01525LM142 (semenný zdroj uznaný porast kat. B, semenárska oblasť fatransko-podtatranská, výšková zóna 800-1 000 m n.m.), číslo potvrdenia o pôvode SK-1049/2010. Výsevovým mechanizmom link y Lannen bolo do každej bunky sadbovača vysiate jedno semeno a zasypané tenkou vrstvou perlitu. Usporiadanie experimentu bolo v kompletných znáhodnených blokoch. V každej kombinácii substrátu (3), prípravku (3) a režimu hnojenia (2) založenej v troch opakovaniach (blokoch) bolo semeno vysiate do troch sadbovačov, spolu v celom experimente do 162 sadbovačov (× 81 buniek) a 13 122 buniek. Sadbovače boli umiestnené na rámy nad povrch záhonov (tzv. vzduchový vankúš) pod polyetylénový kryt. Polovica výsevom a neskôr semenáčikov z každej kombinácie substrátu a prípravku bola zavlažovaná podľa potreby (1-2 krát za deň) pre udržanie 60-70 % vlhkosti substrátu a semenáčky hnojené obvyklým prevádzkovým režimom škôlkárskeho strediska. Druhá polovica semenáčikov bola zavlažovaná dvomi tretinami z plnej závlahovej dávky a nebola hnojená. Na hnojenú polovicu semenáčikov bolo aplikované na list 2 krát za týždeň granulové rozpustné hnojivo Superex (Kekkilä, Fínsko), počnúc 3 týždne po vzidení semenáčikov nasledujúce 3 týždne v koncentrácii 0,3 % a ďalších 8 týždňov v koncentrácii 0,45 %. Hnojivo obsahovalo N 19 %, P 4 %, K 20 % a mikroživiny Mg, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, S. Od vzhádzania semenáčikov po ich prenesenie na úložisko boli s rôznou frekvenciou v závislosti od vlhkosti a teploty prostredia aplikované preventívne fungicídne postreky.

Po skončení vegetačného obdobia bolo z každej zo zmienovaných kombinácií sledovaných účinkov a každého bloku náhodne odobratých 10 semenáčikov, spolu 540 semenáčikov na hodnotenie. Na každom semenáčku bola meraná výška stonky, hrúbka v koreňovom krčku, hmotnosť sušiny nadzemnej časti, koreňovej sústavy a celková hmotnosť. Namerané biometrické a fyziologické hodnoty boli spracované trojfaktorovou analýzou rozptylu (substrát, prípravok, hnojenie) a významnosť rozdielov priemerných hodnôt posúdená Tukeyovým testom ($\alpha = 0,05$). Výpočty boli urobené na PC v programe SAS.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Analýza jednorokových krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného pestovaných pod polyetylénovým krytom potvrdila pozitívny, signifikantný ($P \leq 0,05$) vplyv hnojenia a závlahy na dosiahnuté hodnoty všetkých sledovaných biometrických ukazovateľov, s výnimkou hrúbky koreňového krčka, kde sa štatistická významnosť rozdielov nepotvrdila len veľmi tesne ($P = 0,076$) (tab. 1, 2).

Tab. 1: Analýza variancie (F - a P -hodnoty) účinku hnojenia (závlahy), rozdielnych substrátov a komerčných hubových prípravkov na biometrické ukazovatele jednorokových krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného pestovaných pod PEK
Analysis of variance (F - and P -values) of effect of the fertilization (irrigation), different substrates and fungal commercial products on biometric parameters of 1-year-old containerized Norway spruce seedlings grown under greenhouse

	Hrúbka koreňového krčka ¹		Výška stonky ²		Hmotnosť nadzemnej časti v sušine ³		Hmotnosť koreňovej sústavy v sušine ⁴		Hmotnosť sušiny celkom ⁵	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Hnojenie ⁶	11,77	0,076	58,93	0,017	34,48	0,028	110,31			
Substrát ⁷	188,25	0,001	39,80	0,002	55,58	0,001	31,22	0,009	57,91	0,017
Prípravok ⁸	26,57	0,005	12,24	0,020	9,58	0,030	15,76	0,004	46,87	0,002
Hnojenie×Substrát	7,76	0,042	2,37	0,209	2,12	0,236	9,64	0,013	27,92	0,005
Hnojenie×Prípravok	1,59	0,311	3,70	0,123	0,18	0,845	0,030	0,030	3,94	0,114
Substrát×Prípravok	5,79	0,017	5,23	0,023	3,64	0,057	0,779	0,779	0,23	0,805
Hnojenie×Substrát×Prípravok	0,38	0,817	2,15	0,166	0,89	0,512	0,27	0,325	3,28	0,072
							1,37	0,378	0,61	0,670
							1,21			

¹Root collar diameter, ²Stem height, ³Top dry weight, ⁴Root dry weight, ⁵Total dry weight, ⁶Fertilization, ⁷Substrate, ⁸Product

Rast smrekových semenáčikov ovplyvnil významne ($P \leq 0,05$) tiež použitý druh substrátu. Semenáčiky pestované na neprihnojenom rastovom substráte Litva boli výrazne menšie, pričom dosahovali priemerne len cca. 48 resp. 45% veľkosti, a tým aj hmotnosti sušiny semenáčikov na substrátoch Gramoflor a Agro CS. Pri hrúbke koreňového krčka a hmotnosti sušiny koreňovej sústavy semenáčikov bola zistená štatisticky významná ($P \leq 0,05$) interakcia medzi hnojením a substrátom (tab. 1). Vplyv substrátu a hnojenia na rast krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného skúmal VAARIO et al. (2009). Použité boli štyri druhy substrátu (rašelina, rašelina+hnojivo s pomalým uvoľňovaním, rašelina+25 % drevné vlákno a rašelina+25 % drevné vlákno+25 % borovicová kôra) a dva režimy hnojenia (minerálne hnojenie-Kekkilä program, organické hnojenie-tekuté organické hnojivo Biolan). Najlepší rast semenáčikov bol zaznamenaný na čistých rašelinových substrátoch bez drevného vlákna a borovicovej kôry. Zvýšená dávka hnojiva pri substráte rašelina+hnojivo sa však negatívne prejavila na intenzite kolonizácie koreňových sústav EKM hubami. Po druhej vegetačnej sezóne boli semenáčiky s režimom minerálneho hnojenia na všetkých substrátoch signifikantne väčšie ako semenáčiky s organickým hnojivom. Substrát môže významne ovplyvňovať

Tab. 2: Priemerné hodnoty biometrických ukazovateľov (priemer $\pm$ SE) jednoročných krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného pestovaných pod PEK
Mean values (mean $\pm$ SE) of biometric parameters of 1-year-old containerized Norway spruce seedlings grown under greenhouse

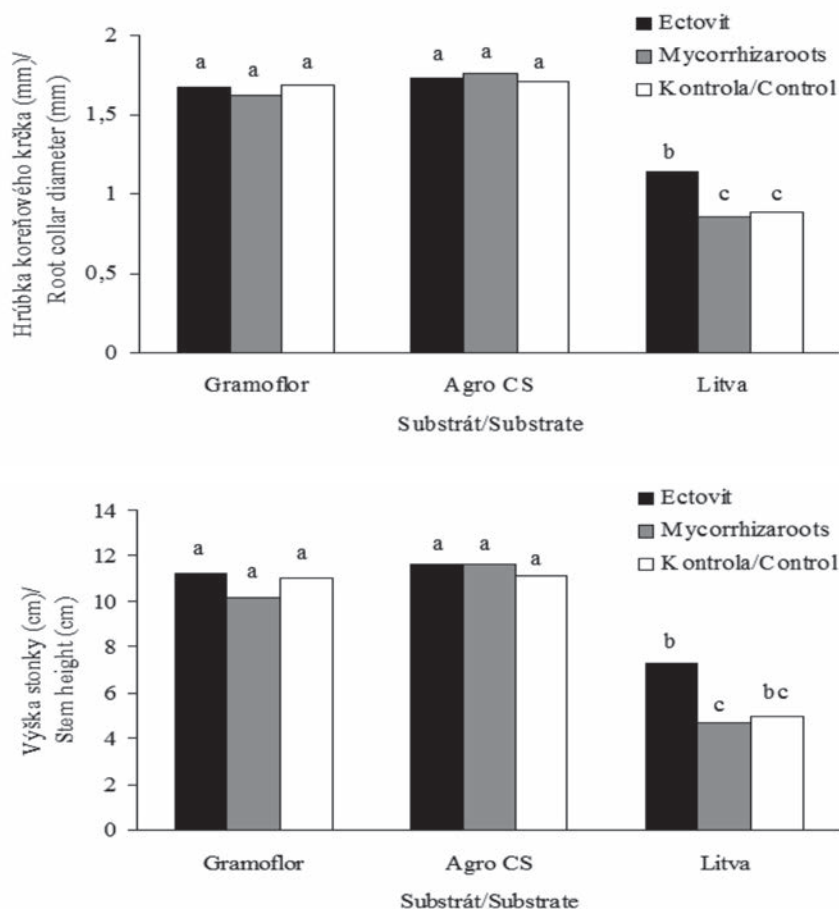
	Hrúbka koreňového krčka ¹ (mm)	Výška stonky ² (cm)	Hmotnosť nad- zemnej časti v sušine ³ (mg)	Hmotnosť koreňovej sústavy v sušine ⁴ (mg)	Hmotnosť sušiny celkom ⁵ (mg)
Hnojenie ⁶					
Hnojené ⁷	1,54 $\pm$ 0,02 ^a	9,85 $\pm$ 0,20 ^a	475 $\pm$ 13 ^a	255 $\pm$ 6 ^a	730 $\pm$ 19 ^a
Bez hnojenia ⁸	1,36 $\pm$ 0,03 ^a	8,76 $\pm$ 0,21 ^b	379 $\pm$ 13 ^b	230 $\pm$ 7 ^b	609 $\pm$ 19 ^b
Substrát ⁹					
Gramoflor	1,66 $\pm$ 0,02 ^a	10,83 $\pm$ 0,15 ^a	524 $\pm$ 11 ^a	282 $\pm$ 6 ^a	806 $\pm$ 15 ^a
Agro CS	1,73 $\pm$ 0,02 ^a	11,44 $\pm$ 0,18 ^a	565 $\pm$ 13 ^a	303 $\pm$ 7 ^a	868 $\pm$ 18 ^a
Litva	0,96 $\pm$ 0,02 ^b	5,64 $\pm$ 0,14 ^b	192 $\pm$ 8 ^b	142 $\pm$ 5 ^b	335 $\pm$ 12 ^b
Prípravok ¹⁰					
Ectovit	1,51 $\pm$ 0,03 ^a	10,05 $\pm$ 0,21 ^a	457 $\pm$ 15 ^a	272 $\pm$ 8 ^a	729 $\pm$ 22 ^a
Mycorrhiza- roots	1,41 $\pm$ 0,04 ^b	8,81 $\pm$ 0,27 ^b	400 $\pm$ 17 ^b	224 $\pm$ 8 ^b	623 $\pm$ 24 ^b
Kontrola ¹¹	1,43 $\pm$ 0,03 ^b	9,04 $\pm$ 0,26 ^b	424 $\pm$ 17 ^{ab}	232 $\pm$ 8 ^b	656 $\pm$ 24 ^b

¹Root collar diameter, ²Stem height, ³Top dry weight, ⁴Root dry weight, ⁵Total dry weight, ⁶Fertilization, ⁷With fertilization, ⁸Without fertilization, ⁹Substrate, ¹⁰Product, ¹¹Control

rast semenáčikov lesných drevín. REPÁČ (2007) vo svojej práci uvádza, že voľno-korenné semenáčky smreka obyčajného (*Picea abies* [L.] Karst.) rástli signifikantne lepšie v rašelini s prídavkom živín ako v substrátoch z kompostovanej kôry. To poukazuje na fakt, že rast semenáčikov v najväčšej miere ovplyvnil obsah živín v substráte (predovšetkým obsah N). BERNIER a GONZALEZ (1995) zdôrazňujú význam fyzikálnych vlastností rašeliny na rast krytokorenných semenáčikov *Picea mariana* a *Picea glauca* (Moench). Stimulačný efekt organického materiálu (humus, hrabanka) na rast semenáčikov uvádzajú HALLSBY (1994) a REPÁČ (1996). Obsah organického materiálu v substráte zlepšuje tiež podmienky pre vývoj EKM húb. Rozdielny režim hnojenia a závlahy v lesnej škôlke môže ovplyvniť tiež morfológiu koreňov krytokorenných semenáčikov (JACOBS et al. 2004).

Aplikácia hubového prípravku Mycorrhizaroots do rastového substrátu v našom pokuse pôsobila na rast semenáčikov mierne inhibične. Rozdiely v porovnaní s kontrolným variantom však neboli signifikantné ($P > 0,05$) a pri žiadnom biometrickom ukazovateli nepresiahli 7 %. Naopak, pri prípravku Ectovit sa potvrdil jeho pozitívny, štatisticky významný ($P \leq 0,05$) vplyv na rastové procesy. Parametre semenáčikov inokulovaných Ectovitom boli väčšie v priemere o 11 % (porovnanie s kontrolným variantom) resp. o 16 % (porovnanie s prípravkom Mycorrhizaroots). V prípade hrúbky koreňového krčka a výšky semenáčikov bola zistená štatisticky významná ($P \leq 0,05$) interakcia medzi substrátom a aplikovaným prípravkom (tab. 1). Semenáčky rastúce na substráte Litva, inokulovanom Ectovi-

tom, mali signifikantne väčšie hrúbky ako semenáčky kontrolného variantu a variantu s prípravkom Mycorrhizaroots na tom istom substráte; pri výške bol zistený významný rozdiel len medzi semenáčikmi s Ectovitom a prípravkom Mycorrhizaroots (obr. 1a,b). Naopak, mierne negatívny účinok symbiotických húb v prípravkoch Ectovit a Ectorize na rast voľnokorenných semenáčikov borovice lesnej konštatuje vo svojich prácach REPÁČ (2007) a REPÁČ et al. (2010a,b). Pri smreku obyčajnom bol v pokusoch s inokuláciou obalených semenáčikov zaznamenaný tiež



Obr. 1a,b: Hrúbka koreňového krčka a výška jednoročných krytokorenných semenáčikov smreka obyčajného na rôznych substrátoch inokulovaných komerčnými hubovými prípravkami Ectovit a Mycorrhizaroots. Odlišné písmená znamenajú štatisticky rozdielne hodnoty medzi kombináciami substrátov a hubových prípravkov ($P \leq 0,05$)

Root collar diameter and stem height of 1-year-old containerized Norway spruce seedlings in different substrates inoculated with fungal commercial products Ectovit and Mycorrhizaroots. Different letters indicate statistically different values between substrates and fungal products combinations ($P \leq 0.05$)

nižší podiel mykoríz, v porovnaní s voľnokorennými semenáčikmi (REPÁČ 2000). Je to pravdepodobne dôsledok ideálnych podmienok pre rast semenáčikov (vysoký obsah živín, optimálna teplota a vlhkosť, neobmedzený životný priestor semenáčikov), čo znižuje potrebu premeny korieňkov na mykorízy (KROPP a LANGLOIS 1990). V pokuse s krytokorennými semenáčikmi *Pseudotsuga menziesii* ovplyvnila vyššia miera hnojenia pozitívne tiež abundanciu ektomykoríz *R. colossus* a *R. vinicolor* (CASTELLANO et al. 1985). Hodnotenie biometrických parametrov semenáčikov bude rozšírené o chemické analýzy substrátov a asimilačných orgánov, fyziologické parametre a hodnotenie ektomykoríz.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektu VEGA 1/0516/09.

LITERATÚRA

- BARTOŠ J., JURÁSEK A., RÁČKOVÁ E. 2007. Ekonomické aspekty použitia krytokoreňného sadebného materiálu buku. In: SANIGA M., JALOVIAŘ P., KUCBEL S. (eds): Obhospodarovanie lesa v meniacich sa podmienkach prostredia. Zvolen, TU vo Zvolene: s. 163-169.
- BERNIER P. Y., GONZALEZ A. 1995. Effects of the physical properties of *Sphagnum* peat on the nursery growth of containerized *Picea mariana* and *Picea glauca* seedlings. Scandinavian Journal of Forest Research, 10: s. 176-183.
- CASTELLANO M. A., TRAPPE J.M., MOLINA R. 1985. Inoculation of container-grown Douglas-fir seedlings with basidiospores of *Rhizopogon vinicolor* and *R. colossus*: effects of fertility and spore application rate. Canadian Journal of Forest Research, 15: s. 10-13.
- HALLSBY G. 1994. The influence of different forest organic matter on the growth of one-year old planted Norway spruce seedlings in a greenhouse experiment. New Forests, 8: s. 43-60.
- JACOBS D. F., ROSE R., HAASE D. L., ALZUGARAY P.O. 2004. Fertilization at planting impairs root system development and drought avoidance of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) seedlings. Annals of Forest science, 61: s. 643-651.
- JALOVIAŘ P. 2010. Vplyv aplikácie alginátu na morfológiu koreňov semenáčikov smreka. In: SUŠKOVÁ M., DEBNÁROVÁ G. (eds): Aktuálne problémy lesného škôlkárstva, semenárstva a umelej obnovy lesa 2010. Zvolen, Národné lesnícke centrum: s. 131-137.
- KROPP B. R., LANGLOIS C. G. 1990. Ectomycorrhizae in reforestation. Canadian Journal of Forest Research, 20: s. 438-451.
- MÖTTÖNEN M., LEHTO T., APHALO P. J. 2001. Growth dynamics and mycorrhizas of Norway spruce (*Picea abies*) seedlings in relation to boron supply. Trees, 15: s. 319-326.
- OLESKOG G., GRIP H., BERGSTEN U., SAHLÉN K. 2000. Seedling emergence of *Pinus sylvestris* in characterized seedbed substrates under different moisture conditions. Canadian Journal of Forest Research, 30: s. 1766-1777.
- QUEREJETA J. I., ROLDÁN A., ALBALADEJO J., CASTILLO V. 1998. The role of mycorrhizae, site preparation, and organic amendment in the afforestation of

- a semi-arid mediterranean site with *Pinus halapensis*. Forest Science, 44: s. 203-211.
- REPÁČ I. 1996. Effects of forest litter on mycorrhiza formation and growth of container-grown Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings. Lesnictví, 42: s. 317-324.
- REPÁČ I. 2000. Mykorizna symbióza lesných drevín a jej uplatnenie v škôlkárstve. Vedecké štúdie 8/2000/A. Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, Zvolen: 69 s.
- REPÁČ I. 2007. Ectomycorrhiza formation and growth of *Picea abies* seedlings inoculated with alginate-bead fungal inoculum in peat and bark compost substrates. Forestry, 80: s. 517-530.
- REPÁČ I., SARVAŠOVÁ I., VENCURIK J. 2010a. Testovanie biopreparátov aplikovaných do substrátu pri pestovaní smreka obyčajného a borovice lesnej. In: SUŠKOVÁ M., DEBNÁROVÁ G. (eds): Aktuálne problémy lesného škôlkárstva, semenárstva a umelej obnovy lesa 2010. Zvolen, Národné lesnícke centrum: s. 65-73.
- REPÁČ I., TUČEKOVÁ A., SARVAŠOVÁ I., VENCURIK J., HALÁK A., SLAMKA M. 2009. Hodnotenie vývoja výsadiel na kalamitnej ploche v Tatrách po prvom vegetačnom období. In: TUŽINSKÝ L., GREGOR J. (eds): Vplyv vetrovej kalamity na vývoj lesných porastov vo Vysokých Tatrách: analýza abiotických procesov a vývoja lesných porastov po vetrovej kalamite v Tatrách. Zvolen, TU vo Zvolene: s. 175-184.
- REPÁČ I., VENCURIK J., SARVAŠOVÁ I. 2010b. Vplyv aplikácie mikrobiálnych prípravkov do rastového substrátu na rast semenáčikov borovice lesnej. In: KNOTT R., PEŇÁZ J., VANĚK P. (eds): Pěstování lesů v nižších vegetačních stupních. Brno, Mendelova univerzita v Brně: s. 113-120.
- RINCÓN A., PARLADÉ J., PERA J. 2005. Effects of ectomycorrhizal inoculation and the type of substrate on mycorrhization, growth and nutrition of containerized *Pinus pinea* L. seedlings produced in a commercial nursery. Annals of Forest science, 62: s. 817-822.
- SARVAŠOVÁ I. 2005. Pôdne kondicionéry – využitie pre regeneráciu a stabilizáciu pôd. In: SANIGA M., JALOVIAR P. (eds): Actual problems of silviculture. Zvolen, TU vo Zvolene: s. 211-216.
- SARVAŠOVÁ I. 2007. Pôsobenie pôdnych kondicionérov na rast a ujetie sadeníc smreka obyčajného a jedle bielej. In: SANIGA M., JALOVIAR P., KUCBEL S. (eds): Obhospodarovanie lesa v meniacich sa podmienkach prostredia. Zvolen, TU vo Zvolene: s. 163-169.
- TAMMI H., TIMONEN S., SEN R. 2001. Spatiotemporal colonization of Scots pine roots by introduced and indigenous ectomycorrhizal fungi in forest humus and nursery *Sphagnum* peat microcosms. Canadian Journal of Forest Research, 31: s. 746-756.
- TUČEKOVÁ A., LONGAUEROVÁ V. 2008. Vplyv ekologických a mikrobiologických prípravkov na zdravotný stav a rast drevín v juvenilnom štádiu v oblasti kalamitných holín Kysúc. In: PRKNOVÁ H. (eds): Pěstování lesů na počátku 21. století. Kostelec nad Černými lesy, ČZU Praha.
- VAARIO L., TERVONEN A., HAUKIOJA K., HAUKIOJA M., PENNANEN T., TIMONEN S. 2009. The effect of nursery substrate and fertilization on the growth and ecto-

mycorrhizal status of containerized and outplanted seedlings of *Picea abies*.
Canadian Journal of Forest Research, 39: s. 64-75.

Adresa autorů:

Doc., Ing. Ivan Repáč, Ph.D.,
Ing. Jaroslav Vencurik, Ph.D.,
Ing. Miroslav Balanda,
Technická univerzita vo Zvolene,
Lesnícka fakulta,
Katedra pestovania lesa,
T.G. Masaryka 24, SK-96053 Zvolen
Slovenská republika
e-mail: repac@vslld.tuzvo.sk, vencurik@vslld.tuzvo.sk, balanda@tuzvo.sk

HODNOCENÍ RŮSTU A ZDRAVOTNÍHO STAVU VYBRANÝCH KLONOVÝCH SMĚSÍ SMRKU ZTEPILÉHO (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) V KLONOVÝCH VÝSADBÁCH

2. GENERACE V POROVNÁNÍ S BĚŽNÝM SADEBNÍM MATERIÁLEM

THE ASSESSMENT OF GROWTH AND HEALTH OF CLONE MIXTURES OF NORWAY SPRUCE IN 2ND GENERATION CLONE PLANTATIONS IN COMPARISON WITH COMMON PLANTING STOCK

JAN LEUGNER, ANTONÍN JURÁSEK, JARMILA MARTINCOVÁ

ABSTRACT

*Growth and health of spruce clones in two clone plantations were compared. The article deals with Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) of selected mountain populations origin. Two experimental plots with different site conditions were established. The aim of the study is to find whether natural selection of clones in ortet and clone plantations can be promoted by extreme site conditions of mountains. The results show good dynamic of growth of several clones (ramets) in extreme climatic conditions. This applies to the cuttings which were taken from vital ortets growing in extreme mountain localities. The clones show good growth and vigor and some exceed common planting stock in terms of height and root collar diameter. Well-growing clones show also lower values of defoliation and discoloration indices. However, the performance of the clones still varies greatly. We expect that the interaction between growth performance of clones and site conditions may change in the future; further investigation in the clone plantations is needed in the next years.*

Keywords: Norway spruce, mountain conditions, ortets, clone plantation

Klíčová slova: smrk ztepilý, horské podmínky, matečnice, klonové výsadby

Úvod

Hlavním cílem současného lesnického hospodaření v horských oblastech je stabilizace funkcí lesa. Pro lesní ekosystémy vyšších poloh našich hor (8. LVS) má nezastupitelnou (porostotvornou) funkci smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst.), proto je žádoucí posoudit reálné možnosti této dřeviny při zvyšování odolnosti nově zakládaných porostů. Extrémní podmínky pro obnovu lesa jsou zejména na kalamitních holinách, kde je působení stresových faktorů ještě znásobeno. Jednou z možností zvýšení stability budoucích porostů je používání jedinců smrku se zvýšenou odolností ke stresům. Cílem tohoto příspěvku je informovat o výsledcích našeho výzkumu v problematice využití jedinců smrku se zvýšenou odolností ke stresům při obnově lesa.

Potenciálně strestolerantní směsi klonů z horských populací smrku ztepilého byly postupně získány v dlouhodobých programech s využitím metody řízkování (JURÁSEK at al. 1994), které se začaly uskutečňovat v osmdesátých letech, v době vrcholící imisně-ekologické kalamity. V tomto období, v průběhu programu záchrany genofundu geograficky původních druhů lesních dřevin v Krkonoších (SCHWARZ 1996, SCHWARZ, VAŠINA 1997) byl proveden výběr relativně odolných

jedinců, kteří přežívali v rozpadajících se porostech. V rámci předchozích aktivit (projekt NAZV MZe QDI274 „Strestolerantní klonové směsi pro horské oblasti“) jsme v modelové horské oblasti Krkonoš založili řadu matečnic a klonových výsadeb smrku pocházejících z autochtonních nebo potenciálně strestolerantních stromů (JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2005). K další selekci docházelo při odběru řízků z vitálních jedinců v klonových výsadbách 1. generace. U těchto řízkovanců 2. generace tak proběhla dvojí selekce in-situ. Po dopěstování ve školce byla provedena jejich výsadba do exponovaných poloh, kde jsou dále sledováni a jejich růst a zdravotní stav je porovnáván s běžným sadebním materiálem generativního původu.

Je možno předpokládat, že zvýšená adaptabilita k nepříznivým podmínkám se bude výrazněji projevovat se stoupajícím věkem stromů a délkou doby jejich růstu na extrémních stanovištích. Postupným odezníváním šoku z přesazení a zmenšováním vlivu mikrostanoviště by se měly více projevovat případné rozdíly v adaptabilitě k extrémním podmínkám podmíněné geneticky. Vztah výškového růstu smrku k nadmořské výšce jejich původu uvádějí například MODRZYNSKI (1995) a KOTRLA (1998).

Výzkumné řešení selekce realizované metodou řízkování je komplikováno přirozenou variabilitou genové základny. Pro získání objektivních výsledků je proto třeba pracovat v rámci jednotlivých klonů (SCHACHLER et al. 1987, SCHACHLER 1988).

MATERIÁL A METODY

Porovnávání růstu klonových směsí a běžného sadebního materiálu generativního původu, z oddílu osiva sbíraném v porostu fenotypové kategorie A z oblasti Krkonoš v 8. LVS (A-SM-503-22-8-SM) – dále označován jako „kontrola“, bylo provedeno na dvou výzkumných plochách (VP) – klonových výsadbách – „Černohorská rašelina“ a „Svorová hora“. Výsadba byla provedena v letech 2004 a 2005, pro výsadbu byl použit čtyřletý sadební materiál (1r+3, 2+2).

Výzkumná plocha Černohorská rašelina představuje specifickou lokalitu v těsném sousedství rašeliniště (nadmořská výška 1150 m, SLT 8R, 8P). Byla zde vysázena převážně polosesterská potomstva pocházející z této oblasti (Černohorská rašelina - cr7 a cr8), pro možnost srovnání byly na VP v malém množství umístěny i řízkovance pocházející z jiné krkonošské populace (Malá Kotelní jáma - mkj2). Výsadba byla provedena formou podsadby pod rozpadající se mateřský porost. Celkem bylo vysazeno 1020 ks z 24 klonů.

Na výzkumnou plochu Svorová hora (nadmořská výška 1100 – 1150 m, SLT 8K), která je umístěna na rozsáhlé kalamitní holině byla na jaře 2004 vysázena klonová směs, kterou tvořila 4 polosesterská potomstva. Detailnější hodnocení růstu jednotlivých ramet v rámci klonů je dále uvedeno pro dva klony z potomstva Benzina 1 (b1), celkem bylo na výzkumnou plochu vysazeno 7 000 ks řízkovanců (2500 ks/ha).

Polosesterské potomstvo Benzina 1 je na VP Svorová hora zastoupeno dvěma klony s celkem 11 rametami s celkovým počtem 233 jedinců.

Základem hodnocení růstu smrků v klonových výsadbách je měření výškového a tloušťkového růstu. Tloušťkový růst v mladých výsadbách je hodnocen na základě měření průměru kořenových krčků. Zdravotní stav je hodnocen podle stupně defoliace a barevných změn jehličí (diskolorace). Pro tyto charakteristiky je používána stupnice uvedená v tabulce 1. Zdravotní stav je poté vyjadřován indexem defoliace popř. indexem barevných změn asimilačního aparátu. Zároveň jsou zaznamenávány tvarové odchylky a případná poškození nadzemních částí. Výsledky byly zpracovány pomocí programů Excel a QC Expert, pro odhady středních hodnot jednotlivých parametrů byly použity aritmetické průměry.

Tab. 1: Stupnice hodnocení defoliace a diskolorace (podle Monitoring... 2004)

The scale for assessment of defoliation and discoloration

Stupeň defoliace/ diskolorace ¹	Třída defoliace ²	Třída diskolorace ³	Procento defoliace ⁴	Procento diskolorace ⁵
Žádná	0	0	0 – 10 %	0 – 10 %
Slabá	1	1	>11 – 25 %	>11 – 25 %
Střední	2	2	>26 – 60 %	>26 – 60 %
Silná	3	3	>61 – <100 %	>61 %
Mrtvý strom	4		100 %	

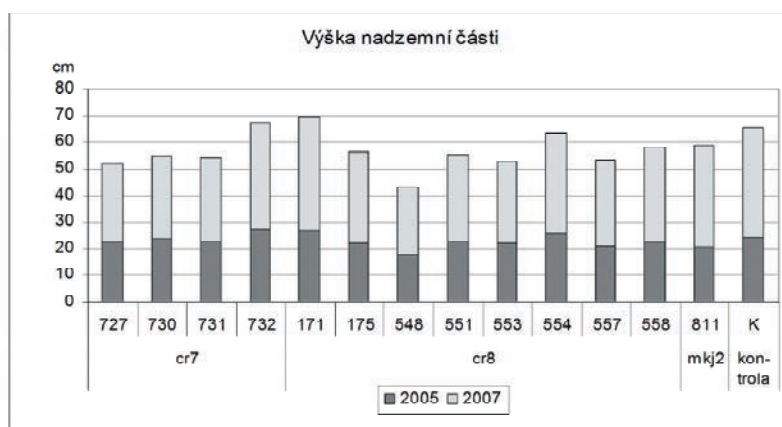
Captions: ¹ – Degree of defoliation/discoloration; ^{2,3} – defoliation and discoloration classes; ^{4,5} – defoliation and discoloration percentage

VÝSLEDKY

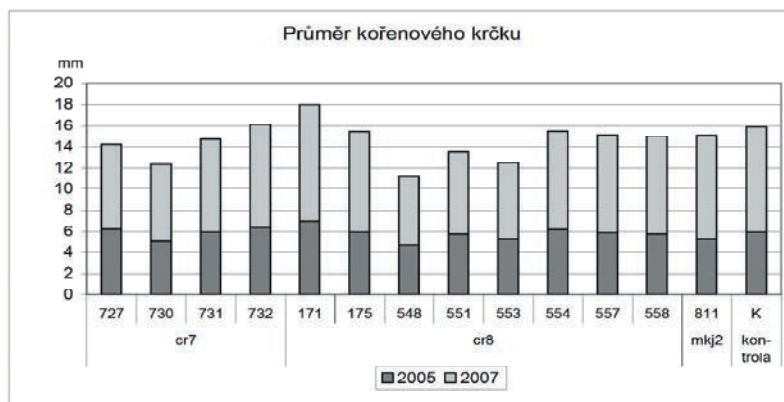
Porovnání růstu klonů na VP Černohorská rašelina

Vyhodnocení měření růstu nadzemních částí bylo provedeno pro jednotlivé klony všech polosesterských populací umístěných na VP Černohorská rašelina (obr. 1, 2)

Hodnocení morfologických znaků klonové výsadby na této specifické lokalitě



Obr. 1: Výškový růst klonů smrku ztepilého na výzkumné ploše Černohorská rašelina
Height growth of Norway spruce clones on research plot "Černohorská rašelina"

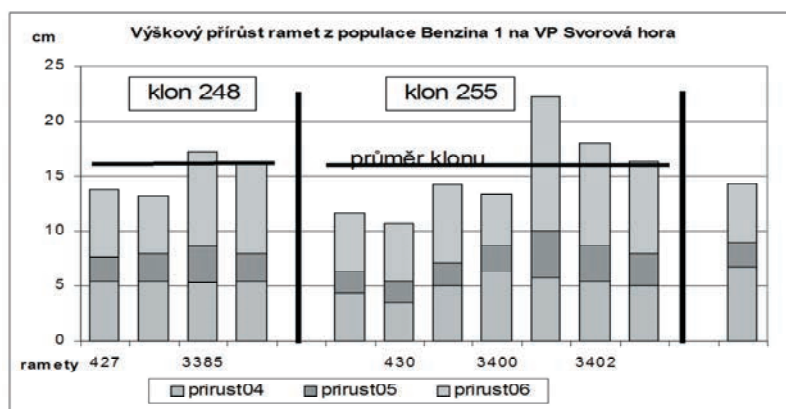


Obr. 2: Tloušťkový růst klonů smrku ztepilého na výzkumné ploše Černohorská rašelina
Diameter growth of Norway spruce clones on research plot "Černohorská rašelina"

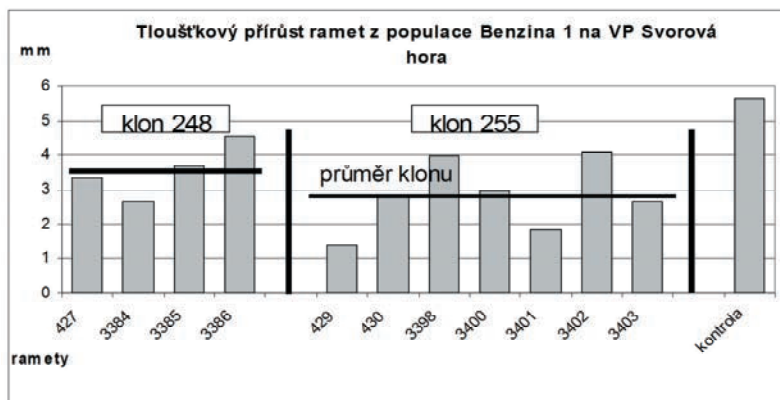
Černohorská rašelina ukazuje na velmi dobrý růst některých klonů původně pocházejících z této lokality, zejména klonu č. 171 (obr. 1 a 2). 2 roky po výsadbě byla výška a tloušťka většiny klonů menší než kontrolních sazenic. Vykazují však velmi dobrý zdravotní stav. Příznivý vliv genetické kvality se pravděpodobně projeví po delším období růstu ve specifických podmínkách, podobně jako v našich jiných experimentech (JURÁSEK et al. 2005).

Porovnání růstu klonové výsadby na VP Svorová hora

Výsledky z prvních tří let růstu na extrémní horské lokalitě ukazují velmi dobrý růst nadprůměrných ramet klonů 248 a 255 pocházejících z polosesterského potomstva Benzina 1. Tito jedinci výrazně předčili ve výškovém přírůstu kontrolní jedince – běžně užívaný sadební materiál generativního původu (obr. 3).

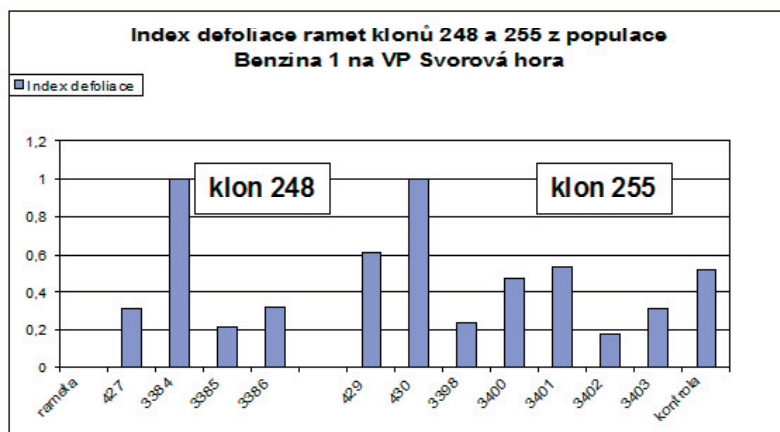


Obr. 3: Výškový růst ramet smrku ztepilého z populace Benzina 1 na výzkumné ploše Svorová hora
Height growth of Norway spruce ramets from from half-sib progeny "Benzina 1" on research plot "Svorová hora"



Obr. 4: Tloušťka kořenového krčku ramet smrku ztepilého z populace Benzina 1 na výzkumné ploše Svorová hora

Diameter root collar of Norway spruce ramets from half-sib progeny "Benzina 1" on research plot "Svorová hora"

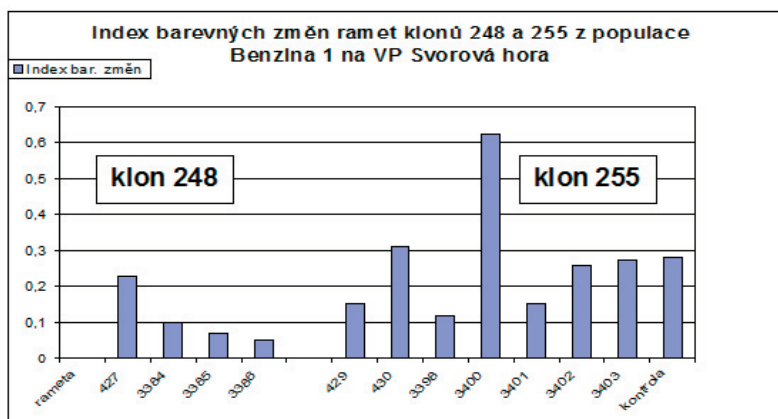


Obr. 5: Index defoliace jednotlivých ramet klonů 248 a 255 z populace Benzina 1 na výzkumné ploše Svorová hora (průměrný index dle tab. 1) v roce 2006 (3 roky po výsadbě)

Index of defoliation of Norway spruce ramets from half-sib progeny "Benzina 1" on research plot "Svorová hora" in 2006 (3 years after outplanting)

Tloušťkový přírůst byl výrazně diferencován a u žádné ramety nebyl větší než u kontrolních sazenic generativního původu (obr. 4). Výsledky potvrzují poznatky o výrazném vlivu mikrostanoviště a o vysoké vnitroklonové variabilitě biometrických znaků.

Výsledky sledování zdravotního stavu (obr. 5, 6) výrazně korespondují s výsledky morfologických šetření, kdy dobře rostoucí klony mají lepší zdravotní stav (nižší index defoliace a barevných změn asimilačních orgánů). Zdravotní stav nadprůměrně rostoucích klonů je také ve většině případů lepší než zdravotní stav kontrolních jedinců generativního původu.



Obr. 6: Index barevných změn jednotlivých ramet klonů 248 a 255 z populace Benzina 1 na výzkumné ploše Svorová hora (průměrný index dle tab. 1) v roce 2006 (3 roky po výsadbě)

Index of discoloration of Norway spruce ramets from half-sib progeny "Benzina 1" on research plot "Svorová hora" in 2006 (3 years after outplanting)

DISKUSE

Pro zalesňování vysokohorských lokalit je klíčovou otázkou výběr sadebního materiálu geneticky nejlépe přizpůsobeného daným podmínkám (HOLZER¹ et al. 1991). Proto byla značná pozornost věnována potomstvům nejvitálnějších smrků ze zbytků autochtonních porostů z Krkonoš.

Při sledování klonových výsadeb 2. generace byla v našich pokusech zjištěna značná variabilita růstu, a to jak mezi potomstvy, tak mezi klony v rámci potomstev, ale i uvnitř některých klonů. Poznatky o značných vnitroklonových rozdílech se shodují například s údaji JOHNSENA a SKOPPY (1992), kteří pozorovali vysokou variabilitu růstu v rámci některých klonů smrku ztepilého, zatímco jiné klony byly homogenní.

Z hodnocení experimentálních výsadeb na VP „Černohorská rašelina“ a „Svorová hora“ vyplývá, že 2 a 3 roky po výsadbě je stále velmi významný vliv stanovištních podmínek působících na růst klonových směsí. Podobné závěry uvádějí i KARLSSON a HÖGBERG (1998) a KARLSSON (2000) s tím, že interakce výškového růstu klonů se stanovištěm se často mění s věkem klonové výsadby. Významnou interakci klon x stanoviště u smrku ztepilého popisují i další autoři (ISKI et al. 1995).

Výsledky morfologických šetření na výzkumných plochách naznačují dobrou dynamiku růstu vybraných klonů 2. generace. I když rozdíly v dynamice růstu nebyly ve všech případech statisticky průkazné jedná se o velmi zajímavá zjištění potvrzující hypotézu (SCHACHLER¹ et al. 1986), že selekce klonů pro extrémní klimatické podmínky může být prováděna přirozeným výběrem v matečnicích založených v exponovaných horských lokalitách.

ZÁVĚR

Dosavadní dílčí poznatky našeho experimentu ukazují na dobrou dynamiku růstu některých klonů (popř. ramet) v extrémních klimatických podmínkách, za předpokladu že byly řízky odebírány z vitálních matečných stromků rostoucích v exponovaných horských lokalitách. Nadprůměrně rostoucí klony (ramety) převyšovaly svou dynamikou i kontrolní sadební materiál generativního původu.

Růst výsadeb na VP „Černohorská rašelina“ a „Svorová hora“ je však stále velmi výrazně ovlivňován konkrétními stanovištními podmínkami. Vzájemná interakce růstu klonů a stanovištních podmínek se v průběhu času může měnit a proto bude sledování klonových výsadeb pokračovat i v následujících letech.

POZNÁMKA

Poznatky byly získány v souvislosti s řešením výzkumného záměru MZE 002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- HOLZER K., OHENE-COFFIE F., SCHULTZE U. 1991. Vegetative Vermehrung von Fichte für Hochlagenaufforstungen. FBVA-Berichte, č. 59: 73 s.
- ISIK K., KLEINSCHMIT J., SVOLBA J. 1995. Survival, growth trends and genetic gains in 17-year-old *Picea abies* clones at seven test sites. *Silvae Genetica*, 44: s. 116-128.
- JOHNSEN O., SKROPPA T. 1992. Genetic variation in plagiotropic growth in a provenience hybrid cross with *Picea abies*. *Canadian Journal of Forest Research*, 22: s. 335-361.
- JURÁSEK A., HYNEK V., NOVOTNÝ P. 1994. Záchrana genofonu a lesní školkařství. In: Stav horských lesů Sudet v České republice. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice: s. 5-24.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2005. Vliv původu a podmínek prostředí na růst klonů smrku ztepilého po výsadbě. *Zprávy lesnického výzkumu*, 50, č. 2: s. 69-75.
- JURÁSEK A., LEUGNER J., MARTINCOVÁ J. 2005. Specific requirements of Norway spruce planting stock for mountain regions. In: Restoration of forest ecosystems of the Jizerské hory Mts. Proceedings of extended summaries. Kostelec nad Černými lesy, 26. September, 2005. Ed. P. Neuhöferová. Praha, Czech University of Agriculture Prague; Jiloviště-Strnady, Forestry and Game Management Research Institute – Research Station Opočno: s. 15-18.
- KARLSSON BO, HÖGBERG K. A. 1998. Genotypic parameters and clone x site interaction in clone test of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Forest Genetics*, 5: s. 21-30.
- KARLSSON BO 2000. Clone testing and genotype x environment interaction in *Picea abies*. Doctoral thesis. In: Acta universitatis agriculturae sueciae. Silvestria 162. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences: s. 1- 47.
- KOTRLA P. 1998. Uchování a reprodukce genofonu původních populací smrku 8. lesního vegetačního stupně v Hrubém Jeseníku a Králickém Sněžníku. Disertační práce, MZLU Brno: 139 s.

- MODRZYNSKI J. 1995. Altitudinal adaptation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) progenies indicates small role of introduced populations in the Karkonosze Mountains. *Silvae Genetica*, 44, č. 2/3: s. 70-75.
- Monitoring stavu lesa v České republice. 1984-2003. Praha, Ministerstvo zemědělství České republiky; Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2004.
- SCHACHLER G. 1988. Aufbau sowie erste Ergebnisse zur Entwicklung und Nutzung eines Stecklings-Mutterquartiers mit Fichtenklonen verminderter Anfälligkeit gegenüber SO₂. *Beiträge für die Forstwirtschaft*, 22, č. 2: s. 55-61.
- SCHACHLER G., KOHLSTOCK N., MATSCHKE J. A., WEISER F. 1987. Autovegetative Vermehrung von Alternativbaumarten für SO₂-Schadgebiete. *Beiträge für die Forstwirtschaft*, 21, č. 1: s. 1-6.
- SCHACHLER G., MATSCHKE J., KOHLSTOCK N., WEISS M., BRAUN H. 1986. Zum Stand der autovegetativen Vermehrung in der DDR. *Sozialis. Forstwirtschaft*, 36: s. 215-218.
- SCHWARZ O. 1996. Záchrana genofondu krkonošského smrku. In: *Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku. Sborník příspěvků z mezinárodní konference ... Opočno, 15. – 17. 4. 1996*. Ed. S. VACEK. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice: s. 125-132.
- SCHWARZ O., VAŠINA V. 1997. Záchrana genofondu geograficky původních druhů lesních dřevin v Krkonoších. *Pracovní materiál Správy KRNP*: 12 s.

Adresa autorů:

Ing. Jan Leugner, Ph.D.,
Doc. Ing. Antonín Jurásek, CSc.,
RNDr. Jarmila Martincová,
VÚLHM Výzkumná stanice Opočno,
Na Olivě 550, 517 73 Opočno
e-mail: leugner@vulhmop.cz, jurasek@vulhmop.cz, martincova@vulhmop.cz

**VÝVOJ DUBOVÉHO PORASTU (*QUERCUS PETRAEA* (MATTUSCH.) LIEBL.)
POSTIHNUTÉHO V MINULOSTI HROMADNÝM HYNUTÍM**

**DEVELOPMENT OF OAK STAND (*QUERCUS PETRAEA* (MATTUSCH.) LIEBL.)
AFFECTED BY MASS DECAY IN THE PAST**

IGOR ŠTEFANČÍK, SLAVOMÍR STRMEŇ

ABSTRACT

The paper deals with 35-year results of the research on development of 83-year-old sessile oak stand affected by massive decay in the past. The experiment consists of two plots with different thinning intensity (mild and strong) as well as control plots (with no treatment). The attention was paid to quantitative aspect being represented by the basic production parameters (number of trees, basal area, stand volume, total production) and qualitative aspect including the number of target (crop) trees. The results after 35 years of the research showed minimal and/or negligible differences between the plots with delayed tending (started at the age of 48 years) and control plot (with no treatment) from quantitative point of view. As for the qualitative aspect which is considered to be the first-rate indicator in oak stands, better results were found on tended plots in comparison with control plot.

Keywords: oak, stand structure, quantitative production, qualitative production

Kľúčové slová: dub, štruktúra porastu, kvantitatívna produkcia, kvalitatívna produkcia

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Dub je druhou najrozšírenejšou listnatou drevinou v lesoch Slovenska s podielom 13,3 % porastovej pôdy (ZELENÁ SPRÁVA 2010), pričom ťažiskom jeho výskytu sú najmä porasty 1. až 3. lesného vegetačného stupňa. Je všeobecne známe, že tieto oblasti sú hlavne v ostatných rokoch vo zvýšenej miere vystavené nepriaznivému pôsobeniu sucha, resp. nedostatku atmosférických zrážok, čo sa dáva do súvislosti s prebiehajúcou globálnou klimatickou zmenou. V dôsledku toho sú dubové porasty často fyziologicky oslabované, čo sa navonok prejavuje znížením ich vitality a tolerance voči rôznym škodlivým činiteľom.

Treba podotknúť, že aj v minulosti boli dubové porasty z času na čas ohrozované nepriaznivým účinkom rôznych faktorov, naposledy významnejšie na prelome 70. a 80. rokov minulého storočia tracheomykóznym ochorením hubového pôvodu, ktoré sa v odbornej literatúre označovalo ako hromadné hynutie dubov. Aj keď toto ochorenie bolo známe v rôznych krajinách Európy už aj v dávnejšej minulosti (LEONTOVÝČ, PATOČKA, GRÉKI 1987), v uvedenom období nadobudlo nielen na Slovensku charakter kalamity. Táto skutočnosť podnietila výskumníkov jednak objasniť príčiny a faktory spôsobujúce tento fenomén, resp. hľadať možnosti ochrany, či zmiernenia negatívnych dopadov tejto epifytécie. Na Slovensku bolo výsledkom viacročného výskumu okrem množstva odborných a vedeckých príspevkov aj vydanie dvoch významných monografií (ČAPEK et al. 1985, KOLEKTÍV AUTOROV 1987), ktoré našli aj realizáciu pre prax vo forme „Metodických pokynov

MLVH SSR pre hospodárenie v dubových porastoch postihnutých hromadným hynutím“ (MLVH SSR 1984).

Hoci neskôr v priebehu konca 80. a začiatku 90. rokov hromadné hynutie dubov zaznamenalo výrazný pokles a v niektorých menej intenzívne postihnutých porastoch sa prejavila ich revitalizácia a regenerácia, predsa len dôsledky mali za následok aj hospodárske straty na ich hrúbkovom (objemovom) prírastku, resp. produkcii (RAČKO et al. 1987).

Jedným zo spôsobov eliminácie, resp. zmiernenia nepriaznivých dopadov hromadného hynutia dubov sa predpokladali aj pestovné opatrenia, osobitne výchova porastov, ktorá bola zameraná predovšetkým na dôsledné odstraňovanie odumierajúcich a odumretých (rôznym stupňom poškodenia) postihnutých jedincov. V rámci výchovy sa odporúčalo prednostne aplikovať zdravotný (sanitárny) výber, pri ktorom sa odstraňovali uhynuté a silne poškodené stromy (ČAPEK et al. 1985, ŠTEFANČÍKI 1987). Okrem toho sa v prebierkových porastoch tiež neodporúčalo uskutočňovať tvarový výber, t.j. úmyselne ťažiť zdravé jedince, resp. v mladinách tak isto, pokiaľ ročné percento odumierania prevyšovalo 5 % (ŠTEFANČÍKI 1987).

Cieľom tohto príspevku je zhodnotiť a porovnať niektoré kvantitatívne a kvalitatívne zmeny za obdobie 35 rokov v dubovom poraste, ktorý bol v minulosti postihnutý hromadným hynutím.

MATERIÁL A METODIKA

Podkladový materiál pre túto prácu sme získali zo série trvalých výskumných plôch (TVP) duba zimného (*Quercus petraea* (Mattusch.) Liebl.) nachádzajúceho sa v Novačanoch (Lesy Jasov, s.r.o). Porast vznikol prirodzeným spôsobom z veľkoplošnej clonnej obnovy a pri založení výskumných plôch Ing. L. Baksom, CSc. v roku 1974 mal porast 48 rokov. V čase založenia TVP sa porast skladal z dvoch výškovo i hrúbkovo odlišných vrstiev, pričom tá spodná (tenšia) odumierala. Do založenia výskumných plôch sa tam nevykonávala takmer žiadna výchova alebo len slabá podúrovňová. Korunový zápoj bol dokonalý a zakmenenie malo hodnotu 0,9 až 1,0 (BAKSA 1975).

TVP sa nachádzajú v nadmorskej výške 300 m; expozícia JV; sklon 0 až 10°; 2. lesný vegetačný stupeň, Hospodársky súbor lesných typov (HSLT) 208 – sprášové bukové dúbravy, Hospodársky súbor (HS) 25 – živné bukové dúbravy, lesný typ (LT) 2306 – lipnicová buková dúbrava s chlpaňou, skupina lesných typov (slt) *Fageto-Quercetum* (FQ).

Pri založení TVP v roku 1974 sa na dvoch plochách vykonal prebierkový zásah (tretia plocha je kontrolná bez zásahu). V rokoch 1981 – 1982 lesná prevádzka počas tzv. akcie hromadného hynutia duba vykonal najnevyhnutnejší zásah so zdravotným výberom. Neskôr v roku 1984 vo vtedy 58-ročnom poraste sa vykonal druhý zásah a odvtedy sa v pravidelných 5-ročných intervaloch (1989, 1994, 1999, 2004 a 2009) uskutočňujú komplexné biometrické merania aj s potrebným zásahom. To znamená, že doteraz sa vykonal 7 biometrických meraní vrátane zá-

sahu na vychovávaných plochách. Výsledky z prvého merania spracoval BAKSA (1975) a výsledky z druhého merania obsahujúce aj hodnotenie zdravotného stavu na týchto plochách boli publikované v práci ŠTEFANČÍKI (1987).

Predmetná séria TVP sa skladá z troch čiastkových plôch (P-1, P-2, P-0), pričom každá má výmeru 0,21 ha.

Na jednej (označenej ako P-1) sa z hľadiska fytotechniky realizuje akostná úrovňová prebierka s pozitívnym výberom, pričom z hľadiska biologickej racionalizácie sa aplikuje metóda cieľových stromov (CS). Pri prvom zásahu (miernej sily) na tejto ploche išlo o alternatívu, pri ktorej sa každý CS uvoľnil odstránením jedného „najkonkurenčnejšieho“ úrovňového alebo nadúrovňového jedinca, výnimočne medziúrovňového (vrastavého) stromu iba vtedy, keď poškodzoval korunu CS. Len pri 3. zásahu sa v nevyhnutnej miere zasiahlo aj v podúrovni porastu.

Na druhej čiastkovej ploche označenej ako P-2 sa pri prvom zásahu (silnejšom v porovnaní s plochou P-1) aplikovala rovnako pozitívna úrovňová prebierka s metódou cieľových stromov, ale s alternatívou pri ktorej sa každý CS uvoľnil odstránením dvoch „najkonkurenčnejších“ úrovňových alebo nadúrovňových jedincov a medziúrovňových stromov z vyššie uvedených dôvodov. Rovnako ako na ploche P-1 sa iba pri 3. a 4. zásahu v nevyhnutnej miere zasiahlo aj v podúrovni porastu.

Tretia čiastková plocha je kontrolná, t.z. bez úmyselných zásahov (označená ako P-0).

Na všetkých čiastkových plochách sa uskutočňujú štandardné biometrické merania a hodnotenia znakov kmeňa a koruny. V rámci nich sa okrem kvantitatívnych parametrov (hrúbka $d_{1,3}$, výška stromov a nasadenia koruny, šírka korún) klasifikovali stromy aj podľa pestovnej a hospodárskej klasifikácie so zameraním na cieľové stromy.

Pestovná klasifikácia zahŕňa:

a) spoločenské postavenie stromov podľa vzrastových tried (ŠTEFANČÍKI 1984);

1. nadúrovňový strom
2. úrovňový strom
3. medziúrovňový strom
4. podúrovňový strom ustupujúci
5. podúrovňový strom potlačený

b) stupne akosti kmeňa;

1. tvárny – priamy, veľmi kvalitný kmeň, bez hrčí
2. priemerný – priemerne kvalitný kmeň, zakrivený iba v hornej tretine, s malým počtom hrčí
3. netvárný – nekvalitný kmeň s veľkým počtom hrč, veľmi zakrivený

c) stupne akosti koruny:

Podľa typu (spôsobu vetvenia a tvaru):

1. s priebežnou osou kmeňa k vrcholu stromu; 2. kyticovitú; 3. metlovitú;
4. vidlicovitú.

Podľa veľkosti:

1. nadmernej veľkosti; 2. primeranej veľkosti; 3. malá, jednostranne vyvinutá, ale schopná regenerácie; 4. malá, neschopná regenerácie.

Podľa hustoty (dostatku asimilačných orgánov):

1. hustá s úplným olistením aj vnútri koruny; 2. dosť hustá, olistenie len v korunovom plášti; 3. redšia, olistenie ešte dobré; 4. veľmi riedka, nedostatočné olistenie.

V rámci hospodárskej klasifikácie sa hodnotí len kmeň po nasadenie koruny, a to osobitne spodná a osobitne horná polovica kmeňa. Akost'ové triedy: 1 - vysoká (A), 2 - priemerná (B), 3 - horšia akosť, ale úžitkové drevo (C), 4 - palivo (D).

Podkladový materiál bol spracovaný bežnými biometrickými a štatistickými metódami v zmysle štandardných metodík. Pre výpočet základných štatistických charakteristík sa použil program Excel a QC Expert, resp. pre zisťovanie štatistickej významnosti rozdielov jednofaktorová analýza variancie ANOVA.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V dubových porastoch je častou prímiesou hrab, ktorý najmä v žrdkovinách plní významnú výchovnú funkciu a to tak z hľadiska pestovného ako aj ekologického. Jeho primerané zastúpenie je dôležité aj pre vývoj úrovňových dubov, osobitne cieľových stromov, čo konštatujú viacerí autori (LEIBUNDGUT 1945, BEZAČINSKÝ 1956, KORPEL 1973). Na TVP Novačany sa zastúpenie hrabu (podľa kruhovej základne) pohybovalo v rozpätí od 0,4 % do 1,1 % vo veku porastu 58 rokov, resp. od 1,6 % do 3,5 % pri poslednom meraní vo veku 83 rokov s tým, že uvedené najvyššie hodnoty sa zistili na kontrolnej (nezasahovanej ploche).

Tab. 1: Relatívna početnosť podľa vzrastových tried a veku
Relative frequency according to growth classes and age

Plocha ¹⁾	Porast ²⁾	Vek ³⁾ (rokov)	Vzrastová trieda ⁴⁾				
			1	2	3	4	5
P - 1	Združený ⁵⁾	48*	16,4	25,3	28,0	30,3	-
		58	19,5	31,0	20,8	22,3	6,4
		83	35,7	14,9	13,0	24,7	11,7
P - 2	Združený ⁵⁾	48*	18,0	32,8	11,7	37,5	-
		58	28,9	28,5	20,9	14,9	6,8
		83	31,4	20,0	12,1	17,9	18,6
P - 0	Združený ⁵⁾	48*	23,7	22,9	14,6	38,8	-
		58	21,4	38,9	21,0	7,4	11,3
		83	33,8	23,2	12,7	17,6	12,7

¹⁾ Plot, ²⁾ Stand, ³⁾ Age (years), ⁴⁾ Growth class, ⁵⁾ Total, ⁶⁾ Main

Vysvetlivky – Explanatory notes

P - 1 → plocha s miernym zásahom (plot with moderate thinning)

P - 2 → plocha so silným zásahom (plot with heavy thinning)

P - 0 → plocha bez zásahu (kontrolná) (plot with no thinning – control plot)

* - údaje prevzaté zo záverečnej správy BAKSA (1975)

* - data taken from the final report by BAKSA (1975)

Z hľadiska vertikálnej porastovej výstavby je dôležité zastúpenie jednotlivých vrstiev (úrovne a podúrovne). Z údajov v tabuľke 1 vyplýva, že na začiatku výskumu vo veku porastu 48 rokov bolo na všetkých troch plochách zastúpenie úrovne (1. + 2. vzrastová trieda) viac-menej vyrovnané (41,7%; 50,8% a 46,6%). Po 35 rokoch sa na všetkých plochách zvýšilo, pričom na ploche P-1 a kontrolnej ploche o 8,9%, resp. 10,4%, kým na ploche P-2 iba o 0,6 %. Súvisí to najmä so skutočnosťou, že v rámci prvého (silného zásahu) na ploche P-2 sa odstránilo oveľa viac úrovňových stromov v porovnaní s plochou P-1 (mierny zásah). Tieto hodnoty korešpondujú aj s našimi zisteniami na iných TVP v dubových porastoch (ŠTEFANČÍKI 2011a, 2011b).

Okrem významu zastúpenia hrabu v podúrovni, je podľa KORPELA (1973) osobitne v mladých dubových porastoch dôležitý aj dostatočný podiel medziúrovňových jedincov (3. vzrastová trieda) duba, kvôli ich rovnakému pestovnému efektu ako podúrovňových hrabov, t.j. prevencia proti tvorbe „vlkov“ na kmeňoch duba. Ich zastúpenie 12,1 % až 13,0 % na vychovávaných plochách možno považovať za postačujúce.

Kvantitatívna produkcia

Tab. 2: Vývoj porastových charakteristík

Development of stand characteristics during investigated period

Plocha ¹⁾	Porast ²⁾	Vek ³⁾ (r.)	Počet ⁴⁾ stromov (ks.ha ⁻¹)	Kruhová základ- ňa ⁵⁾ (m ² .ha ⁻¹)	Objem hrubiny ⁶⁾ (m ³ .ha ⁻¹)	Stredná	
						hrúbka ⁷⁾ d _{1,3} (cm) (d _g)	výška ⁸⁾ (m) (h _g)
P – 1	združený ⁹⁾	48*	2329	23,651	160,282	11,37	14,8
		58	1491	25,434	229,528	14,74 ^a	18,7 ^N
	hlavný ¹⁰⁾	83	734	30,447	352,362	22,99 ^N	21,8 ^a
P – 2	združený ⁹⁾	48*	1905	24,268	172,749	12,74	15,3
		58	1186	24,186	228,262	16,12 ^b	19,3 ^N
	hlavný ¹⁰⁾	83	667	30,452	368,053	24,12 ^N	22,7 ^{ab}
P – 0	združený ⁹⁾	48*	1790	21,722	154,730	12,40	15,5
		58	1090	24,057	225,937	16,77 ^{bc}	19,1 ^N
	hlavný ¹⁰⁾	83	676	33,586	419,872	25,16 ^N	23,9 ^b

¹⁾ Plot, ²⁾ Stand, ³⁾ Age (years), ⁴⁾ Number of trees per hectare (N), ⁵⁾ Basal area (G), ⁶⁾ Volume of the timber to the top 7 cm o.b. (V₇), ⁷⁾ Mean diameter, ⁸⁾ Mean height, ⁹⁾ Total, ¹⁰⁾ Main
Poznámka: Hodnoty s rovnakými písmenami sú štatisticky nevýznamné na hladine významnosti $\alpha=0,05$

vzaté zo záverečnej správy BAKSA (1975)

** - data taken from the final report by BAKSA (1975)*

Vývoj vybraných porastových charakteristík uvádzame v tabuľke 2. Vidno, že na začiatku výskumu bol počet stromov (N) na jednotlivých plochách značne rozdielny, resp. najmenej N bolo na kontrolnej ploche. Z toho vyplývala aj skutočnosť,

že hľadiska N (čiastočne aj z pohľadu kruhovej základne a objemu hrubiny) boli tieto plochy nehomogénne podľa metodiky ŠMELKA, SABOLA (1979). Preto ich objektívne porovnávanie je možné iba pomocou indexovej metódy. Z údajov vyplýva, že za obdobie 35 rokov bol najväčší úbytok (68,5 %) na ploche s miernym zásahom (P – 1), a najmenší (62,2 %) na kontrolnej ploche. Porovnanie absolútnych hodnôt počtu stromov s údajmi iných TVP ukázalo na vyšší počet napr. v 57-ročnom dubovom poraste Veľká Stráž II, kde na zasahovaných plochách sa N pohyboval v rozpätí 1 586 až 2 079 ks.ha⁻¹ a na kontrolných plochách 2 106 a 2 267 ks.ha⁻¹ (ŠTEFANČÍKI 2011a). Podobne aj CHROUST (2007) zistil v 58-ročnom dubovom poraste na kontrolnej ploche 1 537 jedincov na hektár, čo je vyšší počet oproti našim údajom v rovnakom veku (1 090 ks.ha⁻¹), ktorý naznačuje zvýšenú mortalitu jedincov v dôsledku hromadného hynutia v minulosti.

Pri porovnávaní kruhovej základne (G) sme najintenzívnejší rast zaznamenali na kontrolnej ploche (P – 0), čo korešponduje aj s najnižším úbytkom stromov za sledované obdobie 35 rokov. Aj pri tejto veličine boli hodnoty v absolútnom vyjadrení oveľa nižšie, ako porovnateľné údaje z iných plôch. Napr. v už spomenutom poraste na TVP Veľká Stráž II bola G na zasahovaných plochách 27,43 m².ha⁻¹ až 31,29 m².ha⁻¹, resp. na kontrolných plochách 37,48 m².ha⁻¹ a 39,08 m².ha⁻¹ (ŠTEFANČÍKI 2011a). Hodnoty CHROUSTA (2004) uvádzané pre dubový porast vo veku 73 rokov, v oblasti predhoria Orlických hôr sú tiež vyššie (už vo veku o 10 rokov mladšom), a to na kontrolnej ploche 34,7 m².ha⁻¹, na ploche s podúrovňovou výchovou 35,4 m².ha⁻¹, na ploche so Schädelinovou akostnou prebierkou (vychovávaná metódou cieľových stromov) to bolo 31,2 m².ha⁻¹ a 32,5 m².ha⁻¹. DONG et al. (1997) zistili vo veku 59 rokov na dvoch plochách pri variante s 80 ks cieľových stromov na 1 ha N (1 557 a 1 652 ks.ha⁻¹) a G (23,3 a 26,6 m².ha⁻¹).

Porovnanie objemu hrubiny (V_{7b}) poukázalo na rovnaký trend, keď hodnoty na skúmanej TVP Novačany vo veku 58 rokov (225,9 až 229,5 m³.ha⁻¹) boli opäť nižšie ako naše zistenia na TVP Veľká Stráž II, a to 240,8 až 289,0 m³.ha⁻¹ na zasahovaných plochách a 335,9 a 357,4 m³.ha⁻¹ na kontrolných plochách (ŠTEFANČÍKI 2011a). Taktiež nižšie boli aj ako napr. údaje DONGA et al. (1997), ktorý uvádzajú 251 m³.ha⁻¹, ale na druhej strane boli takmer rovnaké s tými, ktoré zistil CHROUST (2004), a to 359 až 419 m³.ha⁻¹, ale vo veku porastu o 10 rokov nižšom oproti TVP Novačany.

Nami zistené hodnoty strednej hrúbky (d_g) a strednej výšky (h_g) boli o niečo vyššie ako tie, ktoré sme zistili na TVP Veľká Stráž II, t.j. d_g 14,4–15,6 cm na zasahovaných plochách a 15,1 cm a 16,4 cm na kontrolných plochách, resp. h_g 17,7 až 18,2 m na plochách s výchovou a 18,4 a 18,9 m na kontrolných plochách (ŠTEFANČÍKI 2011a). Rovnako vyššie sú aj od údajov DONGA et al. (1997), čo je v oboch prípadoch dôsledkom nižšieho počtu stromov na TVP Novačany. Na druhej strane boli však nižšie v porovnaní s údajmi CHROUSTA (2007), ktorý uvádza na kontrolnej ploche d_g 17,4 cm, resp. h_g 20,0 m a na zasahovaných plochách s rozdielnou výchovou d_g 20,1 cm a 19,5 cm, resp. h_g 21,0 m a 20,8 m.

Porovnanie vyššie uvedených parametrov s rastovými tabuľkami (HALAJ a kol. 1987) pre absolútnu výškovú bonitu 26, priemernej zásobovej úrovne ukázalo pre hlavný porast vo veku 85 rokov N 561 ks na hektár, G 34,3 m².ha⁻¹ a zásobu

334 m³.ha⁻¹, d_g 27,8 cm a h_g 24,4 m, čo sú vyššie hodnoty ako nami zistené na TVP Novačany najmä čo sa týka G a to aj pri zohľadnení súčasného zakmenenia na TVP Novačany (0,8-0,9).

Zaujímavou skutočnosťou je zistenie, že pri meraní vo veku 58 rokov, t.z. 10 rokov po vykonaní 1. zásahu s rozdielnou silou, keď sa v tomto období pracovníkmi lesnej prevádzky vykonal na TVP iba sanitárny výber boli rozdiely v d_g na rozdiel od h_g aj štatisticky významné (pre $\alpha=0,05$). Po 25 rokoch sa rozdiely v absolútnych hodnotách medzi plochami zachovali, ale neboli už štatisticky významné. Naopak prejavil sa signifikantný rozdiel v h_g a to iba medzi plochami P-1 a P-0 (tabuľka 2).

Tab. 3: Vývoj produkcie objemu hrubiny za obdobie 25 rokov na TVP Novačany
Development of production of volume of the timber to the top of 7 cm o.b. per hectare for 25 years on PRP Novačany

Plocha ¹⁾	Drevina ²⁾	Vek ³⁾ (r.) (meranie) ⁴⁾	Hlavný porast ⁵⁾ m ³ .ha ⁻¹	Celkový úbytok ⁶⁾		Celková objemová produkcia ⁷⁾		Celkový bežný ročný prírastok ⁸⁾	
				m ³ .ha ⁻¹	% z COP ⁹⁾	m ³ .ha ⁻¹	Index združeného porastu	m ³ .ha ⁻¹	% z COP ⁹⁾
P - 1	Dub ¹⁰⁾	58	229,07	138,82	28,5	487,46	2,128	10,34	2,1
		83	348,64						
	Hrab ¹¹⁾	58	0,46	-	-	3,72	8,149	0,13	3,5
		83	3,72						
	Breza ¹²⁾	58	-	0,06	100	0,06	-	0	3,5
		83	-						
	Spolu ¹³⁾	(2) (7)	229,53 352,36	138,88	28,3	491,24	2,140	10,47	2,1
P - 2	Dub ¹⁰⁾	58	227,59	121,08	25,1	483,47	2,124	10,23	2,1
		83	362,39						
	Hrab ¹¹⁾	58	0,67	-	-	5,67	8,496	0,20	3,5
		83	5,67						
	Spolu ¹³⁾	(2) (7)	228,26 368,05	121,08	24,7	489,13	2,143	10,43	2,1
P - 0	Dub ¹⁰⁾	58	224,39	80,04	16,3	491,30	2,189	10,68	2,2
		83	411,26						
	Hrab ¹¹⁾	58	0,89	-	-	8,61	9,674	0,31	3,6
		83	8,61						
	Breza ¹²⁾	58	0,66	0,79	100	0,79	1,202	0,01	0,6
		83	-						
	Spolu ¹³⁾	(2) (7)	225,94 419,87	80,83	16,1	500,70	2,216	10,99	2,2

¹⁾Plot, ²⁾Tree species, ³⁾Age in years, ⁴⁾Order of measurement, ⁵⁾Main stand, ⁶⁾Total decrease, ⁷⁾Total volume production, ⁸⁾Total current annual increment, ⁹⁾Percentage out of Total volume production, ¹⁰⁾Oak, ¹¹⁾Hornbeam, ¹²⁾Birch, ¹³⁾Total

Vzhľadom k tomu, že sme nemali k dispozícii podrobné údaje z 1. merania vo veku porastu 48 rokov, ďalšie kvantitatívne údaje (celkový úbytok a celkovú produkciu podľa N, G a V_{7b}), ktoré charakterizujú vývoj porastu sme spracovali len za obdobie 25 rokov. Najväčšiu celkovú produkciu (podľa G) sme zistili na ploche P-1 (mierny zásah), ktorá činila 43,847 m².ha⁻¹ a najnižšiu (41,676 m².ha⁻¹) na ploche so silným zásahom (P-2), i keď rozdiel medzi touto plochou a kontrolnou bol minimálny. Pri vyjadrení celkovej produkcie podľa V_{7b} (tabuľka 3) bola naj-

nížšia hodnota ($489, 135 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) opäť na ploche so silným (intenzívnejším) zásahom a najvyššia na kontrolnej ploche $500,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Najväčší úbytok (pri vyjadrení podľa V_{7b}) /tabuľka 3/ sme prekvapujúco zistili na ploche P-1 (mierny zásah) a najnižší na kontrolnej ploche, hoci rozdiely vo V_{7b} na začiatku nášho výskumu (t.z. vo veku 58 rokov) boli minimálne (tabuľka 2). Rovnaké poradie bolo aj pri zohľadnení pomocou indexu združeného porastu, ktorý vyjadruje celkový nárast za 25 rokov, pri zohľadnení hodnôt porastu na začiatku sledovania. Vidno, že rozdiely medzi jednotlivými plochami boli prakticky zanedbateľné, čo potvrdili aj hodnoty celkového bežného ročného prírastku ($10,43$ až $10,99 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$). Tieto hodnoty korešpondujú s údajmi DONGA et al. (1997), ktorí zistili prírastok $10,1$ a $11,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, ale vo veku porastu 59 rokov, teda o 24 rokov skôr ako na TVP Novačany.

Uvedené výsledky kvantitatívnej produkcie na TVP Novačany naznačujú, že za 35 rokov sledovania sa z hľadiska kvantitatívneho prakticky neprejavili rozdiely medzi rôznou intenzitou vychovávanými plochami a kontrolnou plochou. Aj keď je to možno prekvapujúce, zdôvodnenie vidíme v tom, že ide o porast ktorého vývoj bol poznačený hromadným hynutím, ktoré prakticky rovnako postihovalo všetky porasty bez ohľadu na ich výchovu. Druhým závažným momentom je skutočnosť, že s výchovou sa začalo veľmi neskoro (až vo veku takmer 50 rokov), takže možno hovoriť o poraste so zanedbanou výchovou v mladinách a prakticky aj žrdkovinách. Hlavne v listnatých porastoch je známa skutočnosť, že ani intenzívnou výchovou v neskorších rastových fázach nemožno z kvantitatívneho hľadiska „dohnať straty“ navyše pri spolupôsobení tak významného faktora, akým bol zhoršený zdravotný stav, resp. hromadné hynutie duba.

Kvalitatívna produkcia

V tabuľke 4 uvádzame vývoj cieľových stromov (CS), ktoré sú hlavnými nositeľmi kvality porastu, osobitne v dubových porastoch, a na ktoré sa pestovateľ zameriava v prvom rade, lebo v hospodárskych lesoch predstavujú kvalitatívnu produkciu.

Vidno, že na začiatku výskumu bol počet CS najvyšší na ploche s miernym zásahom (P-1) so $162 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ a najnižší na kontrolnej ploche so $133 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$. Po 35 rokoch sa poradie nezmenilo s tým, že vychovávané plochy mali rovnaký počet CS ($138 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), kým na kontrolnej ploche to činilo iba $110 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$. Vzhľadom na už spomenutú skutočnosť, že ide o porast v minulosti postihnutý hromadným hynutím duba možno považovať množstvo zatiaľ dopestovaných CS za plne postačujúce, najmä na vychovávaných plochách. Z odpovedí to aj údajom z literatúry, napr. BAKSA (1975) v závislosti od rubnej doby a cieľovej hrúbky uvádza 100 až 320 jedincov na 1 ha. KORPEL (1974) odporúča 150 budúcich rubných stromov na ha, pričom konštatuje, že v porastoch starších ako 40 rokov by nemal byť vyšší ako 300 ks na 1 ha. DONG et al. (1997) považujú za dostatočný počet 80 - 100 CS na 1 ha a podobne aj ROY (1975) uvažuje s nízkym počtom CS ($70 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$). Pre porovnanie uvádzame, že na inej TVP Veľká Stráž II sa podarilo vo veku 57 rokov dopestovať 120 až $160 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ CS v závislosti od intenzity výchovy (ŠTEFANČÍK 2011a).

Okrem kvantitatívnych parametrov CS je dôležitým pestovateľským ukazovateľom aj ich podiel, ktorý tvoria z hlavného porastu. Z údajov v tabuľke 4 vidno opäť ich vyšší podiel na vychovávaných plochách (34,0 a 37,5 % podľa G), resp. 37,6 a 40,3 % podľa V_{7b} oproti 27,9 % a 29,9 % na kontrolnej ploche.

Tab. 4: Vývoj cieľových stromov na TVP Novačany
Development of target (crop) trees on PRP Novačany

Plocha ¹⁾	Vek ²⁾	Počet ³⁾ stromov	Kruhová základňa ⁴⁾		Objem hrubiny ⁵⁾		Stredná	
	(r.)	(ks.ha ⁻¹)	(m ² .ha ⁻¹)	% z hl. porastu ⁸⁾	(m ³ .ha ⁻¹)	% z hl. porastu ⁸⁾	hrúbka ⁶⁾ $d_{1,3}$ (cm) (d_g)	výška ⁷⁾ (m) (h_g)
P – 1	48*	162	2,826	13,3	21,768	15,5	14,90	15,9
	58	124	3,776	14,9	37,119	16,2	19,70 ^{bc}	19,7 ^N
	68	148	6,895	26,9	84,933	29,8	24,36 ^{bc}	24,4 ^N
	78	138	8,852	31,8	117,524	35,8	28,59 ^N	25,0 ^a
	83	138	10,200	34,0	131,171	37,6	30,68 ^N	25,9 ^{bc}
P – 2	48*	148	3,050	16,1	24,078	18,7	16,20	16,1
	58	86	2,862	11,9	28,271	12,4	20,59 ^{ab}	19,9 ^N
	68	133	7,271	29,3	89,667	31,3	26,39 ^{ab}	24,3 ^N
	78	138	9,833	36,5	132,690	39,6	30,13 ^N	25,7 ^a
	83	138	11,129	37,5	146,219	40,3	32,05 ^N	26,3 ^{ab}
P – 0	48*	133	2,589	11,9	22,697	14,7	15,75	17,8
	58	67	2,586	10,9	25,962	11,6	22,17 ^a	20,0 ^N
	68	114	6,619	22,4	83,552	24,5	27,20 ^a	24,8 ^N
	78	114	8,457	24,7	115,952	27,1	30,74 ^N	26,3 ^{bc}
	83	110	9,033	27,9	123,095	29,9	32,34 ^N	26,7 ^a

¹⁾ Plot, ²⁾ Age (years), ³⁾ Number of trees per hectare, ⁴⁾ Basal area, ⁵⁾ Volume of the timber to the top 7 cm o.b., ⁶⁾ Mean diameter, ⁷⁾ Mean height, ⁸⁾ Percentage out of main stand

Poznámka: Hodnoty s rovnakými písmenami sú štatisticky nevýznamné na hladine významnosti $\alpha=0,05$

Note: The values with the same letters are not significant on the level of $\alpha=0.05$

* - údaje prevzaté zo záverečnej správy BAKSA (1975)

* - data taken from the final report by BAKSA (1975)

Pestovná analýza zásahov

Už sme konštatovali, že prvý zásah, ktorý sa na predmetných plochách vykonal vo veku 48 rokov mal charakter úrovňovej pozitívnej prebierky, pri ktorom sa odstraňovali najväčší konkurenti z okolia CS podľa vytýčeného počtu (1 alebo 2), z ktorého rezultovala aj rôzna sila zásahu (podľa G 10,3 % na P-1, resp. 22,1 % na P-2).

Ďalší zásah sa vykonal až po 15 rokoch, pritom na ploche P-1 so silou 11,5 % podľa G, ale na ploche P-2 so silou 12,8 %, čo bolo zrejme ovplyvnené značným (neevidovaným) úbytkom v dôsledku ťažby prevádzky odumretých a odumierajúcich jedincov a jednak v dôsledku samopreriedovania (autoregulácie) porastu. Sila ďalších troch vykonaných zásahov neprevýšila 10 % (podľa G), pričom pri

ostatnom biometrickom meraní vo veku porastu 83 rokov už ani žiadny zásah nebol potrebný.

Z aspektu umiestnenia zásahu v porastovom profile na ploche P-1 dominoval zásah v úrovni a iba pri 3. meraní sa zasahovalo aj do podúrovne (5,0% podľa G) a 7,4% tvoril zdravotný výber, resp. pri 4. meraní 14,2 %. Na ploche P-2 sa sanitárny výber uplatnil iba pri 5. a 6. meraní (7,2% a 40,4% podľa G). Okrem toho sa pri 3. a 4. meraní zasahovalo aj do podúrovne a nutný bol aj negatívny tvarový výber (17,2% podľa G).

Celková intenzita zásahov (podľa G) za celé obdobie 35 rokov (bez zásahov lesnej prevádzky a samopreriedovania v rokoch 1975-1984) bola podľa G na ploche P-1 35,4%, kým na ploche P-2 to činilo 49,7 %.

ZÁVER

Z uvedených výsledkov 35-ročného výskumu dubového porastu, ktorý bol v minulosti postihnutý tracheomýkóznym ochorením v dôsledku epifytácie hromadného hynutia duba možno konštatovať, že z hľadiska kvantitatívnej produkcie plochy s výchovou, aj keď do značnej miery oneskorenou (až vo veku 48 rokov) nepreukázali priaznivejšie výsledky oproti kontrolnej ploche, resp. rozdiely boli minimálne až zanedbateľné. Naproti tomu z hľadiska kvalitatívnej produkcie, ktorá je v dubových porastoch prvoradá sme zistili lepšie výsledky na vychovávaných plochách oproti kontrole.

LITERATÚRA

- BAKSA L. 1975. Výchova dubových porastov. (Záverečná správa). Zvolen, VÚLH: 112 s.
- BEZAČINSKÝ H. 1956. Pestovanie listnatých porastov bukovo-dubovej oblasti. Pěstění lesů III. Praha, SZN: s. 492-558.
- ČAPEK M. a kol. 1985. Hromadné hynutie dubov na Slovensku. Bratislava, Príroda: 112 s.
- DONG P. H., MUTH M., ROEDER A. 1997. Traubeneichen - Durchforstungsversuch in den Forstämtern Elmstein-Nord und Fischbach. Forst und Holz, 52: s. 34-38.
- HALAJ J. a kol. 1987. Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Bratislava, Príroda: 362 s.
- CHROUST L. 2004. Opočenské zkušenosti s výchovou dubových porostů. Lesnická Práce, 83 (6): s. 299-301.
- CHROUST L. 2007. Quality selection in young oak stands. Journal of Forest Science, 53: s. 210-221.
- KOLEKTÍV AUTOROV. 1987. Problematika hynutia dubov na Slovensku. Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 36: Bratislava, Príroda: 355 s.
- KORPEL Š. 1973. Vplyv omeškania výchovy a vplyv prebierkových zásahov na štruktúru hrabovo-dubových porastov. Lesnictví, 19: s. 619-640.
- KORPEL Š. 1974. Prebierky v dubových porastoch a možnosti ich racionalizácie. Lesnícky Časopis, 20: s. 185-204.
- LEIBUNDGUT H. 1945. Über die waldbauliche Behandlung der Eiche. Schweiz. Zeit-

- schr. F. Forstwesen, 1: s. 49-58.
- LEONTOVÝČ R., PATOČKA J., GRÉK J. 1987. Výskyt a význam hromadného hynutia dubov vo svete a na Slovensku. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 36: Bratislava, Príroda: s. 13-32.
- MLVH SSR. 1984. Metodické pokyny Ministerstva lesného a vodného hospodárstva SSR pre hospodárenie v dubových porastoch postihnutých hromadným hynutím. Bratislava: 11 s.+ prílohy 9 s.
- RAČKO J., ŠMELKO Š., SCHEER L., PÁNEK F. 1987. Využitie leteckej snímky pri výskume a inventarizácii porastov postihnutých hromadným hynutím duba. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 36: Bratislava, Príroda: s. 243-254.
- ROY F. X. 1975. La désignation des arbres de place dans les futaies de chêne destinées a fournir du bois de tranchage. Rev. For. Franc., 27: s. 50-60.
- ŠMELKO Š., SABOL F. 1979. Zhodnotenie metód na overovanie homogenity pokusných plôch v biometrickom výskume. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, XXI: s.183-199.
- ŠTEFANČÍK I. 2011a. Growth characteristics of oak (*Quercus petraea* (Mattusch.) Liebl.) stand under different thinning regime. Journal of Forest Science (v tlači).
- ŠTEFANČÍK I. 2011b. Výsledky výskumu neceloplošnej výchovy dubového porastu z prirodzenej obnovy. Zprávy lesníckeho výzkumu (v tlači).
- ŠTEFANČÍK L. 1984. Úrovňová voľná prebierka - metóda biologickej intenzifikácie a racionalizácie selekčnej výchovy bukových porastov. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 34, Bratislava, Príroda: s. 69-112.
- ŠTEFANČÍK L. 1987. Výchova dubových porastov postihnutých hromadným hynutím. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 36: Bratislava, Príroda: s. 285-296.
- ZELENÁ SPRÁVA. 2010. Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike za rok 2009. Bratislava, Zvolen, MPaRV SR, NLC-LVÚ: 102 s.

Adresa autorů:

*Doc. Ing. Igor Štefančík, CSc.,
Ing. Slavomír Strmeň,
Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav,
T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen
Slovenská republika
e-mail: stefancik@nlcsk.org, strmen@nlcsk.org*

**MODŘÍN OPADAVÝ – DŘEVINA VHODNÁ PRO ZALESŇOVÁNÍ
ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD**

**EUROPEAN LARCH – A TREE SPECIES SUITABLE FOR AGRICULTURAL
LAND AFFORESTATION**

JAN BARTOŠ, DUŠAN KACÁLEK

ABSTRACT

There are many tree species being used for afforestation purposes. European larch is the species which not only helps to restore woody environment but is also important from economic point of view. The larch is typical of growth rate, ability to form multilayered stands with the other tree species. This species accumulates important growing stock over rotation. Production of the larch was investigated in experiment with afforested meadow. The larch shared 16% in tree species composition being admixed with Douglas fir, Norway spruce, silver fir, European beech, sycamore maple, small-leaved linden and rowan at an initial stage in 2001. In 10-year-old stand, the larch samples exceed the other species in terms of basal area (38%), mean DBH (10.8 cm), weight of mean sample (37 kg) and amount of biomass (25.8 Mg.ha⁻¹). Even 10-year-old stand provides merchantable assortments (fuel wood) from first thinning if the fast-growing larch is used for afforestation.

Keywords: European larch, agricultural land afforestation, produce

Klíčová slova: modřín opadavý, zalesňování zemědělských půd, produkce

Úvod

Přestože je zalesňování zemědělských půd dotováno z Programu rozvoje venkova, roční výměry zalesnění v České republice v posledních letech spíše klesají. Jedním z hlavních důvodů tohoto trendu je velkorysý dotování zemědělského hospodaření, které konkuruje využití půdy pro zalesnění především z hlediska ekonomické efektivity. Chceme-li se při zalesňování co nejvíce přiblížit efektivity dosahované při zemědělském hospodaření, musíme se snažit hledat modernější postupy, jako je například využití méně používaných dřevin, jejichž vlastnosti by však mohly být výhodou při zakládání první generace lesa. Takovou dřevinou by mimo chráněná území mohl být i modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.). Ten je charakteristický svým relativně rychlým růstem po výsadbě, schopností tvorby etážových porostů, relativně stabilním zdravotním stavem a velkou dřevní produkcí. Samozřejmě se na něho dle cílových hospodářských souborů musíme dívat pouze jako na dřevinu přimíšenou. V tomto příspěvku se proto zaměřujeme na modřín opadavý, jako na vhodnou přípravnou dřevinu při zalesňování zemědělských půd, která může efektivně napomoci pěstování dalších cílových dřevin ve specifických podmínkách tvořící se lesní půdy. Cílem příspěvku je porovnat produkci vybraných cílových dřevin a modřínu jako dřeviny přípravné ve fázi prvních výchovných zásahů pestře smíšeného porostu první generace lesa na bývalých zemědělských půdách.

MATERIÁL A METODIKA

Využití modřínu opadavého při zalesňování zemědělských půd bylo sledováno na výzkumné ploše Bystré I, která byla založena na jaře roku 2001. Plocha se nachází v Přírodní lesní oblasti 26 – Předhoří Orlických hor v katastrálním území obce Bystré v Orlických horách (GPS: 50°19'40.855"N, 16°14'56.785"E) na pozemku o výměře 0,6 ha do té doby zemědělsky využívaném jako louka. Výzkumná plocha se nachází na severním svahu se střední nadmořskou výškou 520 m. Lokalita je ze třech stran obklopena staršími lesními porosty, zčásti založenými v 60. letech minulého století na zemědělské půdě. Všechny porosty jsou zařazeny do souboru lesních typů kyselá bučina (4K); stanoviště vykazuje tendenci přechodu ke svěží edafické kategorii.

Před výsadbou byla na celé ploše provedena příprava půdy naoráním ca 35 cm širokých pásů zemědělským pluhem. Povrch půdy byl narušen v průměru do hloubky 5 cm. Provedením přípravy půdy se výrazně snížila pracnost při ručním kopání jamek o velikosti 35 x 35 cm sekeromotykou. Zalesňovaný pozemek byl rozdělen na parcely o velikosti 1,5 aru. Rozestup řad vysázených dřevin je na všech parcelách cca 1,6 m. Na jaře 2001 byl vysázen jednotlivě smíšený porost z následujících dřevin: modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.), buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.), jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.), douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) a smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karsten) na patnácti parcelách (tzn. výměra ca 0,22 ha). Modřínu je na každé smíšené parcele v průměru 14 ks (950 jedinců na ha). Hlavní funkcí modřínu je příprava prostředí pro cílové dřeviny a produkce biomasy do prvních výchovných zásahů, kdy je počítáno s jeho výraznou redukcí. Dále je na každé parcele přimíšena lípa srdčitá (*Tilia cordata* Mill.) nebo jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.), které mají ve směsi plnit hlavně funkci meliorační a zpevňovací a do směsi byl zařazen spíše s funkcí přípravné dřeviny, než produkční. Počty vysázených sazenic se v závislosti na druhu dřeviny liší minimálně, v průměru bylo na jednu smíšenou parcelu vysázeno 90 jedinců což odpovídá hustotě 6 tis. na hektar. K výsadbě byl použit standardní prostokořenný sadební materiál výškového rozpětí 26 – 60 cm z lesních školek v Albrechticích a Broumově splňující požadavky normy ČSN 482115.

Od výsadby v roce 2001 je u dřevin pravidelně sledován zdravotní stav a měřen výškový přírůst, od roku 2006 je každoročně měřena výčetní tloušťka. Smíšený porost byl založen tak, aby byla využita přípravná a ochranná funkce především modřínu, jako v mládí rychleji rostoucí dřeviny. Pro dřeviny s klimaxovou strategií růstu (jedle, buk a klen) a tak vytvořil ochranu před klimatickými vlivy a částečně i před buřením, kdy napomáhal orientaci při vyžínání. Modřín byl ve všech smíšených čtvrcích rozmístěn tak, aby ovlivňoval co největší zalesněnou plochu a nedotýkal se navzájem. Tvorbu větších skupin při pěstování modřínu nedoporučuje např. POLENO a VACEK et al. (2009). Při výsadbě reprezentoval modřín ve všech patnácti posuzovaných smíšených čtvrcích v průměru 16 % zastoupení. Nejmenší zastoupení měla douglaska (7 %), naopak nejvíce byl zastoupen klen (18 %). Zastoupení dalších dřevin je uvedeno v tab. 1.

V roce 2008 bylo odebráno 15 vzorníků modřínu a 10 vzorníků smrku, u kterých byla zjišťována hmotnost kmene do tloušťky 4 cm a hmotnost zbylé části nadzemní biomasy (větvě a terminální část slabší než 4 cm). Hmotnost byla zjišťována závěsnou digitální vahou přímo v porostu ihned po skácení. U každé dřeviny byl dále stanoven podíl sušiny ze vzorků kmene a větví vysušením při teplotě 105 °C. V souladu s doporučením HALAJE (1978) byla jako srovnávací charakteristika využívána hmotnost dřeva. Jehličnaté dřeviny totiž dosahují vyšší objemové produkce oproti listnatým, ale jejich dřevo má menší specifickou hmotnost než dřevo listnáčů. Modřín dosahuje v této růstové fázi výrazně větších dimenzí oproti ostatním dřevinám ve směsi a první výchovný zásah byl cíleně zaměřen právě na něj. U osmi kmenů modřínu byl stanoven objem kmene pomocí Huberova vzorce s využitím středové tloušťky. Ze vztahu získaných hodnot objemu kmenů modřínu a výčetní kruhové základny (G) jednotlivých vzorníků byl stanoven jednoduchý model lineární závislosti. Dosazením naměřených hodnot G do této funkce byla zjištěna zásoba modřínu v porostu.

VÝSLEDKY

Po deseti letech růstu přetrvává různá růstová dynamika použitých dřevin. Především modřín vykazuje výčetní kruhovou základnu (G) sdruženého porostu 5,7 m² na ha (tab. 1) což činí 38 % ze součtu G všech dřevin (15,2 m².ha⁻¹). U smrku se po deseti letech z původního zastoupení 14 % zvýšil podíl na G sdruženého porostu na 20 %, kdy za toto období dosáhl G 3,1 m² na ha. Naopak zanedbatelný podíl na výčetní kruhové základně porostu mají v mládí pomalu rostoucí dřeviny buk 0,2 m².ha⁻¹ a jedle 0,7 m².ha⁻¹.

V roce 2010 byl proveden výchovný zásah, který byl zaměřen na snížení zastoupení modřínu, jako přípravné dřeviny. Dále byli vytěženi poškození a neperspektivní jedinci cílových dřevin (SM, DG, JD, KL a BK). Jedinci jeřábu a lípy byli vytěženi v případech, kdy prostorově konkurovali cílovým dřevinám. Při zásahu bylo odstraněno celkem 2,6 m².ha⁻¹ kruhové výčetní základny, z čehož 66 % připadá na modřín (tab. 1).

Tab. 1: Relativní počty sazenic podle dřevin ve smíšených čtvercích v době zalesnění (2001) a podíl na G po 10 letech růstu na výzkumné ploše Bystré
Tree species composition within mixed plots in 2001 and share by basal area after 10 years

Dřevina ¹	MD	SM	DG	JD	KL	BK	JR	LP	Celkem
Četnost ² zastoupení 2001	16 %	14 %	7 %	12 %	18 %	8 %	13 %	13 %	100 %
Podíl na G 2010 ³	38 %	20 %	14 %	5 %	10 %	1 %	6 %	6 %	100 %
G sdruž. porost ⁴ 2010 (m ² /ha)	5,7	3,1	2,1	0,7	1,5	0,2	0,9	0,9	15,2
G těžba 2010 ⁵ (m ² /ha)	1,7	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,2	2,6
G po 10 letech ⁶ (m ² /ha)	4,0	3,0	1,9	0,7	1,3	0,2	0,7	0,7	12,6

Vysvětlivky: MD – modřín; DG – douglaska; SM – smrk; KL – javor klen; JD – jedle; BK – buk; JR – jeřáb; LP – lípa.

Captions: MD – larch; DG – Douglas fir; SM – spruce; KL – sycamore maple; JD – silver fir; BK – beech; JR – rowan; LP – linden; Celkem – Total. Tree species¹; Relative frequency² based on initial numbers in 2001; Relative expression of basal area by species (G)³ in 2010; Total basal area⁴; Basal area of removed trees⁵; Basal area of trees retained⁶

Vzorníky vybraných dřevin byly vytěženy v roce 2008 (po 8 letech růstu). Největších dimenzí dosahovaly vzorníky modřínu; jejich průměrná výška činila 734 cm a výčetní tloušťka 10,8 cm. Průměrná hmotnost kmene činila ca 37 kg a průměrná hmotnost větví 16 kg. Hmotnost kmene tak představovala ca 70 % hmotnosti nadzemní biomasy. Smrk v této fázi výrazně zaostává v produkci za výše uvedeným modřínem. Průměrná hmotnost biomasy kmene smrku činila 18 % hodnoty modřínu. Hmotnost kmene smrku představovala 41 % z celkové hmotnosti jeho nadzemní biomasy. Tento rozdíl se bude se stoupajícím věkem porostu samozřejmě zmenšovat, což naznačují již výsledky G z roku 2010 v tab. 1.

Větší podíl sušiny kmene (ca 40 hmotnostních %) byl zjištěn u modřínu. Sušina větví shodně u obou dřevin vykazovala vyšší hodnoty oproti kmenům a činila ca 47 %. Největší okamžitá vlhkost byla zjištěna u kmene smrku (necelých 65 %). U všech vzorků byla vlhkost kmene větší než vlhkost větví.

Výsledky ukázaly těsnou závislost celkové hmotnosti biomasy vzorníků modřínu na výčetní kruhové základně. Tuto závislost lze vyjádřit lineární funkcí ve tvaru $y = 5648,2x - 1,5778$ s velmi vysokou těsností proložení (koeficient determinace $R^2 = 0,9788$). Podobný vztah byl konstatován také u smrku: $y = 5558,2x + 2,4681$ ($R^2 = 0,9027$). Dosazením naměřených hodnot G (přepočtených na jednotku plochy) sledovaného smíšeného porostu do výše uvedených rovnic získáme hmotnost sušiny nadzemní části biomasy vyprodukované jednotlivými dřevinami po deseti letech růstu. Výrazně větší hodnotu vykazuje modřín, který za sledovaný časový úsek vyprodukoval 32,5 t na ha. Smrk o 46 % méně (17,1 t) sušiny biomasy na ha. V roce 2010 bylo přistoupeno k prvnímu výchovnému zásahu. Modřín dosahuje dimenzí, které se již vyplatí vyklidit z porostu (např. jako sortiment palivové dříví). Hlavním specifikem výchovy smíšených porostů je možnost úpravy druhového složení porostu. V naší pestré směsi byl modřín rozmístěn po celé ploše jako rychle rostoucí dřevina, a proto byl první výchovný zásah zaměřen hlavně na něj. Na žádném z odebraných vzorníků nebyly sebemenší známky napadení houbovými hnilobami ani jiné poškození. Modřín tak ve sledovaném smíšeném porostu představuje již ve fázi prvního výchovného zásahu významnou zásobu dřevní suroviny.

Závislost objemu vzorníků modřínu na G byla na základě naměřených údajů vyjádřena rovnicí $y = 4,9555x - 0,0091$ s koeficientem determinace $R^2 = 0,9215$. Po dosazení naměřených hodnot G z roku 2010 do rovnice lineární závislosti dostaneme pro modřín odhad zásoby 28,5 m³.ha⁻¹. Modřín dosahuje takto vysoké zásoby a tvoří přitom pouze 38 % celkové G sdruženého porostu. Při výchovném zásahu bylo vytěženo 8,5 m³.ha⁻¹, což z výše uvedeného vztahu představuje 9,7 t sušiny na ha. Celkem bylo při výchovném zásahu odstraněno 21 % G hlavního porostu. Z vytěženého G připadá na modřín 66 %, následuje klen 9 %, po 7 % činí jeřáb a lípa. Zásoba modřínu po provedené těžbě v roce 2010 činí 20 m³.ha⁻¹. Růstové tabulky popisují zásobu starších porostů než je věk dřevin v našem experimentu a jsou navíc zpracovány pouze pro hlavní dřeviny. Nejbližší srovnání produkce tak přináší smrk, který dosahuje G 17,3 m².ha⁻¹ a zásobu 59 m³.ha⁻¹ až v 15 letech na 1. bonitě (ČERNÝ et al. 1996).

DISKUSE

Modřín je produkčně nejzdatnější dřevinou v juvenilním stadiu smíšeného porostu na bývalé zemědělské půdě. Předpokládáme, že ani v budoucnu neztratí své dominantní postavení v porostu. Na základě rozsáhlého výsadbového experimentu s jehličnany v Chorvatsku to potvrzuje i PERIĆ et al. (2006), který dokládá srovnatelné nebo významně větší hodnoty výšky a výčetní tloušťky modřínu a douglasky ve srovnání se smrkem v 32. roce po výsadbě. Zásoba buku a dubu byla ca třetinová až poloviční ve srovnání s jehličnany. Poměr hmotnosti vysušených vzorků kmene (40 %) a větví (47 %) u modřínu dosažených v rámci našeho experimentu v osmi letech věku porostu se bude v budoucnu měnit ve prospěch podílu biomasy kmene. NOVÁK et al. (2010) uvádí příklad dvacetiletého experimentálního porostu s výchovou modřínu v Krušných horách, kde vysušená biomasa kmene s kůrou představovala 66 %, zatímco jehlice, živé větve a suché větve představovaly 34 % z celkové nadzemní biomasy kontrolního nevychovaného porostu. V rámci našeho experimentu považujeme za vhodné použít v 8. roce vytěžený modřín a částečně i douglasku jako palivové dříví. KANTORI A HURT (2009) považují v podmínkách 2. a 3. lesního vegetačního stupně (LVS) za mimořádně důležitou skutečnost, že zpočátku nevýznamný podíl jednotlivě přimíšených a vtroušených dřevin může zajistit existenci, popřípadě i produkci a stabilitu lesních ekosystémů. Výše uvedené poznatky odpovídají našim dosavadním zkušenostem s pestře smíšenými porosty na bývalých zemědělsky obhospodařovaných půdách. Přimíšení modřínu je vhodné do skupin pomaleji rostoucích melioračních a zpevňujících dřevin jako je buk či jedle, jejichž zajištění v nesmíšených skupinách je v porostech první generace lesa nákladné. Ve stejnověkových směsích s modřínem navrhuje uplatnit při výchově negativní výběr zaměřený na odstranění netvárných stromů. U modřínu doporučujeme odstranit jedince s velkou korunou, relativně silnými větvemi a neprůběžným kmenem. Další dřeviny ve směsi nedosahují v tomto věku efektivně využitelných dimenzí, a proto u nich doporučujeme odstranit pouze poškozené a výrazně netvárné jedince a s výchovným zásahem počkat na růstovou reakci po odstranění dominantních modřínů. První výchovný zásah ve stejnověkových pestře smíšených porostech modřínu s dřevinami s klimaxovou strategií růstu doporučujeme proto v první fázi zaměřit na modřín. Naše zkušenosti z tohoto experimentu potvrzují větší technickou náročnost výchovných zásahů ve smíšených porostech.

ZÁVĚRY

- Po deseti letech růstu dosahuje G smíšeného porostu 15,2 m² na ha. Nejvýrazněji se na této hodnotě podílí modřín (5,8 m²), který byl při výsadbě zastoupen 16 % z celkového počtu sazenic a na konci sledovaného období tvoří 38 % z celkového G sdruženého porostu. Naopak buk s původním zastoupením 8 % tvoří po 10 letech pouze 1 % výčetní kruhové základny.
- Z odebraných vzorníků modřínu a smrku po 8 letech růstu dosahoval největších dimenzí modřín, u kterého měl kmen s průměrnou výčetní tloušťkou 10,8 cm hmotnost necelých 37 kg. Podstatně nižší hmotnosti dosahuje smrk, který při průměrné výčetní tloušťce 5,5 cm vážil necelých 7 kg.

- Z výsledků stanovení hmotnosti vyprodukované biomasy je zřejmé, že po deseti letech růstu vyprodukoval modřín 32,5 t biomasy na ha, což je o 7,8 t více než smrk.
- Modřín vysázený jako přípravná dřevina na bývalé louce poskytuje po 10 letech růstu efektivně využitelné sortimenty. Při výchovném zásahu v roce 2010 bylo vytěženo 8,5 m³ na ha, což představuje 9,7 t sušiny na ha. Zásoba modřínu ve sdruženém smíšeném porostu činí po 10 letech 28,5 m³ na ha.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru MZe ČR č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy, IFER: 254 s.
- HALAJ J. 1978. Výškový rast a štruktúra porastov ČSSR. Bratislava, Veda (SAV): 282 s.
- KANTOR P., HURT V. 2009. Limity zastoupení smrku v hospodářských lesích pahorkatin. *Lesnická práce*, 88, č. 7: s. 22-24.
- NOVÁK J., SLODIČÁK M., DUŠEK D. 2011. Above-ground biomass of substitute tree species stand with respect of thinning - European larch (*Larix decidua* Mill.). *Journal of Forest Science*, 57, 1: s. 8-15.
- PERIĆ S., SELETKOVIĆ I., MEDAK J., PILAŠ I., TOPIĆ V. 2006. Istraživanje uspijevanja šest vrsta četinjača u ekološki karakterističnim regijama Hrvatske. *Radovi - Šumarski Institut Jastrebarsko, Spec. Ed. 9*: s. 99-108.
- POLENO Z., VACEK S. et al. 2009. Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*: 951 s.
- Praktická příručka, zákon o lesích a příslušné vyhlášky. 1996. Vyhláška č. 83/1996 Sb. o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů – příloha č. 4.

Adresa autorů:

Ing. Jan Bartoš, Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.,
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady,
Výzkumná stanice Opočno,
Na Olivě 550, 517 73 Opočno
bartos@vulhmop.cz; kacalek@vulhmop.cz

**VYBRANÉ PRODUKČNÉ CHARAKTERISTIKY BUKOVEJ ČASTI
PRALESA SKALNÁ ALPA**

**SELECTED PRODUCTION CHARACTERISTICS OF BEECH PART
OF O SKALNÁ ALPA OLD-GROWTH FOREST**

JOZEF ZRAK

ABSTRACT

This paper deals with the diameter structure, the basal area, and the volume of both the biomass and necromass in the Skalná Alpa old-growth forest. The study is focused on a part of the forest which is dominated by European beech. The data was obtained in the two permanent research plots; the area of both plots is 1.5 ha (150 m × 50 m). In comparison to the other old-growth and natural beech forests located at altitudes up to 1,400 above sea level, the growing stock of the forest is lower in the area of interest. The standing volume of living trees with a DBH exceeding 2 cm is 347.9 m³ and the volume of the necromass is 109.7 m³ per ha. The overall volume production of this beech forest is 457.5 m³; the necromass shares 24 % of the overall volume production. The volume of the biomass consists of beech (85 %), sycamore (8 %) and spruce (7 %). The differences in volume of biomass in comparison to the beech natural forests, which are in the optimum stage, are caused by differences in climate conditions and the length of the vegetation period.

Keywords: production, European beech, old-growth forest

Kľúčové slová: produkcia, buk lesný, prales

ÚVOD A PROBLEMATIKA

V súvislosti s očakávanými klimatickými zmenami sa predpokladá, že rastové podmienky budú výhodnejšie pre buk a na druhej strane sa zhoršia pre smrek (TATARINOV, CIENCIALA 2009). Preto musí byť ekologická amplitúda vysádzaných drevín tak široká, aby vyhovovala súčasným ale aj budúcim stanovištným podmienkam. Predpokladá sa zvýšená expanzia buka na úkor smrečín, ktorých zdravotný stav sa rapídne zhoršuje (MINĐÁŠ, ŠKVARENINA 2003). Vhodnou alternatívou, ktorá môže v budúcnosti nahradiť rovnorodé smrečiny vo vyšších nadmorských výškach sú zmesi smreka a buka. Pre potreby praktického uplatnenia je dôležité odpovedať najmä na otázky týkajúce sa produkcie potenciálnych drevinových zmesí. Ako modelový príklad nám môžu slúžiť prirodzené zmesi drevín zachované v pralesovitých zvyškoch.

Členitý terén a malá sprístupnenosť lesov Slovenska zabezpečili, že sa dnes môžeme ako krajina pýšiť viac ako 70 fragmentmi prírodných lesov o výmere takmer 20 000 ha (KOLEKTÍV 2002). Jedným z takýchto vzácných zvyškov je aj prales v NPR Skalná Alpa, ktorý predstavuje jedinečné spoločenstvá smreka a buka v 6. až 7. LVS na vápencovom podloží.

Je známe, že prírodné lesy sú omnoho stabilnejšie a odolnejšie voči vplyvu biotických a abiotických škodlivých činiteľov ako lesy, ktoré vplyvom ľudskej činnosti stratili prirodzenú štruktúru. Pre zvýšenie stability a zvýšenie biodiverzity v le-

soch obhospodarovateľných človekom je vhodné, aby tieto lesy mali niektoré prvky pralesa, ako napríklad prítomnosť podrastu, existenciu veľkých žijúcich alebo odumretých stromov a prítomnosť nekromasy (HANSEN et al. 1991; McCOMB et al. 1993; FRANKLIN et al. 1997). Úloha mŕtveho dreva v pralese je nesporná a preto určité množstvo mŕtveho dreva by malo byť aj cieľom hospodárenia (CHRISTENSEN et al. 2005).

Vybranými produkčnými charakteristikami pralesov na Slovensku sa v súčasnosti zaoberali viacerí autori. Podrobne analyzované sú rovnorodé bukové prírodné lesy v 4 LVS – NPR Stužica (SANIGA, KLIMAŠ 2004), NPR Oblík (SANIGA, SKLENÁRI 2003). V rámci 5. a 6. LVS existujú podrobné literárne údaje z NPR Dobročský a Badínsky prales (KORPEL 1989). Zo zmiešaných prírodných lesov v 5. LVS komplexný výskum v NPR Hrončecký grúň vykonal BALANDA (2009). V bukovom pralese 5. a 6. LVS NPR Vtáčnik pracoval PITTNER a SANIGA (2006). Údaje o produkcii pralesa v NPR Zadná Poľana v 7. LVS podáva SANIGA (2005). Podrobný prehľad o štruktúre a produkcii pralesov Slovenska je prezentovaný v publikácii KORPELA (1989), avšak práca zaoberajúca sa produkciou pralesov v 6.–7. LVS kde je hlavnou porastotvornou drevinou buk, absentuje.

V NPR Skalná Alpa sa začal ucelený výskum až v roku 1982 a údaje získané počas 10-tich rokov výskumu boli publikované SANIGOM (1995). Vyhodnotenie produkčných a rastových charakteristík po 30 rokoch merania boli publikované v práci ZRAK, SANIGA (2010). Posledné dve menované práce boli zostavené z údajov získaných z plôch založených prof. Korpeľom v smrekovo-bukovej časti. Súčasný výskum zameraný na komplexné posúdenie textúry a disturbančného režimu tohto pralesa sa vykonáva na nových trvalých výskumných plochách (TVP). Plochy sú založené v časti NPR Skalná Alpa, kde v drevinovom zložení dominuje buk lesný napriek tomu, že sa nachádza v 6. - 7. LVS. Táto dominancia je podmienená najmä edaficky.

Cieľom predkladanej práce je analýza hrúbkovej štruktúry, kruhovej základne a objemu biomasy a nekromasy v bukovej časti NPR Skalná Alpa.

MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika výskumného objektu

Skalná Alpa (1 463,2 m n. m.) je jedným s vrchov orografického celku Veľká Fatra. Nachádza sa na 48°58'58.11" severnej šírky a 19°11'27.68" východnej dĺžky v Žilinskom kraji, v okrese Ružomberok, v katastri obce Liptovská Osada a Ľubochňa. Za národnú prírodnú rezerváciu (NPR) bola vyhlásená v roku 1964 s výmerou 67,46 ha (VYSKOT 1981). Neskôr v roku 1993 bola rozšírená na súčasných 524,55 ha.

Geologické podložie je tvorené vápencami a dolomitmi. Z pôdnych typov prevážuje rendzina hnedá a rendzina typická, vyskytujú sa taktiež hnedé lesné pôdy (VESTENICKÝ, VOLOŠČUKI 1986). V NPR Skalná Alpa je nasledovné drevinové zloženie: SM 65 %, JD 10 %, BK 20 %, JH 5 % (KORPEL 1989). Tieto porasty patria do skupín lesných typov (slt) *Fageto-Aceretum humile*, a *Abieto-Fagetum*, pre-

chádzajú v siedmom lesnom vegetačnom stupni do prestarnutých porastov patriacich do slt *Fageto-Picetum* a *Acereto-Picetum* (KORPEL 1989).

SANIGA M. a SANIGA MĽR. (2004) uvádzajú pre NPR Skalná Alpa nasledovné klimatické charakteristiky: priemerná ročná teplota 4 °C, úhrnné ročné zrážky 1 000 až 1 200 mm, z toho 400 – 450 mm vo vegetačnej dobe, priemerný počet letných dní v roku s teplotou nad 25 °C je 20 a priemerný počet mrazových dní v roku je 170.

Výskum bol vykonaný na dvoch TVP o rozmeroch 150 × 50 m (1,5 ha) založených v časti NPR, kde v drevinovom zložení prevláda buk lesný. TVP sa nachádzajú v nadmorskej výške 1 300 m n. m. na východnom svahu so sklonom 30°. Pôdnym typom je rendzina typická. Okrem buka sa na drevinovom zložení TVP podieľa smrek obyčajný (*Picea abies*), javor horský (*Acer pseudoplatanus*), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*), jedľa biela (*Abies alba*) a jarabina mukyňová (*Sorbus aria*). Pričom posledné tri menované sa nachádzajú len jednotlivo v prirodzenom zmladení. V bylinnom kryte prevládajú vysoké byliny a paprade. Dominujú horské druhy a prístupujú kalcifity a subalpínske druhy. Vyskakuje sa napr. *Allium ursinum*, *Corthusa mathioli*, *Soldanella carpathica*, *Mercurialis perennis*, *Dentaria sp.*, *Veratrum album* a iné.

Charakteristika metodického postupu

Výskumné plochy boli založené a vymierané pomocou technológie Field-Map a stabilizované pomocou drevených kolíkov. Plochy boli rozdelené kvôli lepšej orientácii na 24 čiastkových plôch o výmere 25 × 25 m. Metodika zakladania plôch je podrobnejšie rozobraná v práci BALANDA (2008). Plocha bola orientovaná dlhšou stranou po vrstevnici.

Na oboch TVP boli zmerané všetky hrúbky jedincov hrubších v $d_{1,3}$ viac ako 2 cm. Meranie hrúbok sa vykonávalo dendrometrickou priemerkou s milimetrovým delením, podľa všeobecných zásad priemerkovania (ŠMELKO 2000) s presnosťou na 1 mm.

Na TVP 1 boli zmerané všetky výšky jedincov hrubších v $d_{1,3}$ viac ako 2 cm. Meranie výšok sa vykonávalo pomocou výškomeru VERTEX III s presnosťou na 0,5 m. Pri jedincoch tenších v $d_{1,3}$ ako 5 cm, rastúcich spravidla vo veľkej hustote sa vykonávalo pomocou výškomernej laty. Výšky jedincov na TVP 2 boli odvodené z výškových grafikonov vytvorených z nameraných výšok zvlášť pre každú drevinu. Výškové grafikony boli vyrovnané Korfovou výškovou krivkou (KORF 1939).

Na oboch TVP bolo merané mŕtve drevo. Registračná hodnota pre stojacu nekromasu bola nasledovná: minimálny priemer v $d_{1,3}$ 8 cm, a minimálna výška 2 m. Registračná hranica pre ležiacu nekromasu bola jej priemer na hrubšom konci nad 15 cm a dĺžka viac ako 2 m. Evidencia nekromasy bola vykonaná na ploche pomocou technológie Field-Map. Jej dĺžka sa merala automaticky prístrojom Field-Map pri jej pozičnom zachytení. Meral sa priemer na hrubšom a tenšom konci dendrometrickou priemerkou s milimetrovým delením s presnosťou na 1 mm.

Objem ležiaceho mŕtveho dreva bol vypočítaný automaticky vo Field-Mape podľa Smalianovho vzorca:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(d_0^2 + d_n^2)}{2} \cdot L$$

kde: V – objem kmeňa, d_0 – hrúbka na hrubšom konci, d_n – hrúbka na tenšom konci, L – dĺžka kmeňa

Pri stojacej nekromase, sme merali jej hrúbku a výšku podľa metodiky popísanej u živých jedincov.

Údaje z oboch plôch boli spracované a vyhodnocované dohromady. Zo získaných údajov sa pre každého jedinca vypočítala plocha kruhovej základne a objem kmeňový s kôrou na základe priemernej hrúbky a výšky. Objem kmeňa sa určil pomocou vzorcov PETRÁŠ, PAJTIKI (1991). Z výšok bola vypočítaná horná výška porastu podľa ŠMELKA (2000). Jedince s hrúbkou väčšou ako 2 cm v $d_{1,3}$ boli roztriedené podľa drevín do hrúbkových stupňov so 4 cm delením. Z údajov boli vyhotovené rozdelenia početnosti, kruhovej základne a zásoby po hrúbkových stupňoch a drevinách. Rozdelenie hrúbkovej početnosti bolo porovnávané s bimodálnym rozdelením a testované χ^2 testom (ZHANG et al. 2001).

VÝSLEDKY

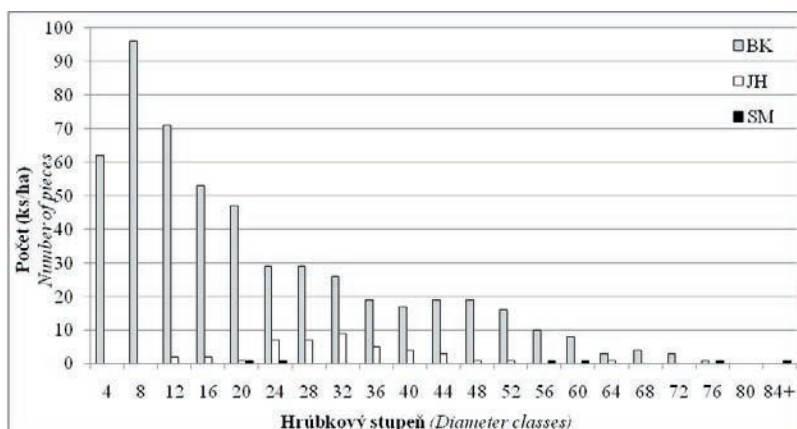
Drevinové zloženie a hrúbková štruktúra

Najpočetnejšou drevinou je buk (92 %), po ňom javor horský (7 %) a smrek sa podieľa na drevinovom zložení najmenšou mierou (1 %). Celkový počet jedincov hrubších v $d_{1,3}$ ako 2 cm je 552 ks.ha⁻¹. Z toho buk lesný 511 ks.ha⁻¹, 36 ks.ha⁻¹ má javor horský a 5 jedincov na hektár smrek obyčajný.

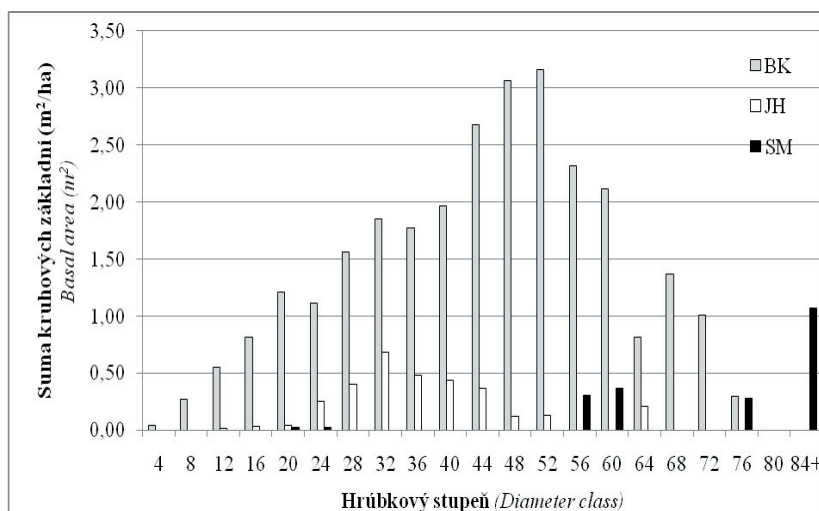
V grafe (obr. 1) je znázornená hrúbková štruktúra jedincov na TVP. Z grafu je zrejme že hrúbková štruktúra buka má bimodálne rozdelenie, čo sa potvrdilo aj pri testovaní χ^2 testom ($p = 0,7348$). Prvý vrchol dosahuje krivka pri hrúbke 12 cm a druhý vrchol v hrúbke 43 cm. Takýto tvar rozdelenia je charakteristický pre prírodné lesy. Najviac je početne zastúpený hrúbkový stupeň 8. Absentujú hrúbkové stupne 80 a vyššie. Deficitný je počet jedincov v hrúbkovom stupni 36 a 40. Rozdelenie početností pri drevine javor horský naznačuje tvar normálneho rozdelenia, rozdelenie početností pri drevine smrek nenadobúda žiaden tvar z dôvodu nízkeho počtu jedincov.

Kruhová základňa a horná výška

Štruktúru rozdelenia kruhovej základne po hrúbkových stupňoch a drevinách charakterizuje obr. 2. Rozdelenie je takmer identické s rozdelením zásoby (obr. 3.). Celková kruhová základňa bola zistená v hodnote 33,20 m².ha⁻¹. Dominantnou drevinou je buk lesný, ktorý sa podieľal hodnotou 27,97 m².ha⁻¹, javor horský predstavuje hodnotu 3,16 m².ha⁻¹. Podobne ako pri objeme kmeňa má najnižší podiel na tejto dendrometrickej veličine smrek obyčajný 2,07 m².ha⁻¹. Horná výška bukovej časti skúmaného pralesa je 26,7 m.



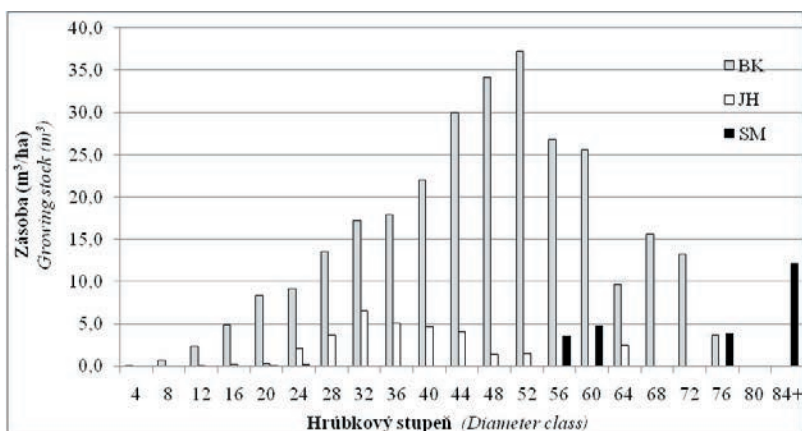
Obr. 1: Histogram rozdelenia hrúbkových početností jednotlivých drevín
Diameter distribution of beech (BK), maple (JH) and spruce (SM)



Obr. 2: Histogram rozdelenia kruhovej základne jednotlivých drevín po hrúbkových stupňoch
Basal area distribution according to tree species and diameter classes
(BK – beech, JH – maple, SM – spruce)

Objem biomasy a nekromasy

Na tvorbe objemu sa podieľa javor horský 8 %, smrek obyčajný 7 % a najväčší podiel na zistenom objeme má buk, ktorý tvorí 85 % objemu drevnej hmoty. Rozdelenie objemu živých stromov hrubších ako 2 cm v $d_{1,3}$ podľa drevín a hrúbkových stupňov je charakterizované na obr. 3. Z informačnej hodnoty objemu možno konštatovať, že na tvorbe objemu sa v najväčšej miere podieľajú hrúbkové stupne 44 až 60. Celková zásoba živých stromov pralesa je $347,9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Na celkovej zásobe



Obr. 3: Histogram rozdelenia zásoby jednotlivých drevín po hrúbkových stupňoch

Fig. 3: Growing stock distribution according to tree species and diameter classes (BK – beech, JH – maple, SM – spruce)

be živých stromov sa podieľa buk lesný 292,4 m³.ha⁻¹, javor horský 30,9 m³.ha⁻¹ a smrek obyčajný 24,6 m³.ha⁻¹. Objem ležiacej nekromasy bol zistený v hodnote 70 m³.ha⁻¹ a stojacej nekromasy 39,7 m³.ha⁻¹. Celková objemová produkcia v časti NPR Skalná Alpa s dominanciou buka je 457,7 m³.ha⁻¹ (tab. 1). Podiel stojacej a ležiacej nekromasy na celkovej objemovej produkcii je 24 %. Pomer medzi objemom nekromasy a objemom živých stromov je 1 : 3,15.

Tab. 1: Zásoba živých jedincov a objem nekromasy
Volume of biomass and necromass

Drevina¹	Objem² (m³.ha⁻¹)				
	BK³	JH⁴	SM⁵	Spolu⁶ (m³.ha⁻¹)	Relatívny podiel⁷ (%)
Živé jedince⁸	292,4	30,9	24,6	347,9	76,0
Nekromasa stojaca⁹	28,3	2,7	8,8	39,7	8,7
Nekromasa ležiaca¹⁰	55,3	0,6	14,1	70	15,3
Suma⁶				457,7	100

(¹-species, ²-volume, ³-beech, ⁴-maple, ⁵-spruce, ⁶-total, ⁷-share, ⁸- alive individuals, ⁹-standing deadwood, ¹⁰-laying deadwood)

DISKUSIA

V záujmovej časti NPR Skalná Alpa sa nachádza buk lesný na hornej hranici svojho prirodzeného rozšírenia v našich zemepisných šírkach. Aj napriek extrémnym podmienkam je tu hlavnou drevinou pralesa. Vytvára rozdiferencovaný porast s prímiesou smreka obyčajného a javora horského. Dominancia buka je spôsobená najmä edaficky.

V porovnaní s bukovými pralesmi Slovenska, kde sa priemerná hodnota kruhovej základne pohybuje v rozmedzí 33 – 46,9 m².ha⁻¹ (údaje KPL, nepublikované) je zistená kruhová základňa na dolnej hranici jej variačného rozpätia. Na rozdiel od bukovej časti NPR Skalná Alpa sa pri týchto pralesoch dosahuje vyššia zásoba a to v rozpätí 452 až 744 m³.ha⁻¹ (údaje KPL, nepublikované). Odlišné hodnoty produkcie v NPR Skalná Alpa možno vysvetliť extrémnymi klimatickými podmienkami, kratšou vegetačnou dobou, výsledkom čoho je aj nižšia horná výška pralesa 26,7 m.

V porovnaní s bukovým pralesom v NPR Stučica nachádzajúcim sa v ekologickom optime buka je zásoba výrazne nižšia. SANIGA, KLIMAŠ (2004) tu uvádzajú zásobu hrubiny v závislosti od vývojového štádia v rozmedzí od 592 do 677 m³.ha⁻¹. Taktiež v porovnaní z bukovým pralesom NPR Oblík na andezitovom podloží, ktorý je zaradený medzi zásobovo chudobné (SANIGA, SKLENÁRI 2003), je zásoba v NPR Skalná Alpa nižšia. V bukovom pralesi NPR Vtáčnik, ktorý sa nachádza v nadmorskej výške 1 100 m n. m. sa zásoba pohybuje od 600 do 720 m³.ha⁻¹ (PITNER, SANIGA 2006), čo je výrazne viac ako v NPR Skalná Alpa, napriek porovnateľnej nadmorskej výške. Diferencie sú spôsobené najmä výrazne chladnejšou klímou a chudobnejšími pôdami.

Ako je známe zmes slnných a tieň znášajúcich drevín je nielen produktívnejšia ale hlavne ekologicky stabilnejšia (ASSMANN 1970). Nadprodukcia sa potvrdila hlavne pri zmesi jednej listnatej a jednej ihličnatej dreviny, pričom pri zmesi viacerých drevín nebola potvrdená (PRETZSCH 2003; LÉGARÉ et al. 2004). Tieto poznatky potvrdzujú aj údaje SANIGU (1993), ktorý v NPR Skalná Alpa uvádza zásobu v závislosti od vývojového štádia 300 až 700 m³.ha⁻¹. Diferencie sú spôsobené tým, že v časti NPR analyzovanej autorom, participuje na drevinovom zložení smrek 23 až 35 % na celkovom počte jedincov, ale na zásobe až 56 %. Dôvodom je to, že smrek sa nachádza v ekologickom optime a má nadúrovňové postavenie. Tieto hodnoty sú porovnateľné aj so smrekovým pralesom Zadná Poľana (SANIGA 2005), kde sa zásoba pohybuje od 368 do 688 m³.ha⁻¹, hoci v prípade orografického celku Poľana sa jedná o rovnorodý smrekový prales.

Množstvom mŕtveho dreva a zmenami jeho objemu v priebehu vývojového cyklu v bukových pralesoch NPR Rožok, Havešová a Kyjov nachádzajúcich sa v ekologickom a rastovom optime buka sa zaoberal SANIGA, SCHÜTZ (2001). V porovnaní s výsledkami autorov, ktorí uvádzajú podiel nekromasy vypočítaný v rámci celého vývojového cyklu bukového pralesa z celkového objemu biomasy a nekromasy v rozpätí od 15,57 % do 29,41 %, sú naše výsledky porovnateľné. Zaujímavý je veľký podiel nekromasy smreka v porovnaní k objemu biomasy tejto dreviny. Disproporcie sú spôsobené tým, že smrek sa tu nachádza v ekologickom optime a dosahuje vyšší fyzický vek a väčšie dimenzie ako buk. Nekromasu smreka tvorí len niekoľko jedincov smreka veľkých dimenzií.

ZÁVER

Prales v NPR Skalná Alpa je zaujímavý svojou drevinovou skladbou buk, javor horský a smrek, kde buk sa nachádza na hornej hranici svojho prirodzeného rozšírenia. Napriek tejto skutočnosti sa pri hrúbkovej štruktúre pralesa potvrdilo jej

bimodálne rozdelenie. Rovnako podiel nekromasy na celkovej produkcii biomasy a nekromasy korešponduje z poznatkami získanými z bukových pralesov rastúcich v ekologickom a rastovom optime buka. Nízka zásoba pralesa ($348,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) súvisí z nepriaznivými rastovými a ekologickými podmienkami buka. Z produkčného hľadiska je drevinová zmes nachádzajúca sa v bukovej časti NPR Skalná Alpa, ako jedna z možných alternatív za rozpadajúce sa rovnorodé smrečiny vo vyšších nadmorských výškach pre jej praktické uplatnenie neperspektívna.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- ASSMANN E. 1970. The Principles of Forest Yield Study. Pergamon Press Ltd, Toronto.
- BALANDA M. 2008. Charakteristika metodického postupu pri hodnotení štruktúry, textúry, diverzity a regeneračných procesov prírodného lesa v NPR Hrončeský Grúň. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, XLX, Suppl. 1: s. 85-95.
- BALANDA M. 2009. Zhodnotenie produkčných pomerov prírodného zmiešaného lesa v NPR Hrončeský Grúň. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, LI, Suppl. 1: s. 85-93.
- FRANKLIN J. F., BERG D. E., THORNBURGH D. A., TEPPEINER J. C. 1997 Alternative silvicultural approaches to timber harvest: variable retention harvest systems. In: Kohm, K.A., Franklin, J.F. (Eds.), Creating a Forestry for the 21st century. Island Press, Covelo: s. 111-139.
- HANSEN A.J., SPIES T. A., SWANSON F. J., OHMAN J. L. 1991. Conserving biodiversity in managed forests. BioSci. 41: s. 382-392.
- Christensen M. et al. 2008. Dead wood in european beech forest reserves, Forest Ecology and Management 210: s. 267-282.
- KOLEKTÍV. 2002. Národná správa o trvalo udržateľnom rozvoji v Slovenskej republike, MŽP SR Bratislava a SAŽP Banská Bystrica: 104 s.
- KORF V. 1939. Príspevek k matematické definici vzrústového zákona hmot lesných porostů. Lesnická práce, 18: s. 339-379.
- KORPEL S. 1989. Pralesy Slovenska. Bratislava, Veda: 329 s.
- Légaré S., Paré D., Bergeron Y. 2004. The responses of black spruce growth to an increased proportion of aspen in mixed stands. Canadian Journal of Forest Research 34: s. 405-416.
- MCCOMB W. C., SPIES T. A., EMMINGHAM W. H. 1993. Douglas- Fir forests. Managing for timber and mature-forest habitat, J. Forestry: s. 31-42.
- MINDÁŠ J., ŠKVARENINA J. 2003. Lesy Slovenska a globálne klimatické zmeny, EFRA Zvolen, LVÚ Zvolen: 129 s.
- PETRÁŠ R., PAJTIK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. Lesnícky časopis, 37, 1: s. 49-56.
- PITTNER J., SANIGA M. 2006. Štruktúra, nekromasa a regeneračné procesy bukového pralesa v NPR Vtáčnik. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, XLVIII: s. 95-109.
- PRETZSCH H. 2003. The elasticity of growth in pure and mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) and common beech (*Fagus sylvatica* L.). Journal of Forest Science 49: s. 491-501.
- SANIGA M., SANIGA MIR. 2004. Influence of stand structure on the occurrence of bird communities in the National Reserve Skalná Alpa in the Veľká fátra Mts. Journal of Forest Science 50: s. 219-234.

- SANIGA, M., 1995: Štruktúra, vývoj a rastové procesy prírodného lesa Slaná Alpa. Ochrana prírody 13, Banská Bystrica, s. 251-262.
- SANIGA M. 2005. Štruktúra a regeneračné procesy smrekového pralesa NPR Zadná Poľana. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, XLVII: s 169-180.
- SANIGA M., KLIMAŠ V. 2004. Štruktúra produkčné pomery a regenerácia pralesa Stужи-
ca v 4. lvs. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, XLVI: s. 93-104.
- SANIGA M., SCHUTZ J. P. 2001: Dynamics of changes in dead wood share in selected
beech virgin forests in Slovakia within their development cycle. Journal of Forest
Science, 47, 12: s. 557-565.
- SANIGA M., SKLENÁR P. 2003. Štruktúra produkčné procesy a regeneračné procesy bu-
kového pralesa v NPR Oblík. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, XLV: s. 187-198.
- ŠMELKO Š. 2000. Dendrometria, Vysokoškolská učebnica, TU Zvolen: 118 s.
- TATARINOV F. A., CIENCIALA E. 2009. Long-term simulation of the effect of climate
changes on the growth of main Central-European forest tree species, Ecol. Model.
220: s. 3081-3088.
- VESTENICKÝ K., VOLOŠČUK I. 1986. Veľká Fatra chránená krajinná oblasť. Bratislava:
378 s.
- VYSKOT M. (ed.). 1981. Československé pralesy, Praha, Academia: 362 s.
- ZHANG L., GOVE J. H., LIU C., LEAK W. B. 2001. A finite mixture of two Weibull dis-
tributions for modeling the diameter distributions of rotated-sigmoid, uneven-aged
stands. Can. J. For. Res. 31: s. 1654-1659.
- ZRAK J., SANIGA M. 2010. Produkčné a rastové charakteristiky drevín v rastovom pries-
tore pralesa NPR Sklaná Alpa. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen 52, 1: s. 55-64.

POĎAKOVANIE:

Výskum bol vykonaný s finančnou podporou projektu VEGA 1/0128/09.

Adresa autorov:

*Ing. Jozef Zrak,
Katedra pestovania lesa, Lesnícka fakulta,
Technická univerzita vo Zvolene,
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen
Slovenská republika
e-mail.: jozefzrak@gmail.com*

**KOMPARACE PRODUKČNÍHO POTENCIÁLU DOUGLASKY TISOLISTÉ NA ŽIVNÝCH
A KYSELÝCH STANOVIŠTÍCH PAHORKATIN**

**COMPARISON OF THE PRODUCTION POTENTIAL OF DOUGLAS FIR ON
MESOTROPHIC AND ACIDIC SITES OF UPLANDS**

PETR KANTOR, PETR VANĚK

ABSTRACT

Production potential of Douglas fir was evaluated and compared on mesotrophic sites of the Křtiny Training Forest Enterprise and on acidic sites of the Hůrky Training Forest District, Secondary Forestry Schools Písek. On the mesotrophic sites, there were found following average parameters in the largest Douglas fir trees at an age of 71 years: height 37.7 m, diameter at breast height (dbh) 65.4 cm, volume 5.75 m³. On the acidic sites, the same parameters were lower at an age of 73 years: height 36.2 m, diameter at breast height 57.0 cm, volume 4.35 m³. On average, expected production of this introduced species is by 20 to 40% higher at mesotrophic sites compared to acid sites.

Keywords: Douglas fir, production potential, mesotrophic sites, acidic sites

Klíčová slova: douglaska tisolistá, produkční potenciál, živná stanoviště, kyselá stanoviště

Úvod

V letech 2006 až 2009 řešil kolektiv autorů z LDF v Brně výzkumný projekt NAZV „Douglaska tisolistá – nejvýznamnější introdukovaná dřevina v polyfunkčním a trvale udržitelném lesním hospodářství“. Na něj přímo navazuje další projekt NAZV „Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR“ s dobou řešení v letech 2011 až 2014. V rozhodující míře jsou oba projekty řešeny na dvou majetcích – jednak na Školním lesním podniku Masarykův les Křtiny, jednak na Školním polesí Hůrky Středních lesnických škol Písek.

Na obou majetcích je douglaska pěstována ve všech věkových stupních a to ve srovnatelném rozsahu. Její redukovaná plocha na ŠLP Křtiny činí 131 ha, a to vesměs na živných stanovištích (HS 25, HS 45). Na Školním polesí Hůrky je evidována na 89 ha, zde ale v rozhodující míře na stanovištích kyselých (HS 23, HS 43).

Informace o postavení douglasky ve Křtinách i v Písku lze získat z řady odborných prací (BUŠINA 2006, 2007b; ČERMÁK et al. 2010; KANTOR 2006, 2010; KANTOR, KOTLÁN 2006; KANTOR, MARTINÍK, SEDLÁČEK 2002; KOVÁŘ 2010; MARTINÍK, KANTOR 2009; WOLF 1998a, 1998b) i vědeckých studií (BUŠINA 2007a; KANTOR 2008; KANTOR, KNOTT, MARTINÍK 2001; KANTOR, MAREŠ 2009; MARTINÍK 2003; MARTINÍK, KANTOR 2007; MENŠÍK et al. 2009).

Řada těchto studií hodnotí produkční možnosti douglasky na jednom, resp. na druhém majetku. Vesměs byl potvrzen mimořádně vysoký produkční potenciál této introdukované dřeviny jak na živných, tak na kyselých stanovištích. V předkládaném referátu je ale poprvé stručně sestaveno a analyzováno srovnání základních dendrometrických parametrů v těchto diametrálně odlišných stanovištních podmínkách.

METODIKA A VÝSLEDKY ŠETŘENÍ

Studium produkčních možností douglasky se uskutečnilo ve 47 smíšených porostech na ŠLP Křtiny (věk 62 až 136 let) a ve 44 porostech na Školním polesí Hůrky (věk 62 až 121 let). V každé porostní skupině bylo v terénu vyznačeno a evidováno 10 douglasek s největším výčetním průměrem. Souběžně byla změřena u každého stromu jeho výška. Konečně byl z platných hmotových tabulek dopočten objem stromu. Stejnou metodou, tj. vyznačením v terénu, evidencí a proměřením nejsilnějších stromů byl určen i produkční potenciál dalších dřevin posuzovaných porostů – smrku, resp. modřínu.

V tabulce 1 a 2 jsou sestavena data o průměrných základních dendrometrických parametrech 10 nejobjemnějších stromů v hodnocených porostech 7. věkového stupně na obou majetcích. Ve Křtinách odpovídalo metodickým požadavkům na výzkumná šetření v HS 45 v daném věku 8 porostů, v Písku v HS 43 celkem 9 porostů.

Tab. 1: Průměrné dendrometrické parametry 10 nejhmotnatějších stromů v porostech 7. věkového stupně (HS 45) na ŠLP Křtiny

Mean mensurational parameters of 10 largest trees in stands of the 7th age class (HS 45 – /Management Set of Stands No. 45/) in the Křtiny Training Forest Enterprise

Porost	Věk	Douglaska			Smrk		
		Výška (m)	d _{1,3} (cm)	Objem (m ³)	Výška (m)	d _{1,3} (cm)	Objem (m ³)
15D7	74	35,8	65,7	5,48			
41B7	71	35,8	60,0	4,71	34,4	53,9	3,26
156C7	74	38,6	66,0	5,94	30,9	41,5	1,89
175C7	73	36,6	63,4	5,35	33,9	53,5	3,17
198B7	70	34,6	64,5	5,14	32,3	50,7	2,79
202E7	70	42,3	64,9	6,29			
206B7	67	40,5	71,4	7,13	37,2	53,4	3,48
328B7	70	37,1	67,5	5,96			
	71	37,7	65,4	5,75	33,7	50,6	2,92

Věk hodnocených porostů ve Křtinách kolísal v rozpětí 67 až 74 let (průměr 71 let), na Školním polesí Hůrky mezi 70 až 78 lety (průměr 73 let). Podle očekávání byly všechny posuzované dendrometrické parametry douglasky na živných stanovištích ve Křtinách vyšší než na kyselých stanovištích v Písku. Střední výška nejobjemnějších douglasek ve Křtinách (37,7 m) byla o 1,5 m vyšší než na Hůrkách (36,2 m). Výčetní průměr těchto douglasek se pohyboval ve Křtinách v rozpětí 60,0 cm až 71,4 cm (v průměru 65,4 cm), v Písku v rozpětí 50,6 cm až 61,8 cm (v průměru 57,0 cm). Podobně i objem nejhmotnatějších stromů byl v průměru o 1,4 m³

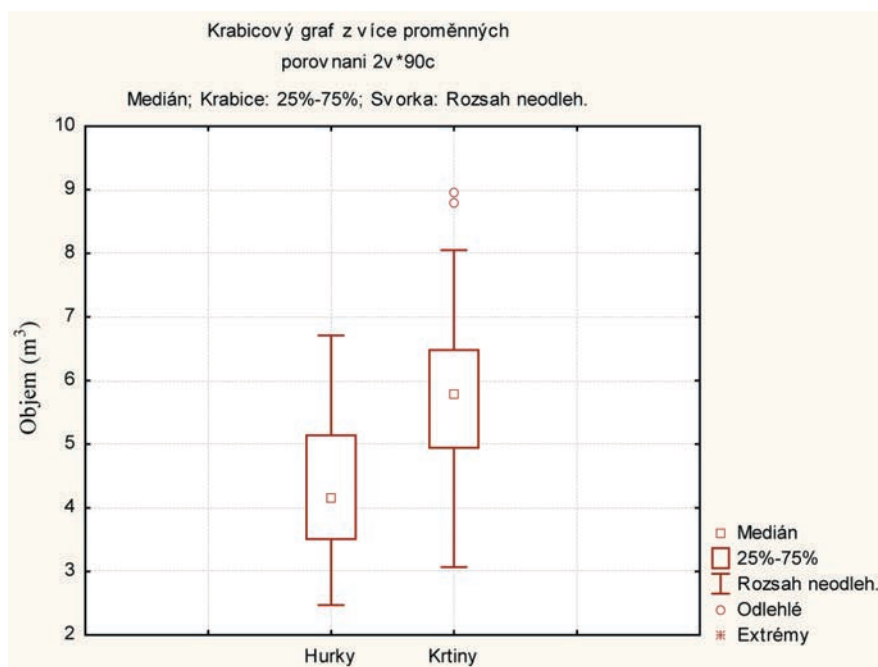
Tab. 2: Průměrné dendrometrické parametry 10 nejobjemnějších stromů v porostů 7. věkového stupně (HS 43) na ŠP Hůrky

Mean mensurational parameters of 10 largest trees in stands of the 7th age class (HS 43 – /Management Set of Stands No. 43) in the Hůrky Training Forest District

Porost	Věk	Douglaska			Smrk		
		Výška (m)	d _{1,3} (cm)	Objem (m ³)	Výška (m)	d _{1,3} (cm)	Objem (m ³)
1C7	71	35,3	50,6	3,40	28,6	47,0	2,26
8A7	76	38,3	61,5	5,23	31,1	43,8	2,09
9D7	78	34,5	57,5	4,16	28,6	32,6	1,16
12D7a	73	35,2	55,2	3,99	27,6	46,2	2,05
12D7b	73	35,8	60,2	4,69	29,5	42,6	1,89
15B7	76	32,1	55,4	3,65	27,0	48,1	2,15
11B7	70	34,3	51,6	3,39	28,4	38,3	1,52
18C7	70	41,0	61,8	5,62	35,1	42,4	2,24
22B7	73	39,2	59,3	5,06	32,2	44,8	2,26
	73	36,2	57,0	4,35	29,8	42,9	1,96

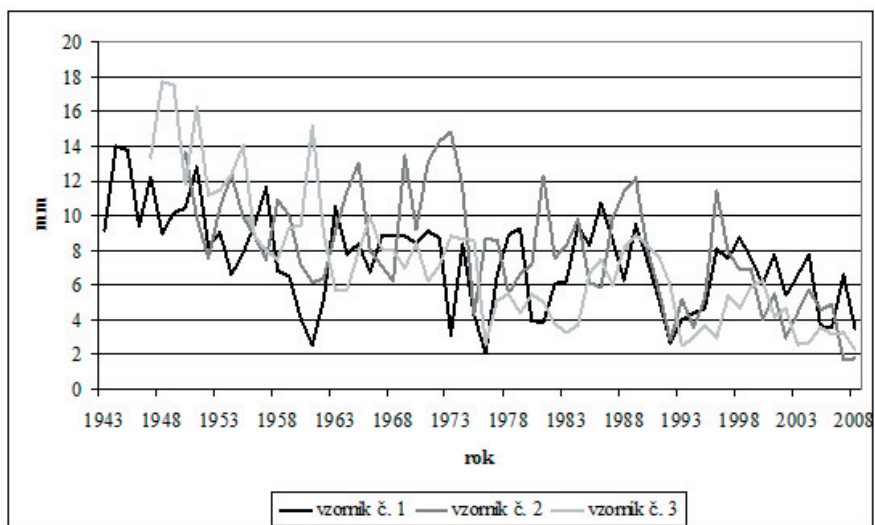
větší ve Křtinách (5,75 m³) než na Hůrkách v Písku (4,35 m³). Podobný trend, i když ve výrazně nižších absolutních hodnotách byl zaznamenán v hodnocených porostech i u srovnávané dřeviny smrku. Jeho výška byla na živných stanovištích (v průměru 33,7m) takřka o 4 m větší než na kyselých stanovištích (29,8m). Střední výčetní průměr těchto smrků dosáhl ve Křtinách hodnoty 50,6cm, kdežto v Písku pouze 42,9 cm. Smrky ve Křtinách (2,92 m³) potom byly takřka o 1 m³ hmotnatější než na Hůrkách v Písku (1,96 m³). Při vzájemném hodnocení obou dřevin lze konstatovat, že v daných porostech byl produkční potenciál (vyjádřený objemem nejhmotnatějších stromů) ve Křtinách i v Písku řádově 2x vyšší u introdukované douglasky než u domácího smrku. Při srovnání jednotlivých parametrů nejhmotnatějších douglasek Mann-Whitneyovým U testem bylo potvrzeno, že rozdíly ve výšce, výčetním průměru i objemu na obou majetcích jsou jednoznačně statisticky průkazné (obr. 1). Obdobné poznatky byly získány při letokruhových analýzách vzorníků douglasky na obou majetcích – viz obr. 2 a obr. 3. Na živném stanovišti ŠLP Křtiny se u hodnocených vzorníků pohyboval přírůst od věku cca 20 let na úrovni 8mm až 16 mm.rok⁻¹ (obr. 2). V dalších letech byly zaznamenány výrazné rozdíly v průběhu tloušťkových přírůstů. Např. u vzorníku č. 2 činil v roce 1975 ve věku 43 let přírůst takřka 15 mm, o dva roky později již pouze 4,2 mm. Tato „skočky“ směrem nahoru i dolů jsou vysvětlitelné zřejmě rozdílným charakterem průběhu počasí (rozdílné teploty, odlišné srážky), resp. výchovnými zásahy.

I přes očekávanou a logickou, celkově mírně se snižující tendenci tloušťkových přírůstů jsou v současnosti, ve věku 70 až 80 let jeho hodnoty na úrovni

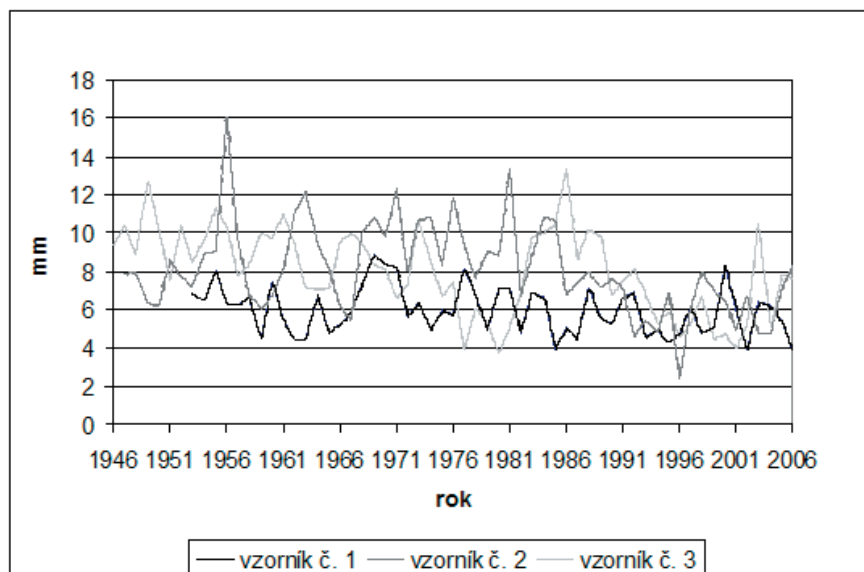


Mann-Whitneyův U test	
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$	
Proměnná	Objem Hůrky x Křtiny
Sčet poř. Hůrky	6813,5
Sčet poř. Křtiny	7721,5
U	2718,5
Z	-2,75200131
Úroveň p	0,005923561
Z	-2,759686372
Úroveň p	0,005786016
N platn. Hůrky	90
N platn. Křtiny	80

Obr. 1: Statistická průkaznost objemu nejhmotnatějších douglasek v hodnocených porostech na ŠLP Křtiny a ŠP Hůrky
Statistical significance of the volume of the largest Douglas fir trees in evaluated stands of the Křtiny TFE and the Hůrky TFD



Obr. 2: Letokruhová analýza 3 vzorníků douglasky na živném stanovišti ŠLP Křtiny (HS 45) v porostu 135C8 (věk 76 let)
Annual ring analysis of 3 sample trees of Douglas fir on a mesotrophic site of the Křtiny TFE (HS 45) in stand 135C8 (age 76 years)



Obr. 3: Letokruhová analýza 3 vzorníků douglasky na kyselém stanovišti ŠP Hůrky (HS 43) v porostu 17B8 (věk 83 let)
Annual ring analysis of 3 sample trees of Douglas fir on an acid site of the Hůrky TFD (HS 43) in stand 17B8 (age 83 years)

Tab. 3: Retrospektivní analýza vývoje vzorníku douglasky na živném stanovišti ŠLP Křtiny v porostu 135C8

Retrospective analysis of the Douglas fir sample tree development on a mesotrophic site of the Křtiny TFE in stand 135C8

Vzorník č. 1						
rok	věk	výška (m)	d _{1,3} (cm)	objem (m ³)	tl. přírůst (mm)	obj. přírůst (m ³)
2008	76	34	66.6	5.37		
					25.12	0.67
2003	71	33	64.1	4.70		
					33.26	0.69
1998	66	32	60.8	4.01		
					33.40	0.52
1993	61	31	57.5	3.49		
					28.72	0.54
1988	56	30	54.6	2.95		
					43.28	0.55
1983	51	28	50.3	2.40		
					29.30	0.36
1978	46	26	47.4	2.04		
					30.26	0.35
1973	41	24	44.4	1.69		
					38.18	0.32
1968	36	22	40.6	1.37		
					40.52	0.39
1963	31	19	36.5	0.98		
					28.74	0.39
1958	26	16	30.7	0.59	-	-

Vzorník č. 2						
rok	věk	výška (m)	d _{1,3} (cm)	objem (m ³)	tl. přírůst (mm)	obj. přírůst (m ³)
2008	76	37	59.2	4.64		
					18.64	0.55
2003	71	35	57.3	4.09		
					23.76	0.47
1998	66	33	54.9	3.62		
					35.02	0.79
1993	61	31	51.4	2.83		
					33.94	0.48
1988	56	29	48.0	2.35		
					43.02	0.43
1983	51	27	43.7	1.92		
					41.92	0.41
1978	46	25	39.5	1.51		
					38.70	0.37
1973	41	23	35.6	1.14		
					64.84	0.48
1968	36	20	29.1	0.66		
					45.76	0.24
1963	31	17	24.5	0.42		
					38.82	0.18
1958	26	14	20.6	0.24	-	-

Vzorník č. 3						
rok	věk	výška (m)	d _{1,3} (cm)	objem (m ³)	tl. přírůst (mm)	obj. přírůst (m ³)
2008	76	32	55.7	3.67		
					15.00	0.38
2003	71	31	54.2	3.29		
					23.60	0.48
1998	66	30	51.8	2.81		
					19.64	0.29
1993	61	29	49.8	2.52		
					33.38	0.32
1988	56	28	46.5	2.20		
					31.98	0.42
1983	51	26	43.3	1.78		
					21.96	0.27
1978	46	24	41.1	1.51		
					30.44	0.31
1973	41	22	38.1	1.20		
					37.50	0.31
1968	36	20	34.3	0.89		
					39.62	0.31
1963	31	17	30.3	0.58		
					48.50	0.24
1958	26	14	25.4	0.34	-	-

Tab. 4: Retrospektivní analýza vývoje vzorníku douglasky na kyselém stanovišti ŠP
Hůrky v porostu 17B8
*Retrospective analysis of the Douglas fir sample tree development on an acid site
of the Hůrky TFD in stand 17B8*

Vzorník č. 1						
rok	věk	výška (m)	d _{1,3} (cm)	objem (m ³)	tl. přírůst (mm)	obj. přírůst (m ³)
2006	81	31	44.5	2.32		
					25.92	0.34
2001	76	30	41.9	1.98		
					30.14	0.29
1996	71	29	38.9	1.69		
					25.42	0.26
1991	66	28	36.4	1.43		
					29.06	0.20
1986	61	27	33.5	1.23		
					27.28	0.22
1981	56	26	30.8	1.01		
					34.08	0.29
1976	51	24	27.4	0.72		
					28.70	0.16
1971	46	22	24.5	0.56		
					38.54	0.19
1966	41	20	20.6	0.37		
					25.60	0.12
1961	36	18	18.0	0.25		
					30.38	0.10
1956	31	16	15.0	0.15	-	-

Vzorník č. 2						
rok	věk	výška m	d _{1,3} (cm)	objem (m ³)	tl. přírůst (mm)	obj. přírůst (m ³)
2006	81	30	50.0	2.78		
					31.70	0.43
2001	76	29	46.8	2.35		
					32.40	0.36
1996	71	28	43.6	1.99		
					24.06	0.28
1991	66	27	41.2	1.71		
					37.28	0.27
1986	61	26	37.5	1.44		
					43.86	0.36
1981	56	25	33.1	1.08		
					48.42	0.35
1976	51	23	28.3	0.73		
					49.64	0.26
1971	46	21	23.3	0.47		
					48.44	0.18
1966	41	19	18.5	0.29		
					47.08	0.15
1961	36	17	13.8	0.14		
					37.50	0.08
1956	31	15	10.0	0.06	-	-

Vzorník č. 3						
rok	věk	výška (m)	d _{1,3} (cm)	objem (m ³)	tl. přírůst (mm)	obj. přírůst (m ³)
2006	81	3	55	3,32		
					36.30	0.58
2001	76	29	51.4	2.74		
					25.10	0.32
1996	71	28	48.9	2.42		
					30.80	0.37
1991	66	27	45.8	2.05		
					42.88	0.35
1986	61	26	41.5	1.70		
					50.64	0.44
1981	56	25	36.4	1.26		
					24.06	0.23
1976	51	23	34.0	1.03		
					40.48	0.29
1971	46	21	30.0	0.74		
					42.52	0.23
1966	41	19	25.7	0.51		
					40.38	0.18
1961	36	17	21.7	0.33		
					46.78	0.15
1956	31	15	17.0	0.18	-	-

$\pm 4 \text{ mm.rok}^{-1}$. V objemových jednotkách to znamená, že v současné době douglaska v daném porostu na živném stanovišti v HS 45 přirůstá řádově o 0,08 až 0,13 $\text{m}^3.\text{rok}^{-1}$, tedy o 0,9 až 1,4 m^3 za decennium, což dokumentují údaje v tabulce 3. Z letokruhové analýzy 3 vzorníků douglasky na kyselém stanovišti ŠP Hůrky vyplynulo, že v prvé polovině hodnoceného období, ve věku 20 až 50 let se zde přírůst zpravidla pohyboval v rozpětí 5 mm.rok^{-1} až 12 mm.rok^{-1} . Poté podle předpokladu mírně klesá, nicméně se stále i v průběhu posledních 15 let udržuje u všech tří vzorníků na úrovni $\pm 6 \text{ mm.rok}^{-1}$. Bylo tedy potvrzeno, že ve věku 50 až 80 let zvyšují nejhmotnatější douglasky na kyselých stanovištích 3. vegetačního stupně svůj objem každých 10 let o 0,5 až 0,9 m^3 (tab. 4).

ZÁVĚR

Při srovnání produkčního potenciálu douglasky na živných stanovištích ŠLP Křtiny a kyselých stanovištích ŠP Hůrky SLŠ Písek nelze samozřejmě zaručit, že stanovištní podmínky jsou jediným rozdílným kritériem při tomto hodnocení. Navíc oba majetky od sebe dělí vzdálenost cca 200 km.

Nicméně vzhledem k tomu, že výzkumná šetření byla soustředěna do 47 porostů ve Křtinách a 44 porostů v Písku ve věku 61 až 120 let lze považovat celý hodnocený soubor za dostatečně reprezentativní. Jednoznačně byl potvrzen zcela mimořádný produkční potenciál douglasky tisolisté na kyselých a živných stanovištích chlumních oblastí. V hodnocených dospívajících porostech ve věku 67 až 74 let se pohyboval objem nejhmotnatějších douglasek na živných stanovištích ve Křtinách v rozpětí 4,71 m^3 až 7,13 m^3 (v průměru 5,75 m^3). Na kyselých stanovištích v Písku byl ve srovnatelném věku (70–78 let) zaznamenán objem nejsilnějších douglasek nižší, a to v rozpětí od 3,40 m^3 po 5,62 m^3 (v průměru 4,35 m^3). V širokém průměru pak lze očekávat produkci této introdukované dřeviny v hospodářských souborech 25 a 45 o 20 % až 40 % vyšší než v hospodářských souborech 23 a 43.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl vypracován s finanční podporou Výzkumného záměru MSM č. 6215648902 „Les a dřevo - podpora funkčně integrovaného lesního hospodářství a využívání dřeva jako obnovitelné suroviny“, projektu NAZV QG 60063 „Douglaska tisolistá - nejvýznamnější introdukovaná dřevina v polyfunkčním a trvale udržitelném lesním hospodářství“ a projektu NAZV QI112A172 „Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR“.

LITERATURA

- Bušina F. 2006. Produkční potenciál douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v porostech Školního polesí Hůrky VOŠL a SLŠ v Písku. In: Douglaska a jedle obrovská - opomíjené giganti. Kostelec nad Černými lesy, 12.-13.10.2006, KPL FLE ČZU v Praze: s. 77-83.
- Bušina F. 2007a. 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, č.1: s. 20-34.
- BUŠINA F. 2007b. Přirozená obnova douglasky tisolisté. Lesnická práce, č. 12: s. 4-25.
- ČERMÁK J. et al. 2010. Dynamika růstu a spotřeby vody u douglasky a smrku na kyselých a živných lokalitách. In: 125 let lesnických škol píseckých a douglasky na Školním polesí Hůrky. Písek 24. 6. 2010. Praha, ČLS: s. 44-51.
- KANTOR P. 2006. Douglaska tisolistá - nejvýznamnější introdukovaná dřevina v polyfunkčním a trvale udržitelném lesním hospodářství. In: Douglaska a jedle obrovská - opomíjení giganti. Kostelec nad Černými lesy, 12.-13. 10. 2006, KPL FLE ČZU v Praze: s. 95-100.
- KANTOR P. 2008. Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. Journal of Forest Science, 54, 7: s. 321-332.
- KANTOR P. 2010. Douglaska tisolistá na Školním polesí Hůrky Středních lesnických škol Písek a její produkční potenciál. In: 125 let lesnických škol píseckých a douglasky na Školním polesí Hůrky. Písek 24. 6. 2010. Praha, ČLS: s. 16-23.
- KANTOR P., KNOTT R., MARTINÍK A. 2001. Production capacity of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) in a mixed stand. Ekológia (Bratislava), Supplement 1: s. 5-14.
- KANTOR P., KOTLAN M. 2006. Produkční potenciál douglasky tisolisté na Školním polesí Hůrky Střední lesnické školy Písek. In: Sborník referátů „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností“. Opočno 5.-6. 9. 2006. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: s. 67-76.
- KANTOR P., MAREŠ R. 2009. Production potential of Douglas fir on acid sites of Training Forest District Hůrky, Secondary Forestry School Písek. Journal of Forest Science, 55, č. 7: 312-322.
- KANTOR P., MARTINÍK A., SEDLÁČEK T. 2002. Douglaska tisolistá na Školním lesním podniku Křtiny. Lesnická práce, 81, č. 5: s. 210-212.
- KOVÁŘ K. 2010. Praktické zkušenosti s pěstováním douglasky tisolisté v oblasti Písecka. In: 125 let lesnických škol píseckých a douglasky na Školním polesí Hůrky. Písek 24.6.2010. Praha, ČLS: s. 26-29.
- MARTINÍK A. 2003. Possibilities of growing Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) in the conception of sustainable forest management. Ekológia (Bratislava), Vol. 22, Supplement 3/2003: s. 136-146.
- MARTINÍK A., KANTOR P. 2007. Branches and the assimilatory apparatus of full-grown trees of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) of a different coenotic position. Ekológia (Bratislava), Vol. 26, No. 3: s. 223-239.
- MARTINÍK A., KANTOR P. 2009. Analýza nadzemní biomasy douglasky tisolisté. Lesnická práce, 87, č. 1: s. 24-25
- MENŠÍK L., KULHAVÝ J., KANTOR P., REMEŠ M. 2009. Humus conditions of stands with the different proportion of Douglas fir in training forest district Hůrky and the Křtiny Forest Training Enterprise. Journal of Forest Science, 55, č. 8: s. 345-356.
- WOLF J. 1998a. Výchova douglaskových porostů. Lesnická práce, č. 4: s. 134-136.
- WOLF J. 1998b. Jak roste nejstarší porost douglasky u Písku. Lesnická práce, č. 5: s. 182-183.

Adresa autorů:

*Prof. Ing. Petr Kantor, CSc.,
Ing. Petr Vaněk,
Ústav zakládání a pěstění lesů,
Lesnická a dřevařská fakulta,
Mendelova univerzita v Brně,
Zemědělská 3, 613 00 Brno
e-mail: kantor@mendelu.cz
xvanek02@mendelu.cz*

**PRODUKČNÍ VÝZNAM BOROVICE VEJMUTOVKY
V MĚSTSKÝCH LESÍCH HRADEC KRÁLOVÉ**

*PRODUCE IMPORTANCE OF EASTERN WHITE PINE IN MUNICIPAL FORESTS OF
HRADEC KRÁLOVÉ TOWN*

PETR VANĚK

ABSTRACT

*This article deals with evaluation of produce and economical importance of wide-spread introduced tree species – Eastern white pine (*Pinus strobus*) in conditions of municipal forests of Hradec Králové town. This location was chosen because of relatively important share of this tree species within the forest property. To find a produce ability of eastern white pine a rating of dimensional and volume characteristics in chosen stands was done. These characteristics were compared with our native tree species - Scots pine (*Pinus sylvestris*). The results show that eastern white pine has larger stem diameter (up to 17%) and larger stem volume (up to 35%) in comparison with Scots pine; the height is also greater in white pine trees. This article contributes to knowledge of produce of this introduced tree species.*

Keywords: eastern white pine, introduction, Hradec Králové municipal forests

Klíčová slova: borovice vejmutovka, introdukce, Městské lesy Hradec Králové

Úvod

Na území Městských lesů Hradce Králové se vyskytuje velké množství introdukovaných druhů dřevin, roste jich zde více jak dvacet. Pouze několik druhů z tohoto počtu se však může považovat za hospodářsky významné a produkčně zajímavé, jedním z těchto druhů je právě borovice vejmutovka (FRÝDL, ŠINDELÁŘ 2004). Vejmutovka je na tomto území zásluhou Ing. Josefa Strachoty pěstována od konce 19. století, od této doby se zde ve velké části území stala prakticky běžnou součástí lesních porostů.

ROZBOR PROBLEMATIKY

Městské lesy Hradec Králové

Městské lesy Hradec Králové a.s. (LHC 509422) se rozkládají jihovýchodním směrem od města Hradec Králové a bezprostředně tak na něj svou severozápadní stranou navazují. Vlastníkem lesních pozemků je statutární město Hradec Králové. Pozemky a s nimi související porosty, stavby a rybníky jsou v nájmu společnosti Městské lesy Hradec Králové a.s. Podle nejnovějších podkladů obhospodařují Městské lesy Hradec Králové 3 833 ha pozemků, z toho 3 667 ha jsou lesní porosty.

Přírodní poměry, druhová skladba

Zájmové území se nalézá v přírodní lesní oblasti č. 17 – Polabí (PRŮŠA 2001). Z hlediska lesních vegetačních stupňů se tyto lesy nacházejí zonálně v 1. dubovém (1 %), dále v 2. bukodubovém (98 %) a v 3. dubobukovém (1 %) lesním vegetačním stupni. Nejvíce zastoupenými cílovými hospodářskými soubory jsou ogle-

jená chudá stanoviště nižších a středních poloh (49,5 %), živná stanoviště nižších poloh (18,1 %), přirozená borová stanoviště (16,2 %) a kyselá stanoviště nižších poloh (13,7 %). Z jehličnatých dřevin má největší druhové zastoupení borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 84 %, dále smrk ztepilý (*Picea abies*) 67 %, modřín opadavý (*Larix decidua*) 2 % a borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) 2 %. Z listnatých dřevin má největší zastoupení dub zimní (*Quercus petraea*) 17 %, bříza bělokorá (*Betula pendula*) 3 %, olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) 2 %, dub červený (*Quercus rubra*), lípa srdčitá (*Tilia coradata*) 1 %, buk lesní (*Fagus sylvatica*) 1 % a dub letní (*Quercus robur*) 1 % (LHP 2004).

Geologická stavba je velmi jednoduchá, nicméně vysoce specifická. Na podkladu turonských slínů se zachovaly rozlehlé terasové plošiny, tvořené kyselými říčními šterkopísky, místy s tenkým pokryvem vátých písků (CULEK 1996). Území Městských lesů Hradec Králové spadá dle klimatické klasifikace Quitta (QUITT 1971) do klimatické oblasti T2, tzn. klimatické oblasti teplé. Podle dlouhodobé normály klimatických hodnot za období 1961 – 1990 je zřejmé, že průměrná roční teplota je 8,5 °C a průměrný roční úhrn srážek je 616,8 mm. Lesní porosty v této oblasti se rozprostírají v nadmořské výšce přibližně v rozmezí 230–290 m n. m.

Introdukce v Městských lesích Hradec Králové

Největší zásluhu v oblasti introdukce dřevin v oblasti Městských lesů Hradec Králové má dozajista Ing. Jan Strachota, který v roce 1885 převzal správu Městských lesů a jako první se velkou mírou zasloužil o introdukci dřevin do zdejších lesů.

Borovice vejmutovka

Borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) je jedním z nejvíce hodnotných a ceněných druhů dřevin rostoucích ve východní části Severní Ameriky. Jelikož se jedná o rychlerostoucí dřevinu mající ve své domovině širokého využití, považuje se stále za jednu z nejvíce pěstovaných amerických dřevin (BURNS, HONKALA 1990). Vejmutovka zabírá poměrně velký areál ve východní části Severní Ameriky (KLICKA et al. 1953). Do Evropy tento druh dřeviny přivezl roku 1605 G. Weymouth. Ke skutečné a úspěšné introdukci však došlo až v roce 1705 (Anglie, panství vikomta Weymoutha) (MUSIL, HAMERNÍK 2007). První záznam o pěstování na našem území je z roku 1785 (zámecká zahrada v Lánech), v lesních kulturách se využívá od 80. let 18. století (Českokamenické panství) (MLÍKOVSKÝ, STÝBLO 2006).

Dnes je v lesích pěstována jako příměs v kulturách, zejména ve středně teplých a omezeně i v teplých oblastech. Je pěstována téměř po celé Evropě. V České republice roste vejmutovka od nížin až do podhorských oblastí s optimem cca do 500 m n. m. na čerstvě vlhkých, hlinitých až písčitých půdách v chladnějších oblastech. Celkově je v ČR místně hojná (MLÍKOVSKÝ, STÝBLO 2006).

Vejmutovka je statný strom dosahující až 50, řidčeji dokonce až 80 m výšky, který může u paty měřit až 150 cm v průměru (PILÁT 1964). Není-li ovlivněna negativními vlivy prostředí či škůdci lehce dosahuje věku kolem 200 let. Vejmutovka kromě dostatečné vlhkosti půdy (za předpokladu propustné spodiny) vyžaduje také značnou vlhkost vzduchu. Stagnující půdní vláhu snáší hůř. Je to světlomilná dřevina, snášející pouze slabý boční zástín (ÚRADNÍČEK 2003). Přirozeně se vejmu-

tovka zmlazuje výborně na písčitých stanovištích, kde také snadno odolává konkurenčnímu tlaku jiných dřevin. Takováto stanoviště jsou (v Americe) považována za velmi efektivní a ekonomicky výhodná pro lesnické pěstování vejmutovky (MUSIL, HAMERNÍK 2007). V našich podmínkách se vejmutovka nejlépe spontánně zmlazuje v borových lesích pískovcových skalních měst. V podrostu lesů zmlazuje i v rovinatých nížinných polohách, všude tam, kde jsou propustné písčité půdy (HADINCOVÁ et al. 2008). V souvislosti s přirozeným zmlazením vejmutovky se objevuje problém invazivního chování této dřeviny a to především v oblasti Národního parku České Švýcarsko (dříve území Labských pískovců a Českosaského Švýcarska) a v jeho přílehlém okolí. Vejmutovka zde zásadním způsobem mění druhovou skladbu i prostorovou strukturu přirozených a přírodě blízkých lesních porostů v Národním parku České Švýcarsko. Jedná se především o skalní bory a bory na plošinách (KLITSCH, HÄRTEL 2004).

V severní Americe poskytuje vejmutovka velkou část palivového dřeva. Dále se používá ve stavebním i nábytkovém truhlářství, na práce tesařské a bednářské, k výrobě prken, latí, beden, zápalak atd. a jako důležitá surovina pro výrobu dřevoviny a celulózy (KLIKA et al. 1953). Na území USA byla vejmutovka 300 let považována za nejlepší jehličnaté dřevo. I dnes, tam kde se ještě tato dřevina ve větší míře vyskytuje, je pilaři preferována právě tato dřevina (MUSIL, HAMERNÍK 2007).

MATERIÁL A METODIKA

Borovice vejmutovka na LHC Městské lesy Hradec Králové roste ve vysokém počtu porostních skupin, zejména v centrální části tohoto území. Její zastoupení nalezneme téměř ve všech věkových stupních. V porostech se objevují nejčastěji jako monokulturní skupiny, méně často zde roste v jednotlivém smíšení a to nejvíce s borovicí lesní. Na poměrně velké ploše se vyskytuje přirozené zmlazení této dřeviny, které tvoří spodní etáž mnoha porostů, zejména borových.

Princip zjištění produkčního významu zájmové dřeviny spočíval v komparaci dendrometrických a objemových charakteristik borovice vejmutovky a domácí borovice lesní obdobného věku, rostoucích na shodném stanovišti.

Pro vyhodnocování produkčního významu borovice vejmutovky byly vybrány tři vhodné porostní skupiny – 86B4b, 86B10b a 77A8. Ve všech těchto porostních skupinách je v dostatečné míře zastoupena jak borovice vejmutovka, tak borovice lesní, přičemž zde byla splněna podmínka obdobného věku jedinců obou dřevin rostoucích na shodném stanovišti.

V porostních skupinách 86B4b (rozloha 0,4 ha, věk 42 let, SLT 2M, zakmenění 10 dle LHP) a 77A8 (rozloha 6,03 ha, věk 77 let, SLT 2P, zakmenění 0,7 dle LHP) byly vytyčeny dvě zkusné plochy (jedna plocha pro borovici vejmutovku a druhá - srovnávací plocha pro borovici lesní), vzhledem k prostorovým poměrům a rozmístění dřevin uvnitř porostů byla zvolena velikost jedné zkusné plochy 500 m² (20 x 25 metrů). V porostní skupině 86B4b roste na ploše vytyčené pro borovici vejmutovku 42 jedinců této dřeviny, na druhé ploše roste 46 jedinců borovice lesní, v porostní skupině 77A8 roste na obou plochách shodně 25 jedinců.

Porostní skupina 86B10b (rozloha 3,31 ha, věk 100 let, SLT 2P, zakmenění 0,6 dle LHP) se nachází v pokročilém stadiu obnovy a je silně rozvolněná, z tohoto důvodu nebyly vytvořeny zkusné plochy, ale byly změřeny všichni jedinci obou dřevin vyskytující se v zájmové části porostní skupiny, bylo zde změřeno 31 jedinců borovice lesní a 40 jedinců borovice vejmutovky.

V porostních skupinách byly změřeny základní dendrometrické charakteristiky obou dřevin (výška, tloušťka), z nichž byl dále vypočítán objem těchto jedinců dle objemových rovnic (PETRÁŠ, PAJTIK 1991 – upraveno M. Kneiflem).

Statistické zpracování dat probíhalo pomocí softwaru Statistica v. 8. V tomto softwaru byla nejprve pro každou zkusnou plochu (výběrový soubor) zjištěna normalita dat pomocí normálního pravděpodobnostního grafu (Shapiro-Wilksův test) a následně byla vypočtena popisná statistika každé měřené charakteristiky výběrových souborů. Následně byly tyto vypočtené charakteristiky odpovídajících si zkusných ploch mezi sebou porovnány. K tomuto účelu byl použit dvouvýběrový t-test (v případě normality dat), či neparametrický Mann-Whitney test (v případě nenormálního rozdělení dat), pomocí kterých byla zjišťována statistická významnost rozdílů dat výběrových souborů. Veškeré testování probíhalo na hladině významnosti $\alpha=0,05$.

VÝSLEDKY

Porostní skupina 86B4b

Z výsledků popisné statistiky (tab. 1, 2 a 3) a následného testování vyplývá, že jedinci borovice vejmutovky dosahují u parametru výška obdobných hodnot jako jedinci borovice lesní (statisticky nevýznamný rozdíl). V případě dvou zbývajících parametrů (tloušťka kmene a průměrný objem kmene) vejmutovka borovici lesní předhání. Průměrná tloušťka kmene je u b. vejmutovky přibližně o 17 % vyšší, průměrný objem kmene pak o 35 % vyšší. Rozdíly hodnot u těchto dvou parametrů test vyhodnotil jako statisticky významné.

Tab. 1: Popisná statistika parametru tloušťka - porost 86B4b
Descriptive statistics of diameter - forest district 86B4b

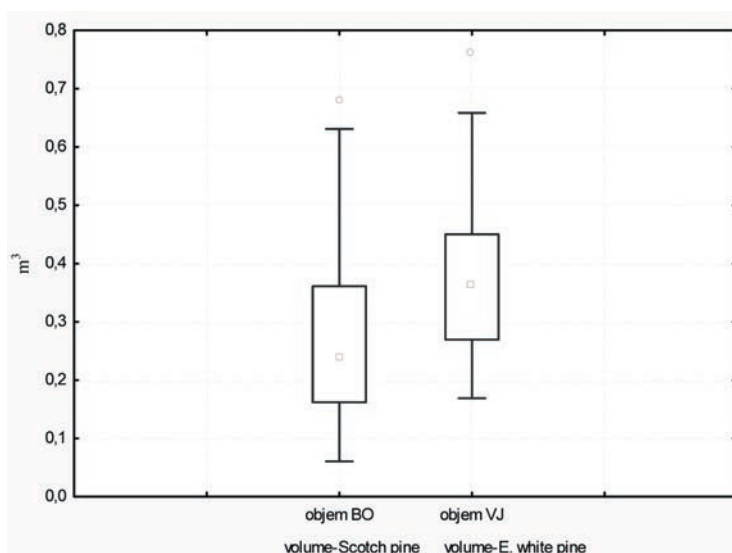
Tloušťka (cm)	Průměr	Int. spol. - 95 %	Int. spol. 95 %	Medián	Minimum	Maximum	Sm.odch.
BO	20,3	18,9	21,7	20,0	12,0	31,0	4,6
VJ	23,8	22,6	25,0	23,0	16,0	35,0	3,9

Tab. 2: Popisná statistika parametru výška- porost 86B4b
Descriptive statistics of high - forest district 86B4b

Výška (m)	Průměr	Int. spol. - 95 %	Int. spol. 95 %	Medián	Minimum	Maximum	Sm.odch.
BO	20,1	19,5	20,7	20,0	15,5	24,0	2,0
VJ	20,2	19,8	20,7	20,5	16,5	23,0	1,5

Tab. 3: Popisná statistika parametru průměrný objem kmene - porost 86B4b
Descriptive statistics of average stem volume - forest district 86B4b

Objem (m ³)	Průměr	Int. spol. -95 %	Int. spol. 95 %	Medián	Minimum	Maximum	Sm.odch.
BO	0,28	0,23	0,32	0,24	0,06	0,68	0,15
VJ	0,38	0,34	0,43	0,36	0,17	0,76	0,14



Obr. 1: Porovnání objemu kmene – 86B4b
Comparison of stem volume – 86B4b

Porostní skupina 77A8

Stejně jako v případě předchozí porostní skupiny, tak i zde je výška obou sledovaných dřevin obdobná (tab. 5). Průměrná tloušťka vejmutovky je o 9 % vyšší než v případě borovice lesní (tab. 4), tento rozdíl mezi naměřenými daty je však statisticky nevýznamný. Objem průměrného kmene borovice vejmutovky je o 28 % vyšší než u borovice lesní (tab. 6), vejmutovka má v tomto parametru daleko větší rozsah dat, nicméně střední hodnota souboru je téměř totožná s b. lesní a test vyhodnotil rozdíl mezi dřevinami těsně za hranicí nevýznamnosti.

Tab. 4: Popisná statistika parametru tloušťka - porost 77A8
Descriptive statistics of diameter - forest district 77A8

Tloušťka (cm)	Průměr	Int. spol. -95 %	Int. spol. 95 %	Medián	Minimum	Maximum	Sm.odch.
BO	32,7	30,9	34,6	33,0	23,0	43,0	4,5
VJ	35,7	32,5	39,0	32,5	26,0	53,0	7,8

Tab. 5: Popisná statistika parametru výška - porost 77A8

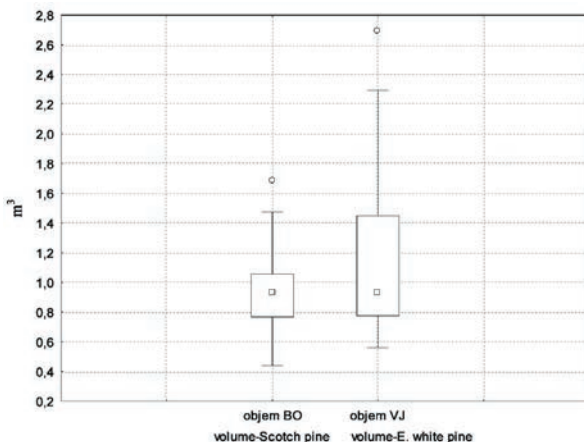
Descriptive statistics of high - forest district 77A8

Výška (m)	Průměr	Int. spol. -95 %	Int. spol. 95 %	Medián	Minimum	Maximum	Sm.odch.
BO	27,0	26,5	27,5	27,0	25,0	29,0	1,2
VJ	27,7	26,8	28,5	27,5	25,0	32,0	2,1

Tab. 6: Popisná statistika parametru průměrný objem kmene - porost 77A8

Descriptive statistics of average stem volume - forest district 77A8

Objem (m ³)	Průměr	Int. spol. -95 %	Int. spol. 95 %	Medián	Minimum	Maximum	Sm.odch.
BO	0,93	0,81	1,04	0,92	0,44	1,69	0,28
VJ	1,19	0,95	1,43	0,93	0,56	2,69	0,58



Obr. 2: Porovnání objemu kmene – 77A8

Comparison of stem volume – 77A8

Porostní skupina 86B10b

Z výsledků statistického šetření (tab. 7, 8, a 9) je zjevné, že průměrná výška b. vejmutovky je pouze nepatrně vyšší než výška b. lesní (cca o 3 %), průměrná tloušťka kmene je u vejmutovky o 12 % vyšší a průměrný objem kmene o 23 % vyšší. Testování prokazuje, že rozdíly v datech naměřených pro tloušťku kmene a objem kmene jsou statisticky významné.

Tab. 7: Popisná statistika parametru tloušťka - porost 86B10b

Descriptive statistics of diameter - forest district 86B10b

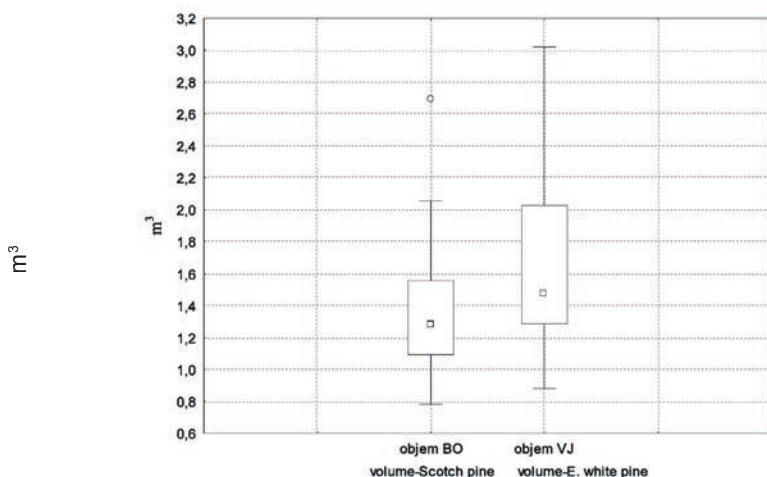
Tloušťka (cm)	Průměr	Int. spol. -95 %	Int. spol. 95 %	Medián	Minimum	Maximum	Sm.odch.
BO	39,9	38,0	41,8	39,0	32,0	55,0	5,2
VJ	44,7	42,5	46,8	43,0	33,0	61,0	6,7

Tab. 8: Popisná statistika parametru výška - porost 86B10b
Descriptive statistics of high - forest district 86B10b

Výška (m)	Průměr	Int. spol. -95 %	Int. spol. 95 %	Medián	Minimum	Maximum	Sm.odch.
BO	26,1	25,5	26,7	26,0	21,5	29,0	1,6
VJ	26,9	26,3	27,5	27,0	22,0	30,6	1,9

Tab. 9: Popisná statistika parametru průměrný objem kmene - porost 86B10b
Descriptive statistics of average stem volume - forest district 86B10b

Objem (m ³)	Průměr	Int. spol. -95 %	Int. spol. 95 %	Medián	Minimum	Maximum	Sm.odch.
BO	1,35	1,21	1,50	1,28	0,78	2,69	0,41
VJ	1,66	1,49	1,84	1,47	0,88	3,02	0,56



Obr. 3: Porovnání objemu kmene – 86B10b
Comparison of stem volume – 86B10b

Prakticky ve všech třech analyzovaných porostních skupinách borovice vejmutovka prosperuje lépe než domácí borovice lesní. Ze vzájemného porovnání dat změřených na zkusných plochách je patrné, že výšky obou dvou dřevin jsou na srovnatelné úrovni, průměrná tloušťka a průměrný objem kmene je u borovice vejmutovky výrazně vyšší než u borovice lesní, tyto rozdíly v naměřených datech jsou statisticky významné (kromě porostu 77A8, kde je rozdíl dat mezi dřevinami těsně za hranicí nevýznamnosti).

ZÁVĚR

V celé zájmové lokalitě hrají introdukované dřeviny velice důležitou roli a nejsou to pouze produkčně zajímavé dřeviny, ale i celá řada introdukovaných druhů, které zde plní „pouze“ estetickou funkci a zvyšují tak biodiverzitu lesa a na-

pomáhají zvyšování rekreační funkce lesa. Borovice vejmutovka je jednou ze zastoupenějších produkčně zajímavých dřevin, roste zde na cca 2 % celého území. Vejmutovka zde dosahuje velice pěkných výsledků, vykazuje velice dobrý růst, vyhodnocení dat prokázalo, že borovice vejmutovka dosahuje oproti borovici lesní na stejném stanovišti větší průměrné tloušťky kmene (až o 17 %) a vyššího průměrného objemu kmene (až o 35 %), výška obou dřevin je na srovnatelné úrovni. Tato měření tedy dokazují, že zdejší kyselá, propustná a písčítá stanoviště borovici vejmutovce plně vyhovují a že za stejných, či obdobných podmínek (stanoviště, věk dřeviny) dosahuje borovice vejmutovka vyšší produkce než domácí borovice lesní.

Vejmutovkové dříví je v současné době poměrně dobře prodejné, Městské lesy Hradec Králové mají své stálé odběratele. Využije se dříví vytěžené z dospělých porostů, ale i dříví ze spodních etází, ty se těží současně s etází horní, která je nejčastěji tvořená borovicí lesní. Získané sortimenty se používají v truhlářství, na výrobu včelích úlů, párátek, sirek a zejména na výrobu tužek. Na tento typ výrobku se používá zejména dříví získané ze spodních etází borových porostů tvořené vejmutovkou. Přestože vejmutovkové dříví není všeobecně vyhledávaným artiklem, zde o odbytu nouze není.

Vejmutovka se v poměrně velké části majetku Městských lesů Hradce Králové stala běžnou součástí lesních porostů, pracuje se s ní obvyklými hospodářskými zásahy a není v žádném případě považována za nežádoucí dřevinu, za kterou jí apriori někteří lesníci považují.

PODĚKOVÁNÍ

Tato studie byla uskutečněna a prezentována za finanční podpory IGA 11/2011-Interní grantové agentury LDF Mendelu v Brně.

LITERATURA

- BURNS R. M., HONKALA B. H. 1990. SILVICS OF NORTH AMERICA VOL. 1 CONIFERS, WASHINGTON D. C., AGRICULTURE HANDBOOK 654, USDA FOREST SERVICE.
- CULEK M. 1996. BIOGEOGRAFICKÉ ČLENĚNÍ ČESKÉ REPUBLIKY [1. díl], PRAHA, ENIGMA: 347 s.
- FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J. 2004. ŠLECHTĚNÍ A INTRODUKCE DŘEVIN V EKOLOGICKY ORIENTOVANÉM LH. LESNICKÁ PRÁCE, 2: s. 76-77.
- HADINCOVÁ V., KÖHLEINOVÁ I., MAREŠOVÁ J., ŠAJTAR L. 2008. ŠÍŘENÍ BOROVICE VEJMUTOVKY V LESÍCH ČESKÉ REPUBLIKY, ŽIVA, 3: s. 108-110.
- JŮZA R. A KOL. 2004. LESNÍ HOSPODÁŘSKÝ PLÁN (PLATNOST 1. 1. 2005 – 31. 12. 2014), MĚSTSKÉ LESY HRADCE KRÁLOVÉ.
- KLIKA J., ŠIMAN K., NOVÁK F. A., KAVKA B. 1953. JEHLIČNATÉ, PRAHA, NAKLADATELSTVÍ ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE VĚD: 310 s.
- KLITSCH M., HÄRIEL H. 2004. INVAZE BOROVICE VEJMUTOVKY V NÁRODNÍM PARKU ČESKÉ ŠVÝCARSKO. IN: NEUHÖFEROVÁ P. (ED.), INTRODUKOVANÉ DŘEVINY A JEJICH PRODUKČNÍ A EKOLOGICKÝ VÝZNAM, PRAHA, ČZU PRAHA: s. 109-112.
- MLÍKOVSKÝ J., STÝBLO P. 2006. NEPŮVODNÍ DRUHY FAUNY A FLÓRY ČESKÉ REPUBLIKY, PRAHA, ČSOP: 496 s.

- MUSIL I., HAMERNÍK J. 2007. JEHLIČNATÉ DŘEVINY: PŘEHLED NAHOSEMENNÝCH I VÝTRUSNÝCH DŘEVIN: DENDROLOGIE 1, PRAHA, ACADEMIA: 352 s.
- PETRAŠ R., PAJTÍK J. 1991. SÚSTAVA ČESKO-SLOVENSKÝCH OBJEMOVÝCH TABULIEK DREVÍN. LESNÍCKY ČASOPIS, 37, 1: s. 49-56.
- PILÁT A. 1964. JEHLIČNATÉ STROMY A KEŘE NAŠICH ZAHRAD A PARKŮ, PRAHA, ČSAV: 507 s.
- PRŮŠA E. 2001. PĚSTOVÁNÍ IESA NA TYPOLOGICKÝCH ZÁKLADECH, KOSTELEČ NAD ČERNÝMI IESY, LESNICKÁ PRÁCE: 593 s.
- SVOBODA P. 1953. Lesní dřeviny a jejich porosty. část 1. SZN Praha: 414 s.
- ÚRADNÍČEK L. 2003. Lesnická dendrologie I.: Gymnospermae, Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 70 s.
- QUITT E. 1971. Mapa Klimatické oblasti ČSSR 1:500 000. Kartografické nakladatelství pro Geografický ústav Československé akademie věd Brno.

Adresa autora:

*Ing. Petr Vaněk,
Ústav zakládání a pěstění lesů,
Lesnická a dřevařská fakulta,
MENDELU v Brně,
Zemědělská 3, 613 00 Brno
Česká republika
e-mail: petr.vanek@mendelu.cz*

**ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU PORASTOV V OCHRANNOM PÁSME
I. STUPŇA VODÁRENSKEJ NÁDRŽE HRIŇOVÁ**

**ANALYSIS OF CURRENT STATUS OF STANDS SITUATED
IN 1ST BUFFER ZONE OF HRIŇOVÁ WATER RESERVOIR**

JÁN PITTNER, JOZEF ŠPIŠÁK

ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze a current status of stands which are situated in 1st buffer zone of Hriňová water reservoir (WR). The results will be a basis for a long-term stand monitoring on this site. Measurements were done in 19 permanent research plots established on the right bank of the Hriňová WR. The results show, that the investigated stands were not tended at all in the past. The missing management was proved by high density of trees (up to 4,563 pc.ha⁻¹), and an important share of dead individuals (21,2%). Analysis of static stability indicators showed, that the stands were not stable. To achieve protective function of aforementioned stands, it is necessary to begin to apply a silvicultural management as soon as possible.

Keywords: water protective function, stand structure, static stability, Norway spruce

Kľúčové slová: vodoochranná funkcia, štruktúra porastu, statická stabilita, smrek obyčajný

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Je všeobecne známe, že stúpa spotreba pitnej a úžitkovej vody, ako aj to, že narástajú problémy s jej zabezpečením. Väčšinou sa potreba vody rieši výstavbou vodárenských nádrží na akumuláciu povrchovej vody. V lesoch povodí vodárenských nádrží je preferovaná vodohospodárska funkcia pred funkciou produkčnou, čo obzvlášť platí pre lesy v I. ochrannom pásme (I. OP) vodných zdrojov (SZEGHÖ, GUBKA 2007). Netreba zdôrazňovať dôležitosť ich ochrany, pretože svojim pôsobením priamo vplývajú na zabezpečenie výdatnosti, akosti a zdravotnej nezávadnosti povrchového vodného zdroja (VALTÝNI 1986).

S rozvojom výstavby vodárenských nádrží sa čoraz viac dostávala do popredia aj otázka cieleného obhospodarovania okolitých ekosystémov, respektíve otázka vytvorenia alebo udržania ich určitej funkčnej účinnosti. Preto je potrebné sa intenzívne venovať otázke lesov s vodohospodárskou a vodoochrannou funkciou, ako z teoretického, tak aj praktického hľadiska. Vzhľadom na nepriaznivý stav porastov, a to hlavne v I. OP vodárenských nádrží, ale aj ostatných vodných zdrojov, je nevyhnutné v čo najkratšom časovom horizonte pristúpiť k intenzívnemu a komplexnému obhospodarovaniu týchto porastov (RÉH 1999, GUBKA 1997, 2002). Tento stav vyplýva z nedostatočnej a zanedbanej starostlivosti o porasty, ale aj zo zanedbania porastovej hygieny a ochrany porastov v nedávnej minulosti.

Pri výchove porastov v I. OP je potrebné usmerňovať ich štruktúru tak, aby v maximálnej možnej miere zabezpečovali vodoochrannú, protieróznú, desukčnú, infiltračnú a zrážkotvornú funkciu (KANTOR 1993). Tieto funkcie môžu plniť len sta-

bilné porasty s vhodným zakmenením, zápojom, dĺžkou korún, štihlým kvo-
cientom, vhodným zastúpením drevín, vekom atď. (GUBKA 1995).

Cieľom tejto práce je analyzovať súčasnú štruktúru porastu v I. OP vodárenskej
nádrže Hriňová. Ide o začiatok dlhodobého sledovania vývoja porastov na tejto
lokalite za účelom zabezpečenia nepretržitej vodoochrannej a vodohospodárskej
funkcie (založené TVP sa budú obhospodarovat' rôznymi pestovnými zásahmi).

MATERIÁL A METODIKA

Predmetom sledovania je 19 trvalých výskumných plôch (TVP) založených
v I. OP vodárenskej nádrže (VN) Hriňová. VN Hriňová bola uvedená do prevádz-
ky v septembri 1965 a patrí do stredoslovenskej vodárenskej sústavy. Jej povodie
patrí do Chránenej krajinskej oblasti Poľana. Hrádza priehrady je sypaná z kame-
nitých, čiastočne zahlinených materiálov s hlinitým tesniacim prvkom. Kóta ko-
runy hrádze je 567,6 m n. m., celkový objem nádrže je 7,278 mil. m³, maximál-
na hĺbka vody 39,1 m, zatopená plocha pri maximálnej hladine 55 ha, odberové
množstvo vody $Q_{\max}$ je 400 l.s⁻¹, plocha povodia je 70,82 km² (GUBKA 1995).

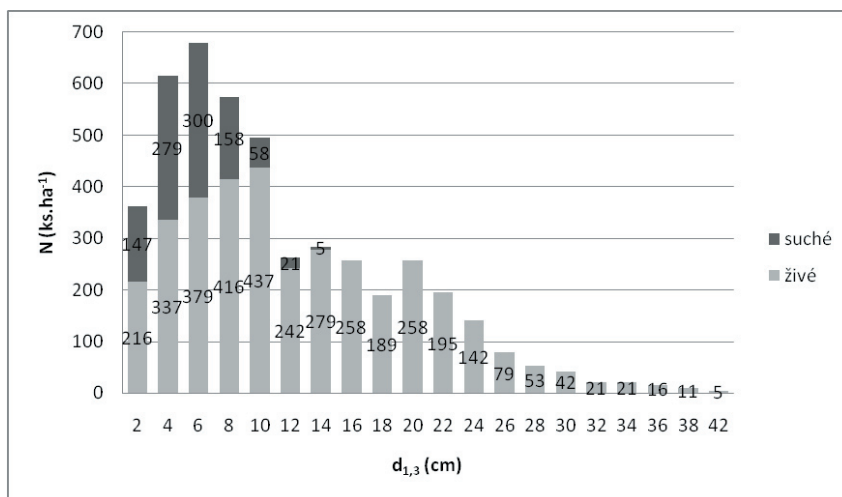
I. OP zahŕňa plocha nádrže a územie nad maximálnou prevádzkovou hladinou
na kóte 565,20 m. n. m. so šírkou 100 m. Na prítokoch a hlavnom toku taktiež pás
cca 100 m šírky po obidvoch stranách tokov do vzdialenosti 300 m od vyústenia
do nádrže. Hranicu ochranného pásma okolo nádrže tvorí vrstevnica 600 m n. m.
Plocha I. OP je 1,02 km².

Charakteristika porastu: Porast vznikol umelou a čiastočne prirodzenou obnovou
smreka v r. 1966-67. Zastúpenie: sm 100 %, ojedinele VR, OS, JL, JD, DG, BO. Ex-
pozícia J, JZ, sklon 30 %, zakmenenie 1, bonita 40, vek 45 rokov.

Trvalé výskumné plochy boli založené a stabilizované v pravobrežnej časti VN
Hriňová a majú konštantnú výmeru 100 m² (10 x 10 m). Vzdialenosť jednotlivých
plôch medzi sebou je 50-100 m. Na všetkých TVP sa evidovali viaceré kvantitatív-
ne a kvalitatívne znaky a to: drevina; hrúbka stromu vo výške 1,3 m ($d_{1,3}$) s pres-
nosťou na 0,1 cm; výška stromu (h) s presnosťou na 0,1 m; výška nasadenia koruny
(h_{nas}) s presnosťou na 0,1 m; biosociologické postavenie stromu podľa POLANSKÉHO
(1955) na 4 triedy, tj.: 1. predrastavé, 2. úrovňové, 3. vrastavé – čiastočne zatienené,
4. podúrovňové – celkom zatienené, sucháre sa evidovali v samostatnej stro-
movej triede 5.; kvalita kmeňa na 4 stupne: 1. kmene vysokej kvality, rovnoras-
tené, bez deformácií a technických chýb s malými hrčami po vetvách (do 1 cm),
2. kmene priemernej kvality, s hrčami do 2 cm, bez podstatnej deformácie a tech-
nických chýb, 3. kmene zavetvené (hrčaté), s deformáciami kmeňa (ohnuté, asy-
metrické...), s technickými chybami, 4. kmene nekvalitné, deformované, poškode-
né hnilobou; kvalita koruny na 5 stupňov: 1. koruna s veľkosťou nad 1/2 výšky
stromu, symetrická, 2. koruna s veľkosťou nad 1/2 výšky stromu, asymetrická,
3. koruna s veľkosťou 1/3 až 1/2 stromu, symetrická, 4. koruna s veľkosťou 1/3 až
1/2 stromu, asymetrická 5. koruna extrémne malá, asymetrická, so zníženou vi-
talitou; funkčná účinnosť na 3 stupne: 1 vysoká – strom stabilný, vitálny, 2 prie-
merná – strom stabilný, poškodený s nekvalitnou korunou, 3 nízka – strom labilný,
preštiehlený so zníženou vitalitou.

VÝSLEDKY

Drevinová skladba lesných porastov ovplyvňuje tvorbu nadložného humusu, pre-korenenie pôdneho profilu a tým hydrofyzikálne vlastnosti pôd. Preto je zastúpe-nie jednotlivých druhov drevín v poraste z hľadiska jeho vodohospodárskej a vo-doochranej funkcie veľmi dôležité. Najpočetnejšou drevinou na skúmaných plo-chách je smrek obyčajný (*Picea abies* (L.) Karst.), ktorého priemerný podiel bol až 82,2 % (tab. 1). Druhou najzastúpenejšou drevinou je borovica lesná (*Pinus syl-vestris* L.) s 5,3 %. Viac ako 1 %-ný podiel mali ešte tri dreviny a to: vrbá rakytá (*Salix caprea* L.), topoľ osika (*Populus tremula* L.) a duglaska tisolistá (*Pseudo-tsuga taxifolia* Mirb.). Ostatné dreviny (čerešňa vtáčia, jedľa biela, breza plstna-tá, jablňo a javor horský) tvorili len jednotlivú prímes z prirodzenej obnovy a ich celkové zastúpenie dosahovalo 2,9 %.



Obr. 1: Histogram rozdelenia počtu všetkých drevín podľa hrúbkových tried
Histogram of distribution of all trees according to the diameter classes (suché – dead; živé – alive)

Prehľad o hrúbkovej štruktúre na pravobrežnej strane VN Hriňová nám posky-tuje histogram rozdelenia hrúbkových početností (obr. 1). Môžeme konštatovať, že rozdelenie hrúbkových početností všetkých evidovaných jedincov je výraz-ne ľavostranné (do hrúbkového stupňa 10 sa nachádza 59,8 % jedincov). Hovorí nám to, že vertikálna výstavba skúmaného porastu je výrazne diferencovaná. Toto ľavostranné rozdelenie sa trochu zmierni, keď budeme brať do úvahy iba živé jedince (vrchol histogramu sa presunie z hrúbkového stupňa 6 do hrúbko-vého stupňa 10), ale aj tak sa do hrúbkového stupňa 10 vyskytuje až 49,7 % je-dincov. Výrazná ľavostrannosť rozdelenia hrúbkových početností môže byť vý-sledkom cieľavedomého pestovného usmerňovania porastov (výberkové hospo-dárstvo), alebo presne naopak, tak ako v tomto prípade, je to znak zanedbanej výchovy porastov. Toto tvrdenie potvrdzuje aj vysoká početnosť odumretých jedincov (tab. 1) a to až 21,2 % zo všetkých skúmaných jedincov. Najvyšší podi-el suchárov sme zistili v hrúbkových stupňoch 4 a 6 (45,3 resp. 44,2 %). Celko-

vo môžeme povedať, že suché stromy sa nachádzajú iba po hrúbkový stupeň 14, pričom ich podiel má od hrúbkového stupňa 6 klesajúcu tendenciu. Vo vyšších hrúbkových stupňoch sme neevidovali žiadne suché jedince. Odumieranie stromov zapríčiňuje vysoká konkurencia medzi jedincami (proces autoregulácie) spôsobená veľkým počtom stromov na ploche (až 4 563 ks.ha⁻¹). Z hľadiska druhu dreveniny sme najvyšší podiel suchých jedincov zistili pri rakyte (tab. 1) a to až 39,4 %. Viac ako tretinový podiel suchárov sme ešte evidovali pri drevine duglaska (36,4 %). Pri smreku ako najpočetnejšej drevine bolo zastúpenie odumretých jedincov 20,4 %.

Tab. 1: Početnosť, zastúpenie a základné biometrické charakteristiky podľa drevín
Stem number, species composition and basic biometric characteristics according to tree species

Drevina	SM	BO	DG	JD	VR	OS	CS	BR	JN	JH	Spolu
Živé (ks.ha ⁻¹)	3016	184	37	32	105	126	47	21	21	5	3595
Suché (ks.ha ⁻¹)	774	58	21		68	42		5			968
Spolu (ks.ha ⁻¹)	3789	242	58	32	174	168	47	26	21	5	4563
Zastúpenie (%)	82,2	5,3	1,3	0,7	3,8	3,7	1,0	0,6	0,5	0,1	100,0
% suché	20,4	23,9	36,4		39,4	25,0		20,0			21,2
d _{1,3} (cm)	11,5±7,6	15,1±7,6	10,0±4,5	4,2±3,0	8,6±4,9	12,2±7,0	4,0±2,7	13,2±7,1	3,3±2,2	8,0±0,0	11,4±7,5
h (m)	13,2±6,9	11,6±5,0	11,4±3,4	5,6±4,2	10,0±4,7	11,5±5,0	5,9±3,7	13,2±5,8	4,6±2,9	12,5±0,0	12,7±6,7
h nas (m)	7,3±3,1	5,5±2,6	6,7±1,0	2,5±0,9	5,9±2,5	6,6±2,5	3,7±2,1	8,4±3,7	2,5±1,7	7,5±0,0	7,0±3,1

Captions: first column (Drevina – Tree species; Živé – Alive; Suché – Dead; Spolu – Total; Zastúpenie – Tree species composition; % suché – percentage of dead; d_{1,3} – DBH; h – height; h nas – lower crown height). Table heading (SM – Norway spruce; BO – Scots pine; DG – Douglas fir; JD – silver fir; VR – goat willow; OS – European aspen; CS – wild cherry; BR – white birch; JN – apple trees; JH – sycamore maple; Spolu – Total)

Zanedbaná výchova porastov sa prejavila aj na priemerných biometrických veličinách skúmaných jedincov (tab. 1). Vypočítaná priemerná hrúbka d_{1,3} všetkých evidovaných stromov bola 11,4 ± 7,5 cm. Priemerná výška bola 12,7 ± 6,7 m. Len vykonaním cieľového sanitarneho výberu, teda odstránením všetkých odumretých jedincov (5. stromová trieda) by sa priemerné hodnoty hrúbky a výšky zvýšili na 13,0 ± 7,6 cm, resp. 14,3 ± 6,5 m. Pri smreku ako nositeľovi štruktúry daných porastov sme zistili nasledovné priemerné hodnoty d_{1,3} = 11,5 ± 7,6 cm a h = 13,2 ± 6,9 m. Je možné konštatovať, že pri dôslednej pestovnej starostlivosti o porast by hodnoty týchto znakov boli výrazne vyššie. Rastové tabuľky udávajú pre vek 45 rokov a bonitu 40 priemernú hrúbku 22,4 cm, resp. výšku 24,1 m.

Vertikálnu štruktúru porastu popisuje tabuľka 2. Ako môžeme pozorovať, z hľadiska početnosti je zastúpenie všetkých stromových tried približne rovnaké. Vý-

nimkou je len 1. stromová trieda, v ktorej sa nachádza iba 6,3 % všetkých jedincov. Inak to ale vyzerá, keď analyzujeme podiel jednotlivých stromových tried na kruhovej základni alebo zásobe. Na celkovej kruhovej základni ($66,89 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) mala najvyšší podiel 2. stromová trieda a to 51,1 %. Ide skoro o dvojnásobné zvýšenie podielu v porovnaní s početnosťou. Najväčšie zvýšenie zastúpenia sme ale zistili v 1. stromovej triede a to až štvornásobné. Podiel tejto triedy stúpol z 6,3 % zistenej pri početnosti na 25,3 % z kruhovej základni. Podobné zvýšenie podielu pri úrovňových jedincoch (1. a 2. stromová trieda) resp. jeho zníženie pri podúrovňových jedincoch (3. – 5. stromová trieda) môžeme pozorovať aj pri zásobe, len tu sú rozdiely ešte o niečo výraznejšie ako pri kruhovej základni. Z celkovej zistenej zásoby ($641,69 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) tvoria jedince úrovne až 72,4 %, pričom z početnosti to bolo iba 32,4 %.

Tab. 2: Početnosť, kruhová základňa a zásoba podľa stromových tried
Stem number, basal area and volume according to tree classes

Stromová trieda	N		G		V	
	ks.ha ⁻¹	%	m ² .ha ⁻¹	%	m ³ .ha ⁻¹	%
1	289	6,3	16,93	25,3	186,09	29,0
2	1189	26,1	34,15	51,1	342,97	53,4
3	1226	26,9	11,09	16,6	86,36	13,5
4	889	19,5	1,91	2,9	10,22	1,6
5	968	21,2	2,80	4,2	16,05	2,5
spolu	4563	100,0	66,89	100,0	641,69	100,0

Captions: tree classes according to POLANSKÝ (1955) (1 – dominant trees; 2 – co-dominant trees; 3 – intermediate trees; 4 – suppressed trees; 5 – dead trees)

Ďalšími vyhodnocovanými veličinami boli znaky kvalitatívnej štruktúry skúmaného porastu (tab. 3). Ako môžeme pozorovať celková priemerná kvalita jedincov je veľmi nízka, ako pri korune (3,8) tak aj pri kmeni (3,3). Zapríčinené je to hlavne zanedbanou pestovnou starostlivosťou a tým vysokou početnosťou jedincov na ploche. To malo za následok vznik prehusteného zápoja v ktorom koruny nemali dostatok priestoru na svoj vývoj. Nízka kvalita je spôsobená aj vysokým podielom podúrovňových stromov (až 67,6 %), pretože ako môžeme z tabuľky 3 vidieť, ich kvalita (kmeňa aj koruny) je oveľa nižšia ako je to pri úrovňových jedincoch. Priemerná funkčná účinnosť skúmaného porastu je pomerne dobrá a dosahuje hodnotu 1,6. Je to spôsobené hlavne priaznivým vplyvom ihličnatých drevín, ktorých podiel tvorí až 89,5 %. Naopak nepriaznivo na hodnoty skúmanej veličiny vplýva prítomnosť suchých jedincov, ktorých priemerná funkčná účinnosť je 3 a ktoré by sa v I. OP vodných zdrojov nemali vôbec vyskytovať.

Funkčná účinnosť porastov je podmienená aj dostatočnou statickou stabilitou jedincov. Výsledky analýzy ukazovateľov statickej stability (korunovosti a štihlостného kvocientu) sú prezentované v tabuľke 3. Ak zaradíme priemerné vypočítané hodnoty do stupnice navrhutej VOLOŠČUKOM (2001), môžeme konštatovať, že hodnoty korunovosti (48,2 %) nám radia daný porast medzi ekosystémy staticky

málo stabilné a hodnoty štihlостného kvocientu (119,7) dokonca medzi ekosystémymi labilné. Zo zatriedenia jedincov do stromových tried vyplýva, že najstabilnejšie jedince sa nachádzajú v 1. stromovej triede. Je to logické, pretože práve tieto jedince majú najviac priestoru pre svoj rast a vývoj korún, čo kladne ovplyvňuje hodnoty korunovosti a veľké koruny zase znamenajú väčší hrúbkový prírastok, čo pozitívne ovplyvňuje hodnoty štihlостného kvocientu. Pri obidvoch ukazovateľoch môžeme pozorovať ich zhoršovanie z hľadiska príslušnosti k nižším stromovým triedam.

Tab. 3: Kvalita koruny, kmeňa, funkčná účinnosť a ukazovatele statickej stability podľa stromových tried

Stem and crown quality, functionality and static stability indicators according to tree classes

Stromová trieda ¹	Kvalita koruny ²	Kvalita kmeňa ³	Funkčná účinnosť ⁴	Korunovosť ⁵	Štihlостný kvocient ⁶
1	2,7	2,8	1,2	55,2 ±11,1	88,2 ±13,6
2	3,3	2,7	1,1	53,2 ±10,4	107,7 ±15,9
3	4,2	3,5	1,2	48,6 ±10,6	130,5 ±21,1
4	4,1	3,9	1,7	38,5 ±11,1	125,6 ±28,1
5	--	--	3,0	--	124,7 ±25,1
Spolu/Total	3,8	3,3	1,6	48,2 ±12,2	119,7 ±25,0

Captions: ¹ – tree classes according to POLANSKÁ (1955) (see tab. 2);

² – Crown quality based on crown length/tree height ratio (1 symmetric crown > 1/2 of tree height; 2 asymmetric crown > 1/2 of tree height; 3 symmetric crown = 1/2 to 1/3 of tree height; 4 asymmetric crown = 1/2 to 1/3 of tree height; 5 extremely small asymmetrical crown with lower vigor).

³ – Stem quality (1 stem of high quality with no deformations, wood defects and with < 1cm knots; 2 stem of average quality with knots < 2cm and without substantial deformations and wood defects; 3 knotty stems with deformations and wood defects; 4 deformed stems with rotten wood)

⁴ – Functionality (1 stabile and vigorous tree; 2 stabile tree with bad crown; 3 labile tree with high h/d ratio and low vigor);

⁵ – Crown length/Tree height ratio;

⁶ – h/d ratio.

DISKUSIA A ZÁVER

Z hľadiska drevinového zloženia prevláda v I. OP vodárenskej nádrže Hriňová vcelku priaznivý stav. Ihličnaté dreviny sú tu zastúpené až 89,5 %. Listnaté dreviny tu tvoria iba jednotlivé prímes, a keďže sa tu nevyskytuje žiadny z prípadov, v ktorých VALTÝNI (1995) pripúšťa ich primiešanie do 20 až 30 %, môžeme ich postupne pestovnými zásahmi z porastu úplne odstrániť. Vcelku priaznivá je aj horizontálna a vertikálna štruktúra porastu. Rozdelenie hrúbkových početností je výrazne ľavostranné, teda môžeme tvrdiť, že skúmané porasty sú vertikálne výrazne diferencované. K rovnakému výsledku sme dospeli aj analýzou početností rozdelených podľa stromových tried. Takúto vertikálne výrazne diferencovanú štruktúru v I. OP (najlepšie výberkovú) uvádza ako najvhodnejšiu aj VALTÝNI (1986).

Rovnakého názoru sú aj KORPEL, SANIGA (1995), GUBKA (1995) a SANIGA (2000), ktorý výberkový les považujú za najlepší a najbezpečnejší porastový typ pre lesy osobitného určenia a ochranné lesy a konštatujú, že najvyššiu funkčnú účinnosť majú lesné ekosystémy, ktoré si dlhodobo zachovávajú vyváženú porastovú štruktúru tak, aby dochádzalo k čo najmenším zmenám. V našom prípade však takáto štruktúra nevznikla cieľavedomou pestovnou starostlivosťou, ale práve naopak jej úplným zanedbaním, čoho dôkazom je aj vysoký podiel suchárov v poraste. Podľa VALTÝNIHO (1995) je potrebné taketo odumreté jedince, ako aj všetku vyťaženú biomasu vráťane zvyškov po ťažbe z I. OP čo najskôr odstrániť. Na zanedbanú výchovu v tejto subkategórii upozorňovalo už viacero autorov (GUBKA 1995, 2002, SÝKORA 2006, SZEGHÖ, GUBKA 2007). GUBKA (2002) dokonca konštatuje, že sledovaný porast v I. OP vodárenskej nádrže Klenovec je na hranici „únosnosti“ vo vzťahu k stabilite a funkčnosti. K podobnému výsledku sme dospeli aj my. Na základe hodnôt korunovosti a štíhlostného kvocientu môžeme podľa stupnice navrhutej VOLOŠČUKOM (2001) skúmaný porast označiť ako staticky málo stabilný až labilný. Ak chceme udržať vodoochrannú a vodohospodársku funkciu skúmaného porastu, musíme ho začať čo najskôr pestovne usmerňovať tak, aby sme zvýšili jeho statickú stabilitu a funkčnú účinnosť. Na základe získaných poznatkov a informácií z literatúry na splnenie stanoveného cieľu odporúčame použiť prebieрку s miernou intenzitou zásahu (do 20 %) a s krátkym intervalom (3 roky). Odstraňovať by sa mali jedince s nízkou statickou stabilitou (preštiehlené stromy s krátkymi korunami) a poškodené jedince. Zápoj porastu by sa výchovným zásahom nemal na dlhšie znížiť pod hodnotu 0,8, ktorá predstavuje optimum z hľadiska stability, ako aj vodohospodárskej účinnosti porastov (RÉH 1999). Po zvýšení statickej stability porastov odporúčame ich prebudovu na výberkový les.

POĎAKOVANIE

Práca vznikla s finančnou podporou grantu VEGA 1/0809/09.

LITERATÚRA

- GUBKA K. 1995. Stav porastov a odporúčané výchovné opatrenia v I. PHO vodárenskej nádrže Hriňová. AFF Zvolen XXXVII: s. 75-83.
- GUBKA K. 1997. Optimalizácia výchovy lesných porastov s vodohospodárskou funkciou. TU Zvolen, ZS E6: s. 2-25.
- GUBKA K. 2002. Štruktúra a výchovné opatrenia v smrekovom poraste so západnou expozíciou v I. PHO vodárenskej nádrže Klenovec. AFF Zvolen XLIV: s. 59-70.
- KANTOR P. 1993. Zásady pěstování lesů v povodí plánované vodárenské nádrže Tichý Potok (Levočské pohorie). In: Lesnictvo a výskum v meniacich sa ekologických a ekonomických podmienkach v SR, zborník, LVÚ Zvolen: s. 93-102.
- KORPEL Š., SANIGA M. 1995. Příroda blízke pestovanie lesa, LF TU Zvolen: 159 s.
- POLANSKÝ B. a kol. 1955. Pěstění lesů II. SZN Praha: 427 s.
- RÉH J. 1999. Pestovanie účelových lesov., ES TU Zvolen: 218 s.
- SANIGA M. 2000. Pestovné riešenie obnovy porastov vo vybraných hospodárskych súboroch BR Poľana. TU Zvolen: s. 229-233.

- SZEGHÖ P., GUBKA K. 2007. Štruktúra smrekových mladín v I. ochrannom pásme vodárenskej nádrže Málinec. In: Obhospodarovanie lesa v meniacich sa podmienkach prostredia, TU vo Zvolene: s. 349-353.
- SÝKORA R. 2006. Zmeny štruktúry porastov v I. ochrannom pásme vodárenskej nádrže Hriňová za sledované obdobie. Diplomová práca, TU Zvolen: 63 s.
- VALTÝNI J. 1986. Vodohospodársky a vodochranný význam lesa. In: Lesnícke štúdie, 38: 68 s.
- VALTÝNI J. 1995. Základy hydrológie a lesníckej hydrológie. TU Zvolen: 102 s.
- VOLOŠČUKI I. 2001. Teoretické a praktické problémy ekologickej stability lesných ekosystémov. Vedecké štúdie, TU Zvolen: 90 s.

Adresa autorov:

Ing. Ján Pittner, Ph.D.,

Ing. Jozef Špišák,

Katedra pestovania lesa,

Lesnícka fakulta,

Technická univerzita vo Zvolene,

T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

e-mail: pittner@vsld.tuzvo.sk, spisak@vsld.tuzvo.sk

**ANALÝZA ŠTRUKTÚRY LESNÝCH PORASTOV V I. OCHRANNOM PÁSME
VODÁRENSKEJ NÁDRŽE KLENOVEC**

**STRUCTURE ANALYSIS OF FOREST STAND IN Ist BUFFER ZONE OF KLENOVEC
WATER RESERVOIR**

JOZEF ŠPIŠÁK, JÁN PITTNER

ABSTRACT

The paper deals with recent structure and status of forest stands located in Ist buffer zone of Klenovec water reservoir, right waterside, management unit 29. The lack of conceptual silviculture management of abovementioned forest stand is considerable. The highest growing stock was observed on permanent research plot (PRP) II (514 m³.ha⁻¹), the smallest on PRP III (327.66 m³.ha⁻¹). The growing stocks show a strong relationship to stand density in these plots (PRP II 744 ind.ha⁻¹ and PRP III 488 ind.ha⁻¹). On the other hand, relatively small value of growing stock was recorded on PRP I (395.33 m³.ha⁻¹), though there were found 733 ind.ha⁻¹ in this plot. The forest stand can be evaluated as a moderately stable on the basis of average value of crown ratio (59%). The mean value of slenderness ratio (104) shows statically labile forest structure.

Keywords: stand structure, Ist buffer zone, static stability

Kľúčové slová: štruktúra porastu, I ochranné pásmo, stabilita porastu

Úvod

Nedostatok pitnej vody je problém, ktorý nadobúda stále väčšiu dôležitosť. Slovensko je bohaté na povrchové a aj podpovrchové zdroje vody. Je potrebné zdôrazňovať dôležitosť ich ochrany, ktorá je neoddeliteľne spojená aj s ochranou lesných ekosystémov, ktoré svojim pôsobením priamo vplývajú na množstvo a kvalitu vody. Špecifickú úlohu má v oblasti vodohospodárstva starostlivosť o porasty v ochranných pásmach povrchových vodných zdrojov, ktoré sú dôležité na zabezpečenie výdatnosti, akosti a zdravotnej nezávadnosti vody (VALTYNI 1986).

Lesné porasty významnou mierou ovplyvňujú kvalitu a kvantitu vody v krajine, a výrazne sa podieľajú aj na znižovaní maximálnych odtokov a zvyšovaní minimálnych prietokov. Okrem toho sa les ako súčasť krajiny najviac podieľa na úprave odtokových režimov povodí, dôsledkom čoho je vyrovnanosť zásob vodných zdrojov (POBEDINSKII, KREČMER 1984; VALTYNI 1986; OTTO 1994).

PROBLEMATIKA

S rozvojom výstavby vodárenských nádrží sa čoraz viac dostávala do popredia aj otázka cieleného obhospodarovania okolitých ekosystémov, respektíve otázka vytvorenia alebo udržania ich funkčnej účinnosti. Interakcie medzi ekosystémom, pôdou a vodou boli predmetom štúdia mnohých prác. Z nich vyplýva potreba udržania určitých vlastností pôdy a porastu, a to, v tomto konkrétnom prípade, z dôvodu zachovania požadovanej kvality a kvantity pitnej vody. Preto je po-

trebné intenzívne sa venovať otázke lesov s vodohospodárskou a vodoochrannou funkciou, ako z teoretického, tak aj praktického hľadiska.

Vzhľadom na súčasný stav porastov, a to hlavne v pásmach ochrany prvého stupňa vodárenských nádrží, ale aj ostatných vodných zdrojov, je nevyhnutné v čo najkratšom časovom horizonte pristúpiť k intenzívnemu a komplexnému obhospodarovaniu týchto porastov (RÉH 1993; GUBKA 1997). Súčasný stav vyplýva z nedostatočnej a zanedbanej starostlivosti o porasty, ale aj zo zanedbania porastovej hygieny a ochrany porastov v nedávnej minulosti. Príčiny takéhoto stavu je možné hľadať už pri samotnom zakladaní ochranných pásiem. Ide hlavne o zakladanie porastov na bývalých poľnohospodárskych pôdach a nevhodné drevinové zloženie (smrek v nižších vegetačných stupňoch). Je známe že smrekové porasty založené na poľnohospodárskych pôdach majú oproti pôvodným porastom oveľa nižšiu statickú stabilitu a ich funkčná účinnosť je značne oslabená (BALÁŠ et al. 2009; VACEK et al. 2006 ex. NEUHÖFEROVÁ 2006). Je však potrebné povedať, že takéto porastové zloženie si vyžadujú osobitné predpisy (KOLEKTÍV 1982), v ktorých je presne zadefinované funkčné určenie a aj porastové zloženie, ktoré musia dané porasty spĺňať.

Ďalšou príčinou uvedeného stavu je aj skutočnosť, že subjekty obhospodarujúce lesy v ochranných pásmach vodných zdrojov musia vynakladať značné množstvo finančných prostriedkov na zabezpečenie vhodného stavu lesných porastov v ochranných pásmach vodárenských nádrží. Za tieto zvýšené náklady, ktoré sa vynakladajú na zabezpečovanie celospoločenských potrieb, im nikto neposkytuje náhradu, čo je v súčasnej dobe vážny problém, ktorý v značnej miere ekonomicky zaťažuje subjekty. Preto sa v súčasnej dobe intenzívne rieši problematika oceňovania mimoprodukčných funkcií lesa.

Kvôli nepriaznivému stavu je v dnešnej dobe potrebné venovať sa pestovnému usmerňovaniu spomínaných porastov, aby plnili funkcie, ktoré sa od nich vyžadujú (GUBKA 1995, 2002). SANIGA (2007) a GUBKA (1995) konštatujú, že najvyššiu funkčnú účinnosť majú lesné ekosystémy, ktoré si dlhodobo zachovávajú vyváženú porastovú štruktúru tak, aby dochádzalo k čo najmenším zmenám.

Práce ŠACHA et al. (2007); RÉHA (1999); KANTORA (1993) a KOLEKTÍVU (1982) vychádzajú z poznatkov, že základným predpokladom pre aktívne ovplyvňovanie hydrických účinkov lesov v povodiach vodárenských nádrží, je rozčlenenie záujmového územia na funkčné skupiny lesných typov, v ktorých sa uplatňujú špecifické pestovné a hospodárske postupy. Je vylíšených 6 funkčných skupín (KANTORI 1993; KOLEKTÍV 1982), na základe ktorých sa v povodiach vodárenských nádrží porasty obhospodarujú:

- a) funkčná skupina hygienickej ochrany,
- b) funkčná skupina vodoochranná,
- c) funkčná skupina protierózna,
- d) funkčná skupina desukčná,
- e) funkčná skupina infiltračná,
- f) funkčná skupina zrážkotvorná.

Konkrétne pestovné a hospodárske opatrenia závisia od toho, do akej funkčnej skupiny je porast zaradený a v akom stupni ochranného pásma sa nachádza RĚH (1999); KOLEKTÍV (1982). Vhodným obhospodarovaním porastov sledujeme usmernenie ich štruktúry takým spôsobom, aby boli schopné: zabrániť vzniku akýchkoľvek foriem vodnej erózie pôdy, zlepšiť infiltračné podmienky pôd, zaisťovať neškodný odvod vody do nádrže a zamedziť splach do nádrže a jej prítokov.

Cieľom predkladanej práce je zistiť súčasný stav a vybrané znaky štruktúry porastov I. ochranného pásma (OP) VN Klenovec, konkrétne dielca č. 29. Na základe analýzy biometrických znakov smrekových porastov nachádzajúcich sa v danom dielci navrhnúť vhodné pestovné opatrenia na zabezpečenie funkčne účinnej štruktúry predmetných porastov.

Charakteristika skúmaného územia

Povodie vodárenskej nádrže Klenovec leží v orografickej sústave Slovenského Rudohoria, geomorfologickom celku Veporské vrchy, podcelok Balocké vrchy, podcelok Stolické vrchy, podcelok Klenovské vrchy a Spišsko-gemerský kras, podcelok Muránska planina. Najvyšším bodom v skúmanej oblasti je Klenovský Vepor (1338 m n. m.) a najnižším miestom je ústie Klenovskej Rimavy do VN Klenovec (377,2 m n. m.). Vodná nádrž Klenovec a jej prítoky sa nachádzajú v povodí SVP-IX-Hron, v čiastkovom povodí IX-4-31 Slaná, v základnom povodí 4-31-03 Rimaava, samotná vodná nádrž je vybudovaná na Klenovskej Rimave (JAKUBIS, TRNAVSKÝ 2000).

Územie leží v dvoch klimatických oblastiach: v mierne teplej klimatickej oblasti, okrsok mierne teplý, vlhký s chladnou alebo studenou zimou, dolinový a chladnej klimatickej oblasti, okrsku mierne chladného (www1). Najteplejším mesiacom je júl s priemerom teplôt 19 °C a najchladnejším je január, v ktorom teploty klesajú na úroveň -2,18 °C. Priemerné ročné teploty dosahujú hodnoty 9,18 °C a priemerné teploty vo vegetačnom období 14,25 °C. Najmenej zrážok je v mesiaci január, v priemere 40,34 mm a najviac v júni, priemerne 111,68 mm. Priemerný mesačný úhrn zrážok dosahuje 68,22 mm a priemerný ročný úhrn je 818,66 mm (zdroj SHMÚ).

V zmysle HANČINSKÉHO (1972) prislúcha z typologického hľadiska dotknutý dielec k ZHSLT 35 Živé bučiny s dubom, k HSLT 310 Svieže dubové bučiny. Zastúpená je tu jediná skupina lesných typov *Fagetum pauper* nst. s lesným typom 3313 zubačková bučina nst. (LHP 2003-2012).

Opis dielca 29: Výmera: 6,36 ha, vek: v priemere 35 rokov, zakmenenie 0,8, expozícia východná, priemerný sklon 25 %. Rubná doba je stanovená na 80 rokov. Hospodársky stav porastu je charakterizovaný nerovnomerným zakmenením, miestami redšími skupinami a intenzívnym pôsobením hmyzích škodcov, v dôsledku čoho je časť porastu vyťažená. Porast je zaburinený. Drevinové zloženie je tvorené smrekom obyčajným s 95 % zastúpením a duglaskou tisolistou s 5 % zastúpením (LHP 2003-2012).

METODIKA

Založenie TVP a ich fixácia v teréne

V dieľci 29 boli založené 3 trvalé výskumné plochy (TVP) s rozmerom 30 x 30 metrov (900 m²). Vzdialenosť medzi nimi je 200 metrov. Vytýčenie jednotlivých TVP bolo prispôsobené terénym podmienkam a na ich umiestnenie mala hlavný vplyv šírka I. ochranného pásma (hranicu ochranného pásma tvorí štátna cesta). Takáto voľba rozmiestnenia TVP a stav lesných porastov na nich charakterizuje aktuálny stav dieľca. Postupnosť číslovania plôch je smerom od priehradného múru (TVP 1) proti prúdu. V teréne sa TVP zakladali a jednotlivé merania vykonali pomocou prístroja Field-Map.

Fixácia plôch sa v teréne vykonala pomocou kolíkov (na štyroch rohoch plochy) a označením stromov bielou farbou, ktoré sa nachádzajú mimo plochy po obvode TVP. Pri opakovaných meraniach na založených plochách bude ich identifikácia v teréne pomocou prístroja Field-Map značne uľahčená, z dôvodu presného zamerania pozície plôch prístrojom.

Zber údajov z TVP

Na TVP sa merali nasledovné dendrometrické charakteristiky:

a) Na živých stromoch:

- hrúbka stromov vo výške 1,3 m,
- výška stromov,
- výška nasadenia korún stromov,
- biosociologické postavenie, podľa stromových tried (POLANSKÝ 1955).

b) Na odumretých stojacich stromoch:

- hrúbka stromov,
- výška stromov.

Meranie hrúbky stromov: merala sa hrúbka všetkých živých a stojacich odumretých stromov vo výške $d_{1,3}$, a to v dvoch na seba kolmých smeroch, s presnosťou na 1 mm, podľa všeobecne platných pravidiel priemerkovania (ŠMELKO 2000). Minimálna registračná hrúbka je 2 cm, vo výške $d_{1,3}$.

Meranie výšky stromov a výšky nasadenia korún: na meranie výšok živých a odumretých stojacich jedincov sa použil výškomer VERTEX III. Výška sa merala s presnosťou na 0,5 m. Podobne sa postupovalo aj pri meraní výšok nasadenia koruny.

Vyhodnocovanie údajov

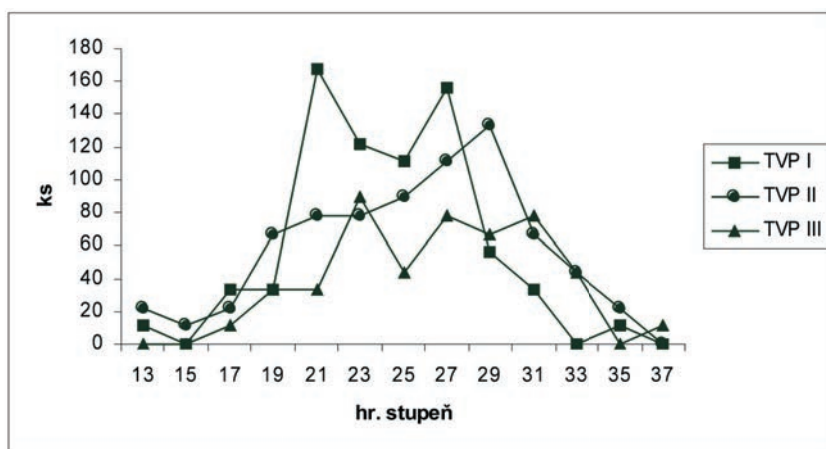
Podľa hrúbky sa zmerané stromy zaradia do 2 cm hrúbkových stupňov na základe ktorých sa vypočítajú pre každú TVP a hrúbkový stupeň zvlášť základné dendrometrické charakteristiky ako počet stromov na hektár, celkovú zásobu a celkovú kruhovú základňu na hektár. Na testovanie významnosti rozdielu pre rozdelenie početností po hrúbkových stupňoch sa použil Kolmogorov–Smirnov test. Pre

každého jedince sa osobitne vypočíta objem hrubiny s kôrou na základe priemernej hrúbky a jeho celkovej výšky. Na výpočet objemu jedincov boli použité rovnice objemových tabuliek podľa PETRÁŠA, PAJTIKA (1991).

VÝSLEDKY

Početnosť

Najviac jedincov sa nachádza na TVP II kde početnosť na hektár dosahuje 744 ks.ha⁻¹. Túto početnosť je možné prisúdiť relatívne vysokému počtu tenších stromov, čo je spôsobené absenciou koncepčného pestovného usmernenia porastov. Krivka rozdelenia početnosti po hrúbkových stupňoch má nevýrazne pravostranne asymetrický tvar. To znamená, že najviac jedincov sa nachádza vo vyšších hrúbkových stupňoch. Najviac stromov je v hrúbkovom stupni 29, konkrétne 33 ks.ha⁻¹. Smerom k vyšším hrúbkovým stupňom početnosť klesá, naopak smerom k nižším je pokles miernejší (obr. 1).



Obr. 1: Polygón rozdelenia početností po hrúbkových stupňoch
Tree number distribution according to diameter classes in permanent

Početnosť na TVP I sa výrazne neodlišuje od početnosti na TVP II a dosahuje hodnotu 733 ks.ha⁻¹. Polygón početnosti po hrúbkových stupňoch má na tejto ploche dvojvrcholový tvar s mierne ľavostranným rozdelením početností, z toho vyplýva najvyšší počet stromov v hrúbkovom stupni (hr. st.) 21 až 167 ks.ha⁻¹ a nižšia početnosť v hr. st. 27. Smerom k vyšším hr. st. od hr. st. 27 a smerom k nižším hr. st. od hr. st. 21 je pokles počtu stromov na hektár prudký. Medzi nimi nastáva k miernemu poklesu (obr. 1).

Najnižší počet stromov v prepočte na hektár je na TVP III, a to 488 ks.ha⁻¹. Daný stav porastu na tejto ploche je vo veľkej miere spôsobený tak ako pri ostatných plochách zanedbanou výchovou. V dôsledku toho a tiež vplyvom zanedbania porastovej hygieny, čoho následkom bolo premnoženie hmyzích škodcov, došlo na niektorých častiach dielca k plošnému rozpadu porastov. Porast, v ktorom sa nachádza TVP III, priamo hraničí s voľnou plochou, a preto došlo k preriedeniu

daného porastu. Na tejto ploche má polygón rozdelenia početnosti viac menej vyrovnaný priebeh a nastáva tu len malé kolísanie hodnôt medzi hr. st. Najvýraznejší výkyv je možné vidieť pri hr. st 23 kde je najvyššia početnosť na hektár, 89 ks.ha⁻¹ (obr. 1).

Na základe testovania významnosti rozdielu pre rozdelenie početností pomocou Kolmogorovho-Smirnovho testu sa zistila štatisticky významná odlišnosť TVP I od TVP II a TVP III. Rozdiel hrúbkových početností medzi TVP II a TVP III sa ukázal s 95% pravdepodobnosťou ako nevýznamný. Na základe toho môžeme konštatovať, že rozdelenie hrúbkovej početnosti na TVP I je porovnateľné s rozdelením početnosti na TVP II a TVP III.

Zásoba a kruhová základňa

Zásoba na hektár je na TVP I 395,33 m³, na rozdiel od rozdelenia početností, kde je najviac stromov v 21 hr. st, najväčšia zásoba je obsiahnutá v hr. st 27 a tvorí 21,45 % z celkovej zásoby, zatiaľ čo v spomínanom 21 hr. st je len 17,45 % zo zásoby. Na tejto TVP dosahuje hodnota kruhovej základne 34,01 m².ha⁻¹. Jej rozdelenie v rámci hr. st je obdobné ako pri zásobe, najvyššiu hodnotu dosahuje hr. st 27 až 25,82 % z celkovej hodnoty kruhovej základne na ploche (tab. 2).

Tab. 1: Početnosť, zásoba a kruhová základňa v prepočte na hektár po HS na TVP I
The tree number, growing stock and basal area according to diameter classes, PRP I

TVP I						
Hrub. st.	ks.ha ⁻¹	%	V m ³	%	G m ²	%
13	11	1,50	1,89	0,48	0,17	0,5
15	0	0	0	0	0	0
17	33	4,50	8,97	2,27	0,76	2,23
19	33	4,50	11,69	2,96	0,96	2,82
21	167	22,78	69	17,45	5,83	17,14
23	122	16,64	62,61	15,84	5,08	14,94
25	111	15,14	66,89	16,92	5,38	15,82
27	156	21,28	84,78	21,45	8,78	25,82
29	56	7,64	43,33	10,96	3,51	10,32
31	33	4,50	33,3	8,42	2,47	7,26
33	0	0	0	0	0	0
35	11	1,50	12,88	3,26	1,09	3,2
37	0	0	0	0	0	0
Spolu/Total	733	100,00	395,33	100	34,01	100

Captions: Hrub. st. (Diameter class); ks.ha⁻¹ (density)

Tab. 2: Početnosť, zásoba a kruhová základňa v prepočte na hektár po HS na TVP II
The tree number, growing stock and basal area according to diameter classes, PRP II

TVP II						
Hrub. st.	ks.ha ⁻¹	%	V m ³	%	G m ²	%
13	22	2,96	3,3	0,64	0,3	0,76
15	11	1,48	2,4	0,47	0,22	0,56
17	22	2,96	5,79	1,13	0,49	1,24
19	67	9,01	22,08	4,3	1,78	4,51
21	78	10,48	35,84	6,97	2,73	6,91
23	78	10,48	42,84	8,33	3,18	8,05
25	89	11,96	62,28	12,12	4,83	12,23
27	111	14,92	85,46	16,63	6,38	16,16
29	133	17,88	113,66	22,11	8,67	21,96
31	67	9,01	66,13	12,87	5,02	12,72
33	44	5,91	48,89	9,51	3,78	9,57
35	22	2,96	25,33	4,93	2,1	5,32
37	0	0	0	0	0	0
Spolu	744	100,00	514	100	39,48	100

Captions: Hrub. st. (Diameter class); ks.ha⁻¹ (density)

Celková zásoba na TVP II je až 514 m³.ha⁻¹, čo predstavuje vyššiu hodnotu, aká sa zistila na TVP I, hoci pri hektárovej početnosti sa takáto výrazná diferencia neukázala. Na TVP II kopíruje rozdelenie zásoby po hr. st polygón rozdelenia početnosti. V rámci hr. st to znamená, že najvyššia zásoba, 22,11 % z celkovej zásoby, je v hr. st 29. Celková kruhová základňa na TVP II dosiahla hodnotu 39,48 m².ha⁻¹ a najvyššia hodnota kruhovej základne 21,96 % z celkovej je v hr. st 29 (tab. 2).

Celková zásoba na TVP III predstavuje 327,66 m³.ha⁻¹, podobne ako pri početnosti, tak aj pri objeme reprezentuje táto hodnota najnižšiu hodnotu v rámci plôch. Hoci počet stromov sa zistil na tejto ploche oveľa nižšia ako na TVP I, ich hektárová zásoba nie je až tak výrazne rozdielna. Pri rozdelení zásoby v rámci hr. st je situácia odlišná od rozdelenia početnosti po hr. st. Najviac stromov bolo v hr. st 23, ale zásoba v tomto hr. st predstavuje len 13,67 % z celkovej zásoby. Túto hodnotu prevyšuje objem až v štyroch vyšších hr. st, hoci početnosť v rámci nich je oveľa nižšia. Najväčšia zásoba je v hr. st 31, a to 20,78 % z celkovej zásoby na hektár v rámci tejto plochy (tab. 3).

Tab. 3: Početnosť, zásoba a kruhová základňa v prepočte na hektár po HS na TVP III
The tree number, growing stock and basal area according to diameter classes, PRP III

TVP III						
Hrub. st.	ks.ha ⁻¹	%	V m ³	%	G m ²	%
13	0	0,00	0	0	0	0
15	0	0,00	0	0	0	0
17	11	2,25	2,89	0,88	0,27	0,97
19	33	6,76	11,52	3,52	0,99	3,56
21	33	6,76	14,01	4,28	1,19	4,29
23	89	18,24	41,83	12,77	3,71	13,36
25	44	9,02	25,02	7,64	2,16	7,78
27	78	15,98	50,5	15,41	4,36	15,7
29	67	13,73	52,82	16,12	4,33	15,59
31	78	15,98	69,63	21,25	5,77	20,78
33	44	9,02	44,84	13,68	3,78	13,61
35	0	0	0	0	0	0
37	11	2,25	14,58	4,45	1,22	4,39
Spolu	488	100,00	327,66	100	27,77	100

Captions: hrub. st. (Diameter class); ks.ha⁻¹ (density)

Korunovosť a štíhlostný koeficient

Na TVP I sa zistila, pri stromoch zaradených do prvej stromovej triedy (stromy predrastavé), priemerná korunovosť 60 % a štíhlostný koeficient 107. V druhej stromovej triede (str. tr.), čo predstavuje stromy úrovňové, je priemerná korunovosť 59 %. Priemerný štíhlostný koeficient v tejto str. tr. je 107. Pri tretej str. tr. je korunovosť 60 %, štíhlostný koeficient je 109. Štvrtá str. tr. nie je na tejto ploche zastúpená (tab. 4).

Tab. 4: Priemerná korunovosť a štíhlostný kvocient v stromových triedach na TVP I až III.
Average values of crown ratio¹ and slenderness ratio² according to tree classes³, PRP I–III

TVP I			TVP II			TVP III		
St. tr. ³	Ko (%) ¹	Š. k. ²	St. tr.	Ko (%)	Š. k.	St. tr.	Ko (%)	Š. k.
1	59	107	1	59	100	1	58	87
2	59	107	2	59	109	2	57	96
3	60	109	3	59	113	3	57	97
4	0	0	4	82	127	4	0	0

Captions: ³ – Tree classes according to POLANSKÁ (1955) (1 – dominant trees; 2 – co-dominant trees; 3 – intermediate trees; 4 – suppressed trees); ¹ – Crown length/Tree height ratio; ² – h/d ratio.

Na TVP II majú jedince v str. tr. 1 korunovosť 60 % a štíhlostný koeficient 100. V 2. str. tr. sú stromy charakterizované korunovosťou 59 % a štíhlostným koeficientom 109. Stromy nachádzajúce sa v str. tr. 3 majú hodnotu korunovosti 60 % a sú charakterizované štíhlostným koeficientom 113. Vo štvrtjej str. tr. sú dosiahnuté najvyššie hodnoty opísaných veličín v rámci všetkých plôch a to 82 % a 127 (tab. 4).

V rámci TVP III sa v prvej str. tr. zistila priemerná korunovosť 58 % a štíhl. koef. 87, v druhej str. tr. sú stromy charakterizované hodnotami 58 % a 96. V tretej str. tr. sú priemerné hodnoty 58 % a 97.

Vo všeobecnosti možno konštatovať, že najvyššie hodnoty korunovosti a štíhlostného koeficientu sa zistili na TVP II a najnižšie na TVP III (tab. 4).

DISKUSIA A ZÁVER

Podľa poznatkov získaných pri predchádzajúcich výskumoch (GUBKA 1995, 2002), funkčná účinnosť všetkých lesných ekosystémov, ktoré plnia požadované funkcie (ekologické, environmentálne, produkčné), vychádza z dostatočného počtu jedincov na konkrétnom stanovišti. Prvé ochranné pásma vodárenských nádrží majú byť tvorené ihličnatými drevinami (okrem smrekovca opadavého), hlavne smrekom, pričom jeho počet na jednotku plochy sa má pohybovať v rámci odporúčania príslušných HSLT (KOLEKTÍV 1982). Terajší stav a teda aj početnosť jedincov na hektár je v rámci dielca 29 výrazne rozdielny v závislosti od umiestnenia TVP.

Pri porovnaní zistenej hektárovej početnosti, kruhovej základne a zásoby s hodnotami udávanými v rastových tabuľkách nediferencovaných na zásobové úrovne pre príslušný vek porastov (35 r.) a bonitu (42), sa zistili výrazné rozdiely vo všetkých sledovaných vlastnostiach porastu. Hodnoty, ktoré udávajú rastové tabuľky, sú nasledovné: 1 429 ks.ha⁻¹, 41,4 m².ha⁻¹ a 381 m³.ha⁻¹. Pre porovnanie sú priemerné hodnoty za celý dielec nasledovné: 655 ks.ha⁻¹, 33,7 m².ha⁻¹ a 412 m³.ha⁻¹. Nižšia hodnota kruhovej základne je spôsobená nižším počtom stromov v dieleci a vyššia zásoba je spôsobená väčšími parametrami jednotlivých stromov.

Túto odlišnosť je možné odôvodniť skutočnosťou, že smrek zalesnený na poľnohospodárskych pôdach, v nižších nadmorských výškach v mladšom veku vykazuje výrazne lepšie rastové schopnosti ako na pôvodných stanovištiach (BALÁŠ et al. 2009; KACÁLEK, BARTOŠ 2002; NEUHÖFEROVÁ 2006). Vo vyššom veku, prípadne pri ďalších generáciách, však dochádza k chradnutiu a oslabeniu porastov, čo sa potvrdilo aj v našom prípade.

Na základe korunovosti a štíhlostného koeficienta vieme posúdiť podľa VOLOŠČUKA (2001) hodnotu statickej stability pre daný porast. Druhá str. tr., ktorá je najviac zastúpená a charakterizuje svojimi hodnotami celý porast, má priemernú hodnotu korunovosti 59 %. Na základe toho môžeme konštatovať, že porast je stredne stabilný. Štíhlostný koef. má hodnotu 104, čo je hodnota pre labilný porast. Podobné hodnoty vychádzajú aj pre ostatné stromové triedy. Vyskytujú sa len nevýrazné odchýlky od týchto hodnôt, ktoré nemenia celkové hodnotenie statickej stability porastu. Tento rozdiel medzi hodnotami korunovosti a štíhlostného koe-

ficientu môžeme odôvodniť tým, že porast je vplyvom absencie pestovných opatrení preštiehľený, ale koruny jednotlivých stromov sú priemerne dlhé, ale preriedené. Celkovo môžeme statickú stabilitu porastu aj na základe metodiky VOLOŠČUKA (2001) charakterizovať ako nízku.

Na základe získaných poznatkov, informácií z literatúry a aj zo skúseností z iných vodárenských nádrží (GUBKA, SÝKORA nepublikované) možno odporúčať:

- uvážené vyrúbanie jedincov s nízkym stupňom statickej stability (preštiehľené a ohnuté jedince),
- diferencovanie – podľa zistených štruktúry porastu realizovať výchovné zásahy za účelom zachovania čo najväčšej dĺžky korún (citlivo realizovaná nemecká podúrovňová prebierka stupňa B alebo C),
- pri pestovne zanedbaných častiach použiť nemeckú podúrovňovú prebierku stupňa C, prípadne aj úrovňovú nemeckú stupňa D,
- neznížiť výchovnými opatreniami na dlhšiu dobu zápoj porastov (ideálny zápoj pre tieto porasty je 0,8),
- všetky vyrúbané jedince a organickú hmotu dôsledne odstrániť z I. OP.

V rámci výskumu je potrebné systematicky sledovať vývoj štruktúry porastu a jej vplyv na množstvo spadnutých zrážok na plochu porastu, na intercepciu, povrchový a podpovrchový odtok, teda na celkovú funkčnosť porastov v OP I. stupňa. Na základe zistených skutočností je potrebné odporúčať vhodné opatrenia pre lesnícku prevádzku tak, aby v maximálnom rozsahu zabezpečovali požiadavky spoločnosti na produkciu kvality a kvantity pitnej vody (GUBKA 2002; KANTOR 1993).

LITERATÚRA

- BALÁŠ M., VACEK S., HATLAPATKOVÁ L., ZADINA J. 2009. Hniloby v porostech založených na bývalých zemiedelských pôdach. In: Zborník Pestovanie ako nástroj cieľavedomého využívania potenciálu lesov, NLC Zvolen: s. 330-340.
- GUBKA K. 1995. Stav porastov a odporúčané výchovné opatrenia v I PHO vodárenskej nádrže Hriňová. Acta Fac. For., Zvolen XXXVII: s. 75-83.
- GUBKA K. 1997. Optimalizácia výchovy lesných porastov s vodohospodárskou funkciou. TU Zvolen, ZS E6: s. 2-25.
- GUBKA K. 2002. Štruktúra a výchovné opatrenia v smrekovom poraste so západnou expozíciou v I. PHO vodárenskej nádrže Klenovec. Acta Fac. For., Zvolen 44: s. 59-70.
- HANČINSKÝ L. 1972. Lesné typy Slovenska. Príroda, Bratislava: 307 s.
- JAKUBIS M., TRNAVSKÝ P. 2000. Výskum prítokov vodárenskej nádrže Klenovec z hľadiska stupňa ustálenosti korýt. Acta Fac. For., XLII, Zvolen: s. 355-366.
- KACÁLEK D., BARTOŠ J., 2002: Problematika zalesňování neproduktivních zemědělských pozemků v České republice. In Současné trendy v pěstování lesů. Sborník referátů, Kostelec nad Černými lesy, KPLLF ČZU Praha: s. 39-45.
- KANTOR P. 1993. Zásady pěstování lesů v povodí plánované vodárenské nádrže Tichý Potok (Levočské pohorie). In: Zborník Lesníctvo a výskum v meniacich sa ekologických a ekonomických podmienkach v SR, LVÚ Zvolen: s. 93-102.

- NEUHÖFEROVÁ P. 2006. Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Sborník referátů, Kostelec nad Černými lesy, Praha, Opočno, VS VÚLHM Ji-loviště-Strnady: s. 107-115.
- OTTO H. J. 1994. Waldökologie. Eugen Ulmer, Stuttgart: 391 s.
- PETRAŠ R., PAJTIK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. Lesnícky časopis, 37, 1: s. 49-56.
- POBEDINSKIJ A., KREČMER V. 1984. Funkce lesů v ochraně vod a půdy. SZN Praha: 256 s.
- POLANSKÝ B. et al. 1955. Pěstění lesů II. SZN Praha: 427 s.
- RÉH J. 1993. Hospodárenie v účelových lesoch. TU Zvolen: 213 s.
- RÉH J. 1999. Pestovanie účelových lesov. ES TU Zvolen: 218 s.
- SANIGA M. 2007. Pestovanie lesa. LF TU Zvolen: 247 s.
- ŠACH F., KANTOR P., ČERNOHOUS V. 2007. Metodické postupy obhospodarování lesů s vodohospodářskými funkcemi. Recenzované metodiky pro praxi. Lesnický průvodce č. 1, VÚLHM Strnady: 25 s.
- ŠMELKO Š. 2000. Dendrometria, Vysokoškolská učebnica, ES TU Zvolen: 118 s.
- VALTYNI J. 1986. Vodohospodársky a vodoochranný význam lesa. In: Lesnícke štúdie 38: 68 s.
- VOLOŠČUK I. 2001. Teoretické a praktické problémy ekologickej stability lesných ekosystémov. Vedecké štúdie, TU Zvolen: 90 s.
- KOLEKTÍV. 2003. LHP 2003-2012 pre LHC Klenovec.
- KOLEKTÍV. 1982. Metodické pokyny MLVH SSR z 13. augusta 1982 č. 6184/82-5/161-160. Postup pri obhospodarování lesov v ochranných pásmach vodných zdrojov. 1. www.ciernybalog.sk/download_file_f.php?id=50958 [Cit. 2011-02-12], (www1).

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol s podporou grantovej agentúry VEGA projekt č. 1/0809/09.

Adresa autorov:

Ing. Jozef Špišák,

Ing. Ján Pittner, Ph.D.,

Katedra pestovania lesa,

Lesnícka fakulta,

Technická univerzita vo Zvolene,

T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

e-mail: spisak@vsld.tuzvo.sk, pittner@vsld.tuzvo.sk

**SÚČASNÝ STAV MLADÉHO SMREKOVÉHO PORASTU
V I. OCHRANNOM PÁSME VODÁRENSKEJ NÁDRŽE MÁLINEC**

**CURRENT STATUS OF YOUNG NORWAY SPRUCE STAND
IN IST BUFFER ZONE OF MÁLINEC WATER RESERVOIR**

KAROL GUBKA

ABSTRACT

*The paper deals with an analysis of structure of 15-year-old Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) stand located in Ist buffer zone of water reservoir Málinec. The monitored stand was established by artificial reforestation in the past. Three partial plots (0.1 ha each) were established within 0.3 ha permanent research plot. The change of structure and functional effectiveness according to realized silvicultural operations will be monitored on above-mentioned plots. We have marked the strong intensity low thinning on the plot C, the crown thinning with positive preference (method of candidates) on the plot B. Third partial plot (A) was left with no silvicultural intervention and it serves as a control treatment. According to results of analysis of biometrical variables we can state that the differences among average values of height, diameter, crown height and number of individuals achieved on individual plots show no statistical significance.*

Keywords: stand structure, Norway spruce, buffer zone of water resources, functionality

Kľúčové slová: štruktúra porastu, smrek, ochranné pásmo vodných zdrojov, funkčnosť

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Otázka pitnej vody sa stáva celosvetovým problémom. Voda pokrýva vyše 70 % povrchu našej planéty, ale iba 3 % tvorí sladká voda a iba 1 % je použiteľná na pitie. Väčšina tejto vody sa nachádza v podzemných zdrojoch. Významný vplyv na kvalitu a kvantitu dostupnej pitnej vody majú lesné ekosystémy. S ohľadom na globálne zmeny klímy, v dôsledku ktorých sa predpokladá zvýšený výskyt a intenzita povodní, nadobúda plnenie vodohospodárskej funkcie lesa čoraz väčší význam. Väčšina autorov, ktorí sa zaoberajú problematikou les – voda, sa zhoduje v tom, že lesné spoločenstvá významnou mierou regulujú kolobeh vody v prírode. Lesné porasty znižujú odtokové maximá a zvyšujú minimálne prietoky, v dôsledku čoho sa dosahuje vyrovnanosť zásob vodných zdrojov (KREČMER 1985, VALTYNI 1986, POBEDINSKIJ, KREČMER 1984, RÉH 1997, GUBKA 1997, 2002, MAYER, OTT 1991, KANTOR 1984).

Kvalita pitnej vody najmä v povrchových zdrojoch je negatívne ovplyvňovaná eróznou činnosťou zrážok. Plaveniny a splaveniny, ktoré sa dostávajú do zdrojov pri intenzívnom povrchovom odtoku vody, zhoršujú na jednej strane chemizmus vôd (kvalitu), na druhej strane zanášajú teleso nádrže, čím znižujú zásobu vody (kvantitu) (POBEDINSKIJ, KREČMER 1984, RÉH 1997).

Vo všeobecnosti lesy plnia hydrickú a hydrologickú funkciu. Z praktického hľadiska je potrebné obhospodarovať lesné ekosystémy tak, aby bola v maximálnej

miere zabezpečená kvalitatívna a kvantitatívna účinnosť porastov. Kvalitatívna funkčná účinnosť spočíva vo vplyve lesa na prechod atmosférických zrážok do pôdy. Výsledkom je premena povrchového odtoku na podpovrchový alebo podzemný. Kvantitatívna funkčná účinnosť spočíva v akumulácii vody pre postupný odtok. Ide o zabezpečenie dostatočného množstva disponibilnej vody (RĚH 1997). Kvantitatívna a kvalitatívna funkčná účinnosť je ovplyvňovaná lesnatosťou povodia, drevinovým zložením, hospodárskym tvarom lesa, hospodárskym spôsobom, technologickými postupmi pri výchove a obnove porastov, atď.

S ohľadom na funkčné zameranie ekosystémov v povodiach vodárenských nádrží a na zabezpečenie kvality vody sa v intenciách Zákona o vodách č. 364/2004 Z.z. vymedzujú ochranné pásma (OP). Pri odbere z povrchových zdrojov (vodárenské nádrže) sa vytyčujú spravidla tri ochranné pásma (Vyhláška č. 398/2002 Z.z.)

V znení Vyhlášky 398/2002 Z.z. slúži OP I. stupňa vodárenskej nádrže (VN) na ochranu celej vodárenskej nádrže, vrátane príbrežného ochranného pásma nad maximálnou hladinou vody v nádrži a na ochranu územia pozdĺž významných prítokov do nádrže. I. OP tu zabezpečuje tvorbu podmienok pre dobrý vývoj akosti vody. V I. OP sa odporúča vysoké zastúpenie ihličnanov (mimo smrekovca opadavého). V podmienkach Slovenska a konkrétne aj VN Málinec sa preferuje smrek obyčajný (*Picea abies* (L.) Karst.).

Cieľom tejto práce je analýza súčasnej štruktúry funkčne účinného mladého smrekového porastu v OP I. stupňa VN Málinec. Ide o východiskový stav pre budúce sledovanie dynamiky vývoja a funkčnej účinnosti porastu vplyvom uplatňovania rôznych metód výchovy.

MATERIÁL A METODIKA

Vodárenská nádrž Málinec sa nachádza v západnej časti Slovenského Rudohoria. Patrí do povodia Hrona – čiastkové povodie Ipeľ. Skúmaná lokalita je budovaná kryštalinikom prvotného veku, ktoré reprezentujú najmä granitoidy. Priemerné ročné teploty a zrážky sú ovplyvňované veľkými výškovými rozdielmi v sledovanej oblasti (absolútny spád povodia Ipeľa po VN Málinec je 764 m). Priemerná ročná teplota je 6,9 – 8,6 °C, priemerný ročný úhrn zrážok je od 680 do 1100 mm (Všeobecná časť LHP pre LHC Málinec). Vlastná VN Málinec bola daná do prevádzky v roku 1994. Povodie má výmeru 81,54 km²; nadmorská výška VN je 306,0 – 346,5 m n. m.; objem VN – 25,113 mil.m³; maximálny vodný odber 560 l/s; zatopená plocha nádrže 147,99 ha.

Modelový porast je v dielci 900a00, na ľavej strane VN. Smrek obyčajný (*Picea abies* (L.) Karst.) bol obnovený umelo v štvorcovom sponi 2 x 2 m. V západnej časti porastu bola založená trvalá výskumná plocha (TVP). Opis porastu: Vek 15 rokov; zakmenenie 1; expozícia Z; sklon 40%; lesný typ: 3315 (kamenitá papradinová bučina) - 50%, 2306 (lipnicová buková dúbava s chlpaňou) - 30%, 3304 (medničková dubová bučina) - 20%; zastúpenie: SM 60%, HB 20%, BR 10%, CR 10%; pôda: balvanitá plytká. Porast v rastovej fáze mladiny až žrdkoviny.

TVP má výmeru 60 x 50 m (0,3 ha) a je rozčlenená linkami na 3 čiastkové plochy (ČP). S ohľadom na konfiguráciu terénu, smer radov smreka pri výsadbe a rozčlenenie TVP na čiastkové plochy, sú výmery čiastkových plôch nasledovné: ČP A má 0,1087 ha, ČP B má 0,1000 ha a ČP C má 0,0913 ha. Na ČP B bol vyznačený úrovňový zásah s pozitívnym výberom pre 450 čakateľov na ha a na ČP C bola vyznačená silná nemecká podúrovňová prebierka (stupeň C). ČP A ostáva bez zásahu ako kontrolná. Na čiastkových plochách sa evidoval:

- druh dreviny,
- hrúbka vo výške 1,3 m (s presnosťou na 1 mm),
- výška stromu (0,5 m),
- výška nasadenia živej koruny (0,5 m),
- šírka koruny – štyri polomery kolmo na seba (0,1 m),
- biosociologické postavenie stromov podľa Nemeckých výskumných ústavov (SCHWAPACH 1902 in KORPEL 1991),
- kvalita kmeňa (4 stupne) (PRIESOL 1988),
- kvalita koruny podľa veľkosti a symetrie (5 stupňov):
 1. koruna dostatočne dlhá (2/3 výšky a viac), symetrická,
 2. koruna dostatočne dlhá (2/3 výšky a viac), asymetrická,
 3. koruna priemernej dĺžky (1/3 – 2/3 výšky), symetrická,
 4. koruna priemernej dĺžky (1/3 – 2/3 výšky), asymetrická,
 5. koruna krátka (menej ako 1/3 výšky), nepravidelná, chradnúca.

Zo získaných údajov bol vypočítaný aritmetický priemer a smerodajná odchýlka niektorých biometrických znakov, zásoba, kruhová základňa, štíhlostný koeficient, korunovosť a kvalita koruny a kmeňa. Zásoba bola vypočítaná podľa tabuliek PETRAŠ, PAJTIK (1991). Erózia na TVP bola posudzovaná len vizuálne.

VÝSLEDKY

Na trvalej výskumnej ploche bolo v prepočte na 1 ha zistených 4 411 jedincov z čoho 65,4% boli smrek (2 883 ks/ha) a 34,6% (1 528 ks/ha) boli ostatné dreviny. Tieto boli zastúpené najmä lieskou obyčajnou (*Corylus avellana* L.), vrbou rakyťou (*Salix caprea* L.), hrabom obyčajným (*Carpinus betulus* L.) a v spodných častiach plochy aj agátom bielym (*Robinia pseudoacacia* L.). Z tabuľky 1 je zrejmé, že maximum výskytu ostatných (listnatých) drevín je v III. resp. IV. stromovej triede. V I. stromovej triede sme zistili len niekoľko kvalitných rakýt a agátov. S ohľadom na ekologické podmienky stanovišťa sa živé jedince listnáčov v V. stromovej triede nenachádzajú.

Početnosť smreka na čiastkových plochách v prepočte na 1 ha len veľmi málo osciluje okolo počtu na celej TVP. Na ČP A je 2 998 ks/ha čo je len o 4,0% viac a na ČP B je 2 770 ks/ha o 3,9% menej ako na celej TVP. Rozdiely v početnosti sú štatisticky nevýznamné.

V rámci vertikálnej výstavby je maximum jedincov smreka na TVP (74%) aj ČP (69 až 78%) sústredených v I. stromovej triede, t.j. ide o jedince úrovňové s normálnou korunou a tvárnym kmeňom. Pomerne vysoké zastúpenie (19 až 24%) majú aj jedince ustupujúce – čiastočne zatienené (III. stromová trieda).

Tab. 1: Početnosť smreka N (SM) a ostatných drevín N (OST) združeného porastu na TVP Málinec podľa stromových tried
Stem density of Norway spruce N (NS) and other tree species N (OTH) in permanent research plot (PRP) Málinec according to tree classes

Stromová trieda ¹⁾	Čiastková plocha A ²⁾						Celkom ⁷⁾
	N (SM) ³⁾	% spolu ⁴⁾	% celkom ⁵⁾	N (OST) ⁶⁾	% spolu ⁴⁾	% celkom ⁵⁾	
I.	2069	69,0	54,4	55	6,8	1,4	2124
II.	37	1,2	1,0	0	0,0	0,0	37
III.	708	23,6	18,6	331	40,9	8,7	1039
IV.	110	3,7	2,9	423	52,3	11,1	533
V.	74	2,5	1,9	0	0,0	0,0	74
Spolu ⁸⁾	2998	100,0	78,8	809	100,0	21,2	3807
Stromová trieda	Čiastková plocha B						Celkom
	N (SM)	% spolu	% celkom	N (OST)	% spolu	% celkom	
I.	2150	77,6	47,2	40	2,2	0,9	2190
II.	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
III.	530	19,1	11,6	1210	67,6	26,5	1740
IV	70	2,5	1,5	540	30,2	11,8	610
V	20	0,7					
Spolu ⁸⁾	2770	100,0	60,7	1790	100,0	39,2	4560
Stromová trieda	Čiastková plocha C						Celkom
	N (SM)	% spolu	% celkom	N (OST)	% spolu	% celkom	
I.	2192	76,0	45,1	55	2,8	1,1	2247
II.	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
III.	558	19,4	11,5	1589	80,1	32,7	2147
IV.	132	4,6	2,7	340	17,1	7,0	
V..	0	0	0	0	0	0	0
Spolu	2882	100,0	59,2	1984	100,0	40,8	4866
Stromová trieda	TVP Málinec (A+B+C)						Celkom
	N (SM)	% spolu	% celkom	N (OST)	% spolu	% celkom	
I.	2137	74,1	48,5	50	3,3	1,1	2187
II.	12	0,4	0,3	0	0,0	0,0	12
III.	599	20,8	13,5	1043	68,3	23,7	1642
IV.	104	3,6	2,4	434	28,4	9,8	538
V.	31	1,1	0,7	0	0,0	0,	31
Spolu	2883	100,0	65,4	1528	100,0	34,6	4411

¹⁾ Tree class, ²⁾ Subplot, ³⁾ N (NS), ⁴⁾ % together, ⁵⁾ % total, ⁶⁾ N (OTH), ⁷⁾ Total, ⁸⁾ Together

Na obidvoch čiastkových plochách, ktoré boli zasahované, sa do zásahu vyznačili aj všetky listnáče (100%). Na čiastkovej ploche B, kde bola vyznačená prebierka metódou čakateľov a bol uplatnený maximálne 2 stupeň miery pomoci, bola sila zásahu v smrekovom poraste 22,0 % z počtu 610 ks/ha. Pre celý združený porast na ČP B bola sila zásahu až 52,6 % z počtu (tab. 2). Na čiastkovej ploche C, kde bola vyznačená silná podúrovňová prebierka a do zásahu boli vyznačené všetky listnáče, bola sila zásahu v pomere k celému združenému porastu na úrovni 50,7 % a v smrekovom súbore vo výške 16,8 % z počtu. S ohľadom na potrebu krytia pôdy a zabezpečenia protieróznej funkcie boli niektoré životaschopné jedince smreka nižších stromových tried (hrúbkových stupňov) ponechané v poraste.

Tab. 2: Zmena početnosti drevín (ks.ha⁻¹) vplyvom vyznačeného zásahu na čiastkovej ploche B (TVP Málinec)
Change of stem density (trees.ha⁻¹) after the tending intervention in partial plot B (PRP Málinec)

d _{1,3} ¹⁾		Pred zásahom ²⁾		Zásah ³⁾		Po zásahu ⁴⁾		
		SM ⁵⁾	OST ⁶⁾	SM	OST	SM	SM čakateľa ⁷⁾	OST
2		20	1470	0	1470	20	0	0
4		150	230	10	230	140	0	0
6		420	80	40	80	380	0	0
8		690	10	140	10	550	20	0
10		790	0	250	0	540	150	0
12		570	0	130	0	440	190	0
14		100	0	30	0	70	80	0
16		30	0	10	0	20	20	0
Spolu ⁸⁾	ks	2770	1790	610	1790	2160	460	0
	%	100,0	100,0	22,0	100,0	88,0	16,6	0,0
		100,0		52,6		47,4		

¹⁾ DBH, ²⁾ Before intervention, ³⁾ Intervention, ⁴⁾ After intervention, ⁵⁾ NS, ⁶⁾ OTH., ⁷⁾ NS candidate ⁸⁾ Together

Zakmenenie združeného porastu z počtu vypočítané pre smrek vo veku 15 rokov a bonitu 42 je 0,53. V podstate by malo byť ešte nižšie, nakoľko v zalesňovacom projekte sa udáva 2 500 sadeníc smreka na 1 ha. Prakticky sa vysádzalo oveľa viac.

Priemerná hrúbka na sledovanej TVP sa pohybuje na sledovaných čiastkových plochách od 8,9 ± 2,7 cm do 9,4 ± 2,4 cm (tab. 3). Rozdiely sú štatisticky nevýznamné (tab. 4).

Najväčšie rozdiely boli zistené pri evidencii výšky, kde sa priemerné výšky pohybujú v rozpätí od 8,4 ± 2,2 m do 9,6 ± 2,8 m (tab. 3). Rozdiely však nie sú štatisticky významné. Podobná situácia bola zistená aj pri analýze výšok nasadenia koruny.

Tab. 3: Priemerné hodnoty biometrických znakov pred a po zásahu na čiastkových plochách (TVP Málinec)

Mean values of biometric characteristics before and after the tending intervention in partial plots (PRP Málinec)

Tranzekt ¹⁾		A	B		C	
		Kontrolná ²⁾	Pred zás. ³⁾	Po zás. ⁴⁾	Pred zás.	Po zás.
d _{1,3} (cm) ⁵⁾	x	8,92	9,33	9,51	9,41	9,69
	s _x	2,76	2,83	2,92	2,41	2,37
h (m) ⁶⁾	x	8,37	9,65	9,76	9,05	9,33
	s _x	2,22	2,77	2,87	2,44	2,34
h _{nas} (m) ⁷⁾	x	0,66	0,78	0,74	0,66	0,62
	s _x	0,32	0,39	0,36	0,34	0,31
štíhlostný koeficient ⁸⁾	x	96,29	104,80	104,15	96,41	95,39
	s _x	13,01	11,43	11,05	9,96	10,67
dĺžka koruny (m) ⁹⁾	x	7,71	8,93	9,15	8,04	8,22
	s _x	2,2	2,66	2,67	2,97	2,91
korunovosť (%) ¹⁰⁾	x	91,6	92,7	93,9	88,9	88,2
	s _x	12,2	13,7	12,7	14,1	12,9
šírka koruny (m) ¹¹⁾	x	3,09	2,7	2,76	2,78	2,83
	s _x	0,88	0,79	0,8	0,82	0,87

¹⁾ Transect, ²⁾ Control, ³⁾ Before intervention, ⁴⁾ After intervention, ⁵⁾ DBH, ⁶⁾ Height, ⁷⁾ Height of crown base, ⁸⁾ Slenderness ratio, ⁹⁾ Crown length, ¹⁰⁾ Crown ratio ¹¹⁾ Crown size
x – aritmetický priemer (average), *Sx* – smerodajná odchylka (standard deviation)

Hodnoty, ktoré sú uvedené v tab. 4 poukazujú na štatisticky nevýznamné rozdiely (testované F-testom) v biometrických znakoch medzi jednotlivými čiastkovými plochami. Potvrdila sa tým homogenita porastu na danom stanovišti.

Tab. 4: Základné parametre analýzy variancie pre biometrické znaky na TVP Málinec
Basic parameters of analysis of variance for the biometric characteristics in PRP Málinec

Dendr. veličina ¹⁾	MS _{faktor}	MS _{reziduál}	F	p-level F
d _{1,3} ²⁾	2,41	7,25	0,332	0,718
H ³⁾	18,37	6,2	2,964	0,054
h _{nas} ⁴⁾	0,185	0,124	1,278	0,281

¹⁾ Dendrometric value, ²⁾ DBH, ³⁾ Height, ⁴⁾ Height of crown base

Vzájomný vzťah výšky stromu a hrúbky je prezentovaný štíhlostným koeficientom. Štíhlostný koeficient je pomerne dobrý ukazovateľ statickej stability porastov. Vo všeobecnosti sa smrekové porasty so štíhlostným koeficientom okolo hodnoty 80 pokladajú za relatívne stabilné. Z tabuľky 3 je zrejmé, že hodnoty štíhlost-

ného koeficientu sú vyššie, čo by mohlo mať pri zanedbaní pestovnej starostlivosti zásadný vplyv na rozvrátenie týchto spoločenstiev.

Ďalším dôležitým znakom statickej stability je veľkosť koruny. Na čiastkových plochách A – C sú koruny v rozpätí od 89 % do 94 % priemernej výšky smreka v poraste pred zásahom (tab. 3).

Vyznačený zásah na čiastkových plochách B a C sa prejavil aj na zmenách priemerných hodnôt kvantitatívnych biometrických znakov (tab. 3).

Zásoba združeného porastu zistená na sledovanej ploche (33,44 m³) je vyššia ako uvádzajú Rastové tabuľky pre smrek vo veku 15 rokov pre bonitu 42 (25,0 m³). Zakmenenie má hodnotu 1,34, čo je podstatne viac, ako bolo vypočítané zakmenenie z počtu (tab. 5). Zásoba zistená na jednotlivých čiastkových plochách sa líši len o cca 4 % v porovnaní s priemernou zásobou združeného porastu na TVP. Sila zásahu v smreku na čiastkovej ploche B bola 22,0 %, čím sa znížila zásoba na 25,06 m³ (zakmenenie 1,0). Na čiastkovej ploche C bola vyznačená v smreku prebierka so silou 16,7 %. Na tejto ČP sa znížila zásoba na 27,84 m³ (zakmenenie 1,1).

Podobná situácia ako bola zistená pri zásobe porastu na TVP Málinec, je aj pri kruhovej základni. Vypočítaná kruhová základňa na čiastkových plochách (v prepočte na 1 ha) je vyššia ako udávajú Rastové tabuľky (18,3 m²). Zakmenenie vypočítané z kruhovej základne pre celú TVP pred zásahom má hodnotu 1,13, po zásahu klesla priemerná hodnota na 0,99. Na čiastkovej ploche B bolo prebierkou vyznačené 4,92 m²/ha, čo predstavuje 25,1 % silu zásahu (tab. 5). Zakmenenie smreka bolo znížené na 0,80. Na ČP C bolo znížené zakmenenie z kruhovej základne na 0,97.

Tab. 5: Zásoba a kruhová základňa smreka na čiastkových plochách (TVP Málinec)
Growing stock and basal area of Norway spruce in partial plots (PRP Málinec)

Čiastková plocha ¹⁾	Zásoba (m ³ /ha) ²⁾				Kruhová základňa (m ² /ha) ³⁾			
	Pred ⁴⁾ zásahom	Zásah ⁵⁾ m ³	Zásah %	Po ⁶⁾ zásahu	Pred zásahom	Zásah m ²	Zásah %	Po zásahu
A	34,77	--	--	34,77	20,90	--	--	20,90
B	32,13	7,08	22,0	25,05	19,63	4,92	25,1	14,71
C	33,43	5,59	16,7	27,84	21,55	2,47	11,5	19,08
TVP ⁷⁾	33,44	4,22	12,6	29,22	20,69	2,46	11,9	18,23

¹⁾ Subplot, ²⁾ Volume, ³⁾ Basal area, ⁴⁾ Before intervention, ⁵⁾ Intervention, ⁶⁾ After intervention, ⁷⁾ PRP

Produkčná funkcia je v porastoch ochranného pásma I. stupňa vodárenských nádrží sekundárna. Je však známy poznatok, že kvalitné zdravé jedince sú spravidla funkčne účinnejšie ako nekvalitné. Kvalita kmeňov smrekov je daná geneticky. Potvrďuje sa to aj na príklade 15 ročného smrekového porastu na TVP Málinec. V 1. stupni kvality kmeňa sme zistili 53,6 % jedincov. Len 8,7 % jedincov malo nekvalitný kmeň (4. stupeň kvality). V mladých porastoch smreka je potrebné klásť

väčší dôraz na kvalitu a vitalitu korún smreka, ako na kvalitu kmeňa. Zabezpečuje sa tým zvýšená statická stabilita, funkčná účinnosť a zvýšená fotosyntéza (prírastok). V konkrétnom poraste smreka, na čiastkových plochách A - C bolo v I. stupni kvality koruny zistených 69,9 % (ČP A) resp. až 79,8 % (ČP B) jedincov (tab. 6). V priemere na celej TVP malo 2 184 stromov (75,7 %) kvalitnú korunu. Je reálny predpoklad, že pri nerealizovaní vyznačených zásahov dôjde veľmi prudko k zhoršovaniu kvality korún. Príčina bude v kompetičnom a alelopatickom tlaku listnáčov, v skracovaní korún v dôsledku zhoršenia svetelného režimu a vnútro-druhovej konkurencii.

Tab. 6: Analýza kvality koruny na čiastkových plochách (TVP Málinec) podľa stromových tried
Analysis of crown quality in partial plots (PRP Málinec) according to the tree classes

Stromová trieda ¹⁾	Kvalita koruny ²⁾	Čiastková plocha A ³⁾		Čiastková plocha B		Čiastková plocha C		TVP ⁴⁾	
		N	% spolu ⁵⁾	N	% spolu	N	% spolu	N	% spolu
I.	1	1931	93,4	1980	92,1	2082	95,0	1998	93,5
	2	129	6,2	150	7,0	110	5,0	129	6,1
	3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	4	9	0,4	0	0,0	0	0,0	3	0,1
	5	0	0,0	20	0,9	0	0,0	7	0,3
	Spolu	2069	100,0	2150	100,0	2192	100,0	2137	100,0
II.	1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,00
	2	37	100,0	0	0,0	0	0,0	12	100,0
	3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Spolu	37	100,0	0	0,0	0	0,0	12	100,0
III.	1	166	23,4	230	43,4	153	27,5	183	30,6
	2	395	55,8	270	50,9	362	64,7	342	57,1
	3	92	13,0	0	0,0	0	0,0	31	5,1
	4	55	7,8	0	0,0	44	7,8	33	5,5
	5	0	0,0	30	5,7	0	0,0	10	1,7
	Spolu	708	100,0	530	100,0	559	100,0	599	100,0
VI.	1	0	0,0	0	0,0	11	8,3	4	3,5
	2	37	33,4	20	28,6	44	33,3	34	32,3
	3	37	33,3	10	14,3	0	0,0	16	15,0
	4	37	33,3	40	57,1	77	58,3	51	49,2
	5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Spolu	110	100,0	70	100,0	132	100,0	104	100,0

V.	1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	5	74	100,0	20	100,0	0	0,0	31	100,0
	Spolu	74	100,0	20	100,0	0	0,0	31	100,0
Celkom ⁶⁾	1	2096	69,9	2210	79,8	2247	78,	2184	75,8
	2	598	19,9	440	15,9	515	17,8	518	18,0
	3	129	4,3	10	0,4	0	0,0	46	1,6
	4	101	3,4	40	1,4	121	4,2	87	3,0
	5	74	2,5	70	2,5	0	0,0	48	1,6
	Spolu	2998	100,0	2770	100,0	2882	100,0	2883	100,0

¹⁾ Tree class, ²⁾ Crown quality, ³⁾ Subplot A, ⁴⁾ PRP, ⁵⁾ % together, ⁶⁾ Total

Na kontrolnej čiastkovej ploche (A) sme zistili na 14,7% jedincoch prvky, ktoré môžu perspektívne znížiť funkčnú účinnosť ekosystémov (tab. 7). Zo 441 znehodnocujúcich prvkov je 62,5% zapríčinené vonkajšími vplyvmi a 37,5% je viac menej genetického pôvodu.

Tab. 7: Evidencia znakov, ktoré znižujú kvalitu a funkčnú účinnosť smrekového porastu na čiastkovej ploche A (TVP Málinec)

Characteristics decreasing the quality and functionality of spruce stand in partial plot A (PRP Málinec)

Stromo- v trieda ¹⁾	Dvoják ²⁾		Krivý ³⁾		Lúpanie ⁴⁾		Mech. pošk. ⁵⁾		Suchý ⁶⁾		Vidlica ⁷⁾		Ohnutý vrch. ⁸⁾		Vidlica v kor. ⁹⁾		Cel- kom ¹⁰⁾
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
1	0	0,0	0	50,0	18	25,0	46	33,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	64
2	18	100,0	9	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9	33,3	18	33,3	18	40,0	73
3	0	0,0	9	50,0	37	50,0	64	46,7	0	0,0	18	66,7	28	50,0	28	60,0	185
4	0	0,0	0	0,0	18	25,0	28	20,0	0	0,0	0	0,0	9	16,7	0	0,0	55
5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	64	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	64
Poškode- né spo- lu ¹¹⁾	18	100,0	18	100,0	74	100,0	138	100,0	64	100,0	28	100,0	55	100,0	46	100,0	441
% z po- škode- ných ¹²⁾		4,1		4,1		16,7		31,3		14,6		6,3		12,5		10,4	100,0
% z cel- kového počtu ¹³⁾		0,06		0,06	40,6	2,5		4,6		202		0,09		1,8		1,5	2998
% poškodených z celkového počtu ¹⁴⁾ 14,7																	

¹⁾ Tree class, ²⁾ Forked tree, ³⁾ Scrag, ⁴⁾ Bark peeling, ⁵⁾ Mechanical damage, ⁶⁾ Snag, ⁷⁾ Crotch, ⁸⁾ Bent tree, ⁹⁾ Crotch in crown, ¹⁰⁾ Total, ¹¹⁾ Damaged together, ¹²⁾ % of damaged, ¹³⁾ % of total trees, ¹⁴⁾ % damaged of total trees

DISKUSIA A ZÁVER

Funkčnú účinnosť lesných ekosystémov najlepšie plnia spoločenstvá, ktoré majú dlhodobu vhodnú štruktúru (KORPEL 1991, GUBKA 1997). Neznamená to, že sa porasty nebudú pestovne usmerňovať. Obzvlášť smrekové porasty, ktoré neboli zasahované majú tendenciu tvoriť vertikálne nivelizovanú výstavbu, ktorú KORPEL (1991), KORPEL, SANIGA (1993), PITTNER (2007, 2008) a iní, pokladajú pri porovnaní s prírodnými smrekovými porastami v štádiu optima, za najlabilnejšiu.

Mladý porast smreka obyčajného s prímiesou listnatých drevín (lieska obyčajná, vŕba rakyta, hrab obyčajný, agát biely...) sa v súčasnosti javí ako stabilný a funkčne účinný. Pri 40 % sklone (a viac) nie je vidieť žiadne prvky vodnej erózie.

Analýzou kvantitatívnych biometrických znakov sa zistilo, že súčasná početnosť smreka je nižšia ako uvádzajú Rastové tabuľky (KOLEKTÍV 1992a, 1992b) ale je vyššia ako predpisoval Zalesňovací projekt (2 500 ks/ha v sponě 2 x 2 m). Priemerné hodnoty hrúbok a výšok sú porovnateľné s tabuľkovými. Priemerné hodnoty štíhlostného koeficientu oscilujú okolo hodnoty 100. Statická stabilita ekosystému je ovplyvňovaná aj veľkosťou korún. Na sledovanej TVP Málinec a jednotlivých čiastkových plochách je výška nasadenia korún na úrovni 0,6-0,8 m, z čoho vyplýva, že živé koruny zaberajú v priemere cca 90 % výšky stromov (porastu).

Zásoba aj kruhová základňa smreka je vyššia ako udávajú Rastové tabuľky. Vyznačenými zásahmi (na ČP B bola vyznačená prebierka metódou čakateľov a na ČP C bola vyznačená silná podúrovňová nemecká prebierka, stupeň C) sa znížila zásoba, kruhová základňa aj zakmenenie. Na ČP B bola uplatnená v smrekovom súbore prebierka o sile 22,0 % zo zásoby 25,1 % z kruhovej základne a 22,0 % z počtu. Na ČP C bola vyznačená prebierka o sile 16,7 % zo zásoby 11,5 % z kruhovej základne a 16,8 % z počtu. Celková sila prebierok vypočítaná z počtu, pri vyznačení všetkých listnáčov je na oboch ČP vyše 50 %.

I. OP vodárenských nádrží má byť tvorené najmä ihličnatými drevinami. Preferovaný je smrek obyčajný. Listnáče (v našom prípade najmä agát biely a lieska obyčajná) významne obohacujú pôdy dusíkom, čo sa môže negatívne prejaviť na kvalite vody. Opodstatnené silnejšie zásahy v mladom veku sú prípustné bez podstatného ohrozenia stability a funkčnej účinnosti porastov (KORPEL 1991, SANIGA 2007, SLODIČÁKI a kol. 2010). V smrekových spoločenstvách sa tak zabezpečí vyšší svetlostný efekt, spomalí sa odumieranie vetiev spodných praslénov, zvýši sa individuálna aj kolektívna stabilita ekosystému.

Skúsenosti z iných - starších vodárenských nádrží na Slovensku (GUBKA 1997, 2002), kde bola zanedbaná pestovná starostlivosť o porasty v I. OP významným spôsobom upozorňujú na potrebu koncepčného a nepretržitého usmerňovania štruktúry týchto jedinečných ekosystémov.

POĎAKOVANIE

Výskum, výsledky ktorého sú prezentované v tejto práci bol krytý z prostriedkov projektu VEGA 1/0809/09.

LITERATÚRA

- GUBKA K. 1997. Optimalizácia výchovy lesných porastov s vodohospodárskou funkciou. TU Zvolen, ZS E6: s. 2-25.
- GUBKA K. 2002. Štruktúra a výchovné opatrenia v smrekovom poraste so západnou expozíciou v I. PHO vodárenskej nádrže Klenovec. AFF Zvolen XLIV: s. 59-70.
- KANTOR P. 1984. Vodohospodárska funkcie horských smrkových a bukových porastov. Lesníctví, 30, 6: s. 471 – 490.
- KOLEKTÍV. 1992a. Rastové tabuľky drevín I. Časť, Lesoprojekt Zvolen: 25 s.
- KOLEKTÍV. 1992b. Rastové tabuľky drevín II. Časť, Lesoprojekt Zvolen: 33 s.
- KORPEL Š. a kol. 1991. Pestovanie lesa. (Skriptum), ES VŠLD: 406 s.
- KORPEL Š., SANIGA M. 1993. Výberný hospodársky spôsob, Lesnícká fakulta VŠZ Praha a Matice lesnícká Písek: 126 s.
- KREČMER V. 1985. K ekonomickému charakteru hydrických funkcií v lesní hospodárstve. Vodní hospodárství, 10: s. 299-304.
- MAYER H., OTT E. 1991. Gebirgswaldbau Schutzwaldpflege. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart-New York: 587 s.
- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Sústava československých objemových tabuliek drevín, Lesnícky časopis 37 (1): s. 49-56.
- PITTNER J. 2007. Štruktúrna diverzita smrekového prírodného lesa v doline Nefcerka. In: Obhospodarovanie lesa v meniacich sa podmienkach prostredia: zborník recenzovaných príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie, Zvolen: s. 342-348.
- PITTNER J. 2008. Štruktúrna diverzita a ekologická stabilita smrekového prírodného lesa v doline Nefcerka. Dizertačná práca, TU Zvolen: 124 s.
- POBEDINSKIJ A. V., KREČMER V. 1984. Funkcie lesů v ochrane vod a pôdy. SZN Praha: 256 s.
- PRIESOL A. 1988. Hospodárska úprava lesov. (Skriptum), ES TU Zvolen: 417 s.
- RÉH J. 1997. Pestovanie účelových lesov. (Skriptum), ES TU Zvolen: 218 s.
- SANIGA M. 2007. Pestovanie lesa. (Skriptum), ES TU Zvolen: 307 s.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J., NAVRÁTIL P. 2010. Výchova porastů v ochranných pásmech vodních zdrojů. Lesnícký průvodce č. 1., VÚHLM, Strnady: 31 s.
- VALTÝNI J. 1986. Vodohospodársky a vodoochranný význam lesa. IN: Lesnícke hydrológie. (Skriptum), STU Zvolen: 102 s.
- VYHLÁŠKA MŽP SR č. 398/2002 Z.z. o podrobnostiach určovania ochranných pásiem vodárenských zdrojov a opatreniach na ochranu vôd.
- ZÁKON NR SR č. 364/2004 Z.z. o vodách a o zmene a doplnení niektorých zákonov (vodný zákon).

Adresa autora:

*Doc. Ing. Karol Gubka, CSc.,
Katedra pestovania lesa,
Technická univerzita vo Zvolene,
T.G.Masaryka 24, 96053 Zvolen
e-mail: kgubka@vslld.tuzvo.sk*

**ANALÝZA VÝŠKOVEJ A HRÚBKOVEJ ŠTRUKTÚRY PORASTOV JELŠE LEPKAVEJ
(*ALNUS GLUTINOSA* (L.) GAERTN.) NA ÚZEMÍ VŠLP TU VO ZVOLENE**

**HEIGHT AND DIAMETER STRUCTURE ANALYSIS OF BLACK ALDER STANDS (*ALNUS
GLUTINOSA* (L.) GAERTN.) IN THE AREA
OF UNIVERSITY FOREST ENTERPRISE ZVOLEN**

MICHAL BUGALA, JÁN PITTNER

ABSTRACT

This work deals with height and diameter structure analysis of the autochthonous stands of black alder within the area of the University forest enterprise Zvolen. There were 5 permanent research plots (PRP) with the area of 0.25 ha each on the autochthonous localities of investigated taxon occurrence established. The values of basic stand characteristics were quantified for each PRP. Results showed that stands are considerably vertically homogeneous on the investigated PRP according to values of coefficient of variation. This confirms also the height representation of the individuals from upper tree layer (66.7-84.1 %). Diameter analysis showed moderate diameter differentiation of the investigated stands with predominantly symmetrical polygon of diameter distribution with one peak.

*Keywords: *Alnus glutinosa*, high structure, diameter structure*

*Kľúčové slová: *Alnus glutinosa*, výšková štruktúra, hrúbková štruktúra*

ÚVOD A PROBLEMATIKA

V spojitosti s rozvojom priemyslu, urbanizácie a znečistenia prostredia význam lesov neustále narastá. Do popredia sa dostáva ekologická a environmentálna funkcia lesov. Už dnes sa dostávajú na prvé miesto a snahou celej spoločnosti bude udržať tento trend so stúpajúcou tendenciou aj v budúcnosti. Na druhé miesto sa pomaly dostávajú funkcie lesov, ako producenta drevnej suroviny a ostatných hmotných zdrojov (RÉH 1999).

Preto sa pozornosť lesníckeho výskumu v oblasti základných biologických disciplín venuje aj štúdiu populácií drevín dôležitých predovšetkým z hľadiska plnenia iných, celospoločenských funkcií. Patria k nim i porasty jelše lepkavej (*Alnus glutinosa*), ktoré sa okrem breho-ochrannej funkcie v poslednom období stávajú zaujímavými aj z hospodárskeho hľadiska ako producent cennej drevnej suroviny najmä pre nábytkársky priemysel. Pri správnom obhospodarovaní môžu jelše vytvárať rovné a plnodrevné kmene na stanovištiach, na ktorých by sa iné hospodárske dreviny len ťažko uplatnili.

Výskyt a rast jelše lepkavej je ovplyvnený predovšetkým edaficky. Má veľmi vyhradené nároky na pôdu a najmä na pôdnu vlhkosť. Negatívny vplyv na jej rast a kvalitu má vysoká hladina stagnujúcej podzemnej vody a trvalé zabahnenie. V určitej vzdialenosti od vodného toku vznikajú v týchto podmienkach barinato-slatiné jelšiny a to v určitom stupni zarastania mŕtvych ramien riek, jazier, zanášanim korýt potokov a meandrov. Charakteristickým znakom barinato-slatinných jelšín je tvorba barlovitých koreňov, ktoré môžu vzniknúť eróziou kopčiekov

ostríc alebo trúchnivujúcich pňov, na ktorých sa jelša generatívne zmladila, alebo rozpadom pňov, na ktorých sa zmladila vegetatívne. Barlovité korene plnia nielen fyziologickú, ale aj stabilizačnú funkciu (KORPEL 1991).

Jelše vo všeobecnosti patria k drevinám odolnejším voči vplyvu rôznych biotických i abiotických škodlivých činiteľov. Znášajú vyšší stupeň znečistenia, čo sa dá uplatniť v súčasnosti, kedy vplyvom nepriaznivých zmien v ovzduší, kvalite pôdy a čistote vôd dochádza k zhoršovaniu životného prostredia (LUKÁČIK 2002).

Okrem biologických a ekologických aspektov sa zvýšená pozornosť venuje aj rastovým zákonitostiam a produkčným schopnostiam jelší s ohľadom ich lepšieho hospodárskeho využitia. Z hľadiska zachovania biologickej diverzity je však nevyhnutné venovať pozornosť aj menej kvalitným populáciám jelší, vyskytujúcich sa na extrémnych, často netypických stanovištiach (LUKÁČIK, BUGALA 2005).

V našich podmienkach sa štruktúrou jelšových porastov v minulosti zaoberal najmä KORPEL (1991), ktorý hodnotil dynamiku prírodného jelšového lesa v národnej prírodnej rezervácii (NPR) Jurský Šúr. Autor konštatuje, že celková porastová štruktúra (predovšetkým porastová výstavba) skúmanej NPR je málo diferencovaná až pomerne jednotvárna. Dôkazom tohto tvrdenia je rozdelenie počtu stromov podľa hrúbkových stupňov, ktoré je približne symetrické, čo je typické pre rovnové, jednovrstvové porasty s výškovo a hrúbkovo málo diferencovanou výstavbou. Ďalej uvádza, že v rámci pomerne krátkeho asi 140 – 170 ročného vývojového cyklu jelšového prírodného lesa sa mení porastová výstavba len málo a je značne výškovo a hrúbkovo homogénna.

Cieľom práce bolo v oblasti VŠLP TU vo Zvolene, na založených trvalých výskumných plochách (TVP) komplexne analyzovať výškovú a hrúbkovú štruktúru pôvodných jelšových porastov.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál pre predkladanú prácu sa získal z 5 trvalých výskumných plôch (TVP) každá s výmerou 0,25 ha na území Školského lesného podniku Technickej univerzity vo Zvolene, ležiaceho v orografickom celku Kremnické vrchy.

Trvalé výskumné plochy boli založené tak aby boli súvislé, čo najlepšie reprezentovali celý porast, jeho rastovú a vývojovú dynamiku, sledované znaky z hľadiska premenlivosti a boli prístupné aj z hľadiska terénnych prác. Základné stanovištné charakteristiky skúmaných TVP sú uvedené v tabuľke 1.

Celkovo bolo na plochách evidovaných a meraných 468 jedincov. Pri každom jedincovi bol okulárne hodnotený jeho pôvod (tab. 2) a zisťovaný nasledovný súbor základných znakov nevyhnutných pre komplexný popis štruktúry porastu:

- hrúbka $d_{1,3}$ (cm, presnosť 1 mm),
- výška (m, presnosť 0,1 m),
- výška nasadenia koruny (m, presnosť 0,1 m),
- parametre priemetu koruny – štyri rozmery v dvoch na seba kolmých smeroch (m, presnosť 0,1 m),

- poloha jedinca – súradnice x, y (m, presnosť 0,01 m),
- biosociologické postavenie stromu na 4 triedy

Meranie bolo realizované pomocou technológie Field-Map.

Na potvrdenie rozdielov medzi hrúbkovými a výškovými početnosťami na jednotlivých TVP bol použitý Kolmogorov-Smirnov test.

Tab. 1: Základné stanovištné charakteristiky skúmaných TVP
Basic features of investigated PRP

TVP ¹⁾	nadmorská výška ²⁾ m.n.m	expozícia ³⁾	sklon ⁴⁾ %	60 priemer- ný vek ⁵⁾ r	zápoj ⁶⁾ %
TVP 1	395	južná	2	65	63
TVP 2	480	južná	4	45	33
TVP 3	585	juhovýchodná	5	55	54
TVP 4	320	juhovýchodn	2	60	64
TVP 5	345	juhovýchodná	3	60	78

¹⁾ PRP, ²⁾ altitude, ³⁾ aspect, ⁴⁾ inclination, ⁵⁾ average age, ⁶⁾ canopy.

DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

PŮVOD JEDINCOV NA ZALOŽENÝCH TVP

Ako je zrejmé z tabuľky 2, na všetkých skúmaných TVP prevládajú semenné jedince (62,2 %) nad výmladkového pôvodu (37,8 %). Najvýraznejší rozdiel v zastúpení jedincov bol zaznamenaný na TVP 3, kde semenné jedince tvoria až 68,7 % zo všetkých hodnotených kmeňov. Naopak najvyrovnanjšie zastúpenie jedincov oboch pôvodov bolo na TVP 4, kde jedince semenného pôvodu tvoria 55,4 % a jedince výmladkové 44,6 % zo všetkých hodnotených kmeňov na danej ploche.

Tab. 2: Zastúpenie jedincov semenného a výmladkového pôvodu na jednotlivých TVP
Representation of individuals of seed and sprout origin on particular PRP

TVP ¹⁾	pôvod jedincov ²⁾			
	Semenný ³⁾ (ks)	(%)	Výmladkový ⁴⁾ (ks)	(%)
TVP 1	69	59,5	47	40,5
TVP 2	46	58,9	32	41,1
TVP 3	68	68,7	31	31,3
TVP 4	41	55,4	33	44,6
TVP 5	67	66,3	34	33,7
Σ	291	62,2	177	37,8

¹⁾ PRP, ²⁾ origin of individuals, ³⁾ seed, ⁴⁾ sprout

Výšková a hrúbková štruktúra skúmaných populácií

Základnú predstavu o rozmiestnení plôch, počte meraných kmeňov u oboch taxónov, ich výškovej, hrúbkovej a vekovej štruktúre v predmetnej oblasti možno získať z tabuľky 1 a 3. Z tabuľky 3 vidieť, že v oblasti VŠLP TU vo Zvolene sa celkovo zmeralo 468 kmeňov jelše lepkavej. Z hodnotenia priemernej výšky je zrejme, že táto sa u sledovaného taxónu pohybovala v rozpätí 22,3 – 28,2 metra. Priemerná hrúbka $d_{1,3}$ kolísala v rozpätí 24,8 – 31,4 cm. Je známe, že na veľkosť oboch taxačných veličín vplýva viacero faktorov. Je to najmä vek jedincov, ich pôvod a biologické (rastové) vlastnosti. Nezanedbateľná nie je ani genetická podmienenosť a sociologické postavenie jedincov na ploche. Tieto skutočnosti sa vo väčšej či menšej miere prejavili aj pri našich hodnoteniach.

Tab. 3: Základné charakteristiky výškovej a hrúbkovej štruktúry jednotlivých TVP
Basic characteristics of height and diameter structure on particular PRP

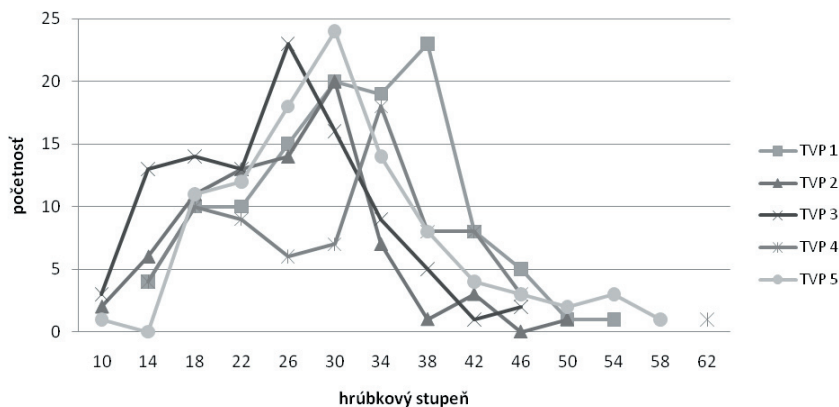
TVP ¹⁾	Počet ²⁾ kmeňov (ks.ha ⁻¹)	Rozpätie ³⁾ výšok (m)	Priemerná ⁴⁾ výška (m)	Var. ⁵⁾ koef. (%)	Rozpätie ⁶⁾ hrúbok (cm)	Priemerná ⁷⁾ hrúbka (cm)	Var. ⁸⁾ koef. (%)
TVP 1	464	11,5-36,0	27,1 ± 4,9	18,1	13,6-57,4	31,4 ± 8,3	26,4
TVP 2	312	16,0-28,0	22,3 ± 3,6	16,1	12,8-48,1	25,5 ± 7,7	30,2
TVP 3	396	10,5-32,0	22,6 ± 5,1	22,6	8,0-47,0	24,8 ± 7,9	31,9
TVP 4	296	11,1-29,6	23,9 ± 4,3	18,0	12,4-62,4	30,5 ± 9,9	32,5
TVP 5	404	14,8-35,2	28,2 ± 3,7	13,1	12,0-57,7	30,6 ± 9,1	29,7

¹⁾ PRP, ²⁾ number of stems, ³⁾ range of height, ⁴⁾ average height, ⁵⁾ coefficient of variation, ⁶⁾ range of diameter, ⁷⁾ average diameter, ⁸⁾ variation coefficient

Za účelom získania presnejších informácií o rastových vlastnostiach predmetného taxónu sa na všetkých založených TVP odobrali vzorky na kmeňové analýzy a vývrty, ktoré sú spracované v osobitnej časti a nie sú predmetom tohto príspevku.

Prehľad o hrúbkovej štruktúre na jednotlivých TVP nám poskytuje polygón rozdelenia hrúbkových početností (obr. 1). Môžeme konštatovať, že na plochách 1, 2 a 5 je rozdelenie počtu stromov podľa hrúbkových stupňov približne symetrické a jednovrcholové, čo je typické pre rovnoveké jednovrstvové porasty. Inak je tomu na ploche TVP 3, kde sme zistili dvojvrcholové rozdelenie početností. O väčšej hrúbkovej variabilite na tejto ploche nám hovorí aj vypočítaný variačný koeficient, ktorý tu nadobúdala hodnotu 31,9%, čo je celkovo druhá najvyššia vypočítaná hodnota. Najvyšší variačný koeficient sme zistili na TVP 4 (32,5%), čo je spôsobené výraznejšou pravostrannosťou polygónu hrúbkových početností na tejto ploche. Najvyššia priemerná hrúbka bola zaznamenaná na TVP 1 (31,4 cm). Táto skutočnosť vyplýva predovšetkým z toho, že jedince na tejto ploche mali najvyšší vek (65 rokov). Najnižšiu priemernú hrúbku sme zistili na TVP 3 (24,8 cm), aj keď

paradoxne to nie je plocha s najmladšími jedincami. Najnižšie hodnoty hrúbky na sledovanej TVP vyplývajú najmä zo skutočnosti, že na tejto ploche sa nachádza najvyšší podiel jedincov 3. a 4. stromovej triedy a to až 32,3 % (tab. 4), ktoré výrazne znižujú celkovú hodnotu priemernej hrúbky.



Obr. 1: Polygón hrúbkových početností na jednotlivých TVP
Polygon of diameter distribution on particular PRP

Na zistenie rozdielov v hrúbkovej štruktúre medzi jednotlivými TVP sme použili Kolmogorov-Smirnov test, ktorým sa testujú rozdiely v rozdelení početností zvoleného biometrického znaku, v našom prípade to bola hrúbka. Z výsledkov vyplýva, že TVP 1, 4 a 5 od seba nie sú štatisticky významne odlišné a tak isto je to aj pri TVP 2 a 3. Štatisticky významné rozdiely v rozdelení hrúbkových početností sme zistili medzi týmito dvomi skupinami plôch. Je to spôsobené hlavne nižším vekom a vyšším podielom jedincov 3. a 4. stromovej triedy na TVP 2 a 3.

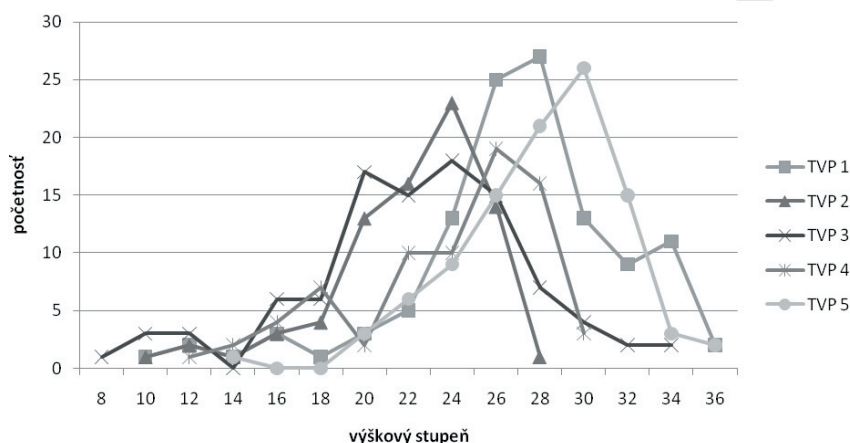
Kolmogorovým-Smirnovým testom sme testovali aj rozdelenie výškových početností. Na základe analýzy výsledkov môžeme konštatovať, že výšková štruktúra je štatisticky významne rozdielna na všetkých skúmaných TVP s výnimkou TVP 2 a 3, pri ktorých sa rozdiely v rozdelení výškových početností nepreukázali ako štatisticky významné. Tak isto ako pri hrúbke sú aj rozdiely vo výškovej štruktúre spôsobené hlavne rôznym vekom, ako aj rozdielnym zastúpením jedincov v stromových triedach na skúmaných TVP (tab. 4). Najviac jedincov na všetkých TVP bolo zastúpených v 2. stromovej triede (úrovňové jedince). Ich podiel sa pohyboval od 56,6 % (TVP 3) po 66,3 % (TVP 5). Celkovo môžeme konštatovať, že v jelšových porastoch prevládajú jedince úrovne (1. a 2. stromová trieda), ktoré na TVP 5 dosahujú podiel až 84 %. Naopak jedince 4. stromovej triedy (podúrovňové stromy) sú na všetkých plochách zastúpené najmenej (4 – 11,1 %). Je to spôsobené predovšetkým vysokými svetelnými nárokmi jelše lepkavej, kde aj napriek relatívne nízkemu plošnému zápoju (33 – 78 %) nastáva rýchle odumieranie podúrovňových jedincov. Na ploche s najvyšším plošným zápojom (TVP 5)

Tab. 4: Početnosť jedincov podľa stromových tried na jednotlivých TVP
Frequency of individuals according to tree classes on particular PRP

Stromová trieda ¹⁾	TVP 1		TVP 2		TVP 3		TVP 4		TVP 5		Σ	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	19	16,4	13	16,7	11	11,1	12	16,2	18	17,8	72	15,4
2	70	60,3	45	57,7	56	56,6	47	63,5	67	66,3	284	60,7
3	18	15,5	14	17,9	21	21,2	10	13,5	12	11,9	76	16,2
4	9	7,8	6	7,7	11	11,1	5	6,8	4	4,0	36	7,7
Σ	116	100,0	78	100,0	99	100,0	74	100,0	101	100,0	468	100,0

¹⁾ tree class

sa nachádza najmenší podiel jedincov 3. a 4. stromovej triedy a to len 15,9 %. Potvrdzuje to aj polygón výškových početností (obr. 2), ktorý má na tejto ploche výrazné pravostranné rozdelenie. Takéto rozdelenie môžeme pozorovať aj na ostatných TVP s výnimkou TVP 3, ktorá sa približuje k symetrickému rozdeleniu, čo je spôsobené vyšším podielom jedincov 3. a 4. stromovej triedy na tejto ploche. Daný fakt potvrdzuje aj variačný koeficient (tab. 3), ktorý na tejto ploche nadobúdal svoju najvyššiu hodnotu (22,6 %). Naopak najnižšiu hodnotu variačného koeficientu (13,1 %) sme zistili na TVP 5, na ktorej bol zároveň zaznamenaný aj najnižší podiel jedincov 3. a 4. stromovej triedy (15,9 %).



Obr. 2: Polygón výškových početností na jednotlivých TVP
Polygon of height distribution on particular PRP

DISKUSIA A ZÁVER

Môžeme konštatovať, že jelša lepkavá ako slnná drevina kontinentálnej klímy vytvára porasty charakterizované pomerne nízkou výškovou a hrúbkovou štruktúrnou diverzitou. Svedčia o tom polygóny rozdelenia hrúbkový a výškových počet-

ností, ktoré boli v prípade hrúbkových početností jednovrcholové, približne symetrické a v prípade výškových početností výrazne pravostranné. Jedinou výnimkou bola TVP 3, kde dosahoval polygón hrúbkových početností dva vrcholy a polygón výškových početností sa približuje k symetrickému rozloženiu. K podobným výsledkom dospel pri hodnotení štruktúry jelšových porastov v NPR Jurský Šúr aj KORPEE (1989), ktorý uvádza, že vo všetkých porastoch tejto rezervácie prevláda jednovrstvová, výškovo málo diferencovaná výstavba. Ďalej uvádza, že na všetkých ním sledovaných TVP sú rozdelenia počtu stromov podľa hrúbkových stupňov symetrické a jednovrcholové. Výnimkou bola iba plocha v začiatkovej fáze štádia rozpadu, kde zistil nevýraznú dvojvrcholovosť. Nízka hrúbková a výšková diferenciácia jelšových porastov bola zistená aj pri hodnotení štrukturálnej diverzity pomocou štrukturálnych indexov (BUGALA, PITTNER 2010). Na hodnotenie výškovej diverzity bol použitý Giniho koeficient, ktorého priemerná hodnota 0,10 predstavuje jednovrstvové výškovo nivelizované porasty. Hrúbková diverzita sa hodnotila pomocou Földnerovho indexu. Z výsledkov vyplynulo, že jelšové porasty majú miernu hrúbkovú diferenciáciu stromov. KORPEE (1991) pozoroval v NPR Jurský Šúr rýchle odumieranie podúrovňových jedincov, ktoré pripisuje výraznej slnnosti jelše lepkavej. Uvádza, že podiel stromov úrovne (úrovňové a nadúrovňové jedince) tvorí viac ako 90 % z celkového počtu stromov. Na nami skúmaných TVP sa tento podiel pohybuje od 66,7 % až po 84,1 %. Je to spôsobené tým, že sledované TVP sa nachádzali v hospodárskych lesoch, ktoré boli pestovne usmerňované a tým, že sa zasahovalo do úrovne, voľnejší zápoj umožnil prežívanie podúrovňových jedincov vo väčšej miere. Potvrdzujú to aj údaje o počte stromov na hektár. KORPEE (1991) uvádza od 554 do 608 ks.ha⁻¹, na našich plochách sa pohyboval od 296 po 464 ks.ha⁻¹.

Na záver možno konštatovať, že namerané hodnoty priemernej hrúbky a výšky jelše lepkavej na sledovaných plochách korešpondujú s tabuľkovými hodnotami pre príslušný vek a bonitu. K podobným výsledkom pri hodnotení výškovej a hrúbkovej rozrôznenosti jelšových porastov v iných oblastiach Slovenska dospe- li aj LUKÁČIK (1999) a LUKÁČIK, BUGALA (2004), ktorí uvádzajú, že jelša prirodzene vytvára rovnorodé málo výškovo a hrúbkovo diferencované porasty.

PODĚKOVANIE

Príspevok vznikol s finančnou podporou grantu VEGA 1/0587/09.

LITERATÚRA

- BUGALA M., PITTNER J. 2010. Analýza štrukturálnej diverzity porastov jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) na území VŠLP TU vo Zvolene. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 52 (1): s. 43-54.
- KORPEE Š. 1989. Pralesy Slovenska. Veda, Bratislava: 328 s.
- KORPEE Š. 1991. Dynamika prírodného jelšového lesa v ŠPR Jurský Šúr. Acta facultatis forestalis 33. Technická univerzita Zvolen: s. 91-113.
- LUKÁČIK I. 1999. Premennivosť a zdravotný stav prirodzených populácií jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn) v Podunajskej nížine. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 41: s. 67-79.

- LUKÁČIK I. 2002. Biodiverzita, rastová charakteristika a kvalita porastov jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn) v regióne Zvolen – Banská Bystrica. In: BENČAĽ, T., SOROKOVÁ, M. (eds.): Biodiverzita a vegetačné štruktúry v sídelnom regióne Zvolen - Banská Bystrica. PARTNER z. p. Banská Bystrica: s. 103-108.
- LUKÁČIK I., BUGALA M. 2004. Rozbor kvalitatívnych znakov kmeňov, korún a rastových vlastností jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn) a jelše sivej (*Alnus incana* L. Moench.) v Turčianskej kotline. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 46: s. 23-35.
- LUKÁČIK I., BUGALA M. 2005. Premennivosť, rastová charakteristika a ekológia jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.) a jelše sivej (*Alnus incana* L. Moench.) na Slovensku. Vedecké a pedagogické aktuality. Technická univerzita Zvolen: 68 s.
- RÉH J. 1999. Pestovanie účelových lesov. Technická univerzita, Zvolen: 218 s.

Adresa autorů:

Ing. Michal Bugala, Ph.D.,
Ing. Ján Pittner, Ph.D.,
Katedra pestovania lesa,
Lesnícka fakulta,
Technická univerzita vo Zvolene,
T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen
e-mail: bugala@vsld.tuzvo.sk, pittner@vsld.tuzvo.sk

**ZMENA HRÚBKOVEJ ŠTRUKTÚRY BUKOVÉHO PRALESA ROŽOK
VPLYVOM DISTURBanciÍ**

*CHANGES OF DIAMETER STRUCTURE IN BEECH ROŽOK VIRGIN FOREST
CAUSED BY DISTURBANCES*

MILAN SANIGA, PETER JALOVIAŘ, STANISLAV KUCBEL

ABSTRACT

The work analyzes the 30 years period of the developmental cycle in beech virgin forest Rožok regarding the mortality of gapmakers. The results of 30 years measurements in beech forest Rožok confirmed that the dynamics of disturbance regime is different. It was found that this process has elements of periodicity. Our analysis, which is in terms of developmental cycle duration relatively short, confirmed that wind uproot the trees that are near the end of their physical age or are weakened by the growth stress, respectively. The research has shown that trees with DBH more than 70 cm had stable or a slight increased density (growth stage), respectively, over entire 30 years (4 measurements). The analysis of results confirmed that significant periodic change in the number of trees is in the highest risk category of the diameter 42–66 cm and occurs at the disintegration stage. In the growth stage, the phase of senescence of the previous beech forest generation is very slow.

Keywords: beech, virgin forest, diameter structure, gapmakers

Kľúčové slová: buk lesný, prales, hrúbková štruktúra, gapmakery

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Bukové pralesy Slovenska sa vyznačujú maloplošnou textúrou (DRÖSSLER 2006, KUCBEL et al. 2010, Tabaku 2002, SANIGA 2002). Táto skutočnosť spolu s vysokou toleranciou tejto dreviny na svetlo vytvára typickú hrúbkovú štruktúru bukových pralesov. Jednou z hodnotných pralesovitých rezervácií s vysokým stupňom zachovania pôvodnej populácie buka na Slovensku je NPR Rožok, v ktorej prebieha systematický a dlhodobý výskum, od roku 1970 (TERRAY 1971, KORPEL' 1989, SANIGA 2002). Výskumom ekotypu východoslovenského buka v pohorí Popriečny sa zaoberal RÉH (1998).

Významným faktorom, ktorý narušuje hrúbkovú štruktúru pralesov je disturbance spôsobená hlavne vetrom, resp. v súčinnosti vetra a fyzického veku stromu (stromov). Úloha exogénnych disturbanceí pri tvorbe medzier v poraste však bola v tradičnom stredoeurópskom ponímaní podhodnocovaná, nakoľko autori (Průša 1958, LEIBUNDGUT 1987, KORPEL 1995) považovali tvorbu medzier za relatívne plynulý, endogénny proces odumierania jednotlivých stromov alebo ich skupín. Naproti tomu súčasné výskumy potvrdili, že periodické disturbance môžu mať významný vplyv na formovanie medzier v poraste a tým zmenu hrúbkovej štruktúry. Vietor má teda významnú úlohu pri vytváraní stredných a veľkých medzier v poraste ako aj v procese formovania a rozširovania medzier lesov strednej Európy (NAGEL et al. 2006, NAGEL, SVOBODA 2008). Pohľad na vietor ako disturbancečný faktor však môže byť rozdielny, nakoľko jeho intenzita môže byť rôzna. Pri určitej sile vietor ničí rovnako stromy zdravé ako aj oslabené, toto pôsobenie je považované za exogénne (PICKETT, WHITE 1985). Na druhej strane, ak vietor vy-

vracia len stromy oslabené rastovými stresmi alebo prirodzeným dozrievaním ako súčasťou prirodzeného vývoja ekosystému, disturbancia je jednoznačne endogénna (BORMANN, LIKENS 1979). Tento pohľad sa prikláňa k tradičnému stredo európskemu ponímaniu (PRŮŠA 1958, LEIBUNDGUT 1987, KORPEL 1995).

Z pohľadu priebehu hrúbkovej štruktúry bukových pralesov bez prihliadania na vývojové štádium bolo zistené bimodálne rozdelenie (KUCBEL et. al. 2010, BUGOŠOVÁ, SANIGA 2011). V jednotlivých vývojových štádiách pralesa je dynamika a sila disturbancií rozdielna. Pri štandardných klimatických podmienkach je tento priebeh najintenzívnejší v počiatočnej fáze štádia rozpadu (SANIGA 2010). Dôvodom je skutočnosť, že pôdy, na ktorých bukové pralesy rastú sú živinovo veľmi bohaté, nachádzajú sa v rastovom optime buka, stromy v hornej vrstve majú malú korunu, vysoko ťažisko, povrchový typ koreňovej sústavy (SANIGA 2008, 2010). V odborní literatúre chýbajú údaje o významnej zmene hrúbkových štruktúr pralesov v rámci ich vývojových štádií. Cieľom príspevku je na základe 30 ročných meraní (4) uskutočňovaných v dekádoch v jednotlivých vývojových štádiách v pralese Rožok kvantifikovať čas, za ktorý dochádza ku významnej zmene v hrúbkovej štruktúre vyvrátením stromov v hornej vrstve tzv. gapmakerov, ktoré vytvárajú predpoklady pre nástup novej generácie pralesa cez procesy prirodzenej obnovy.

MATERIÁL A METODIKA

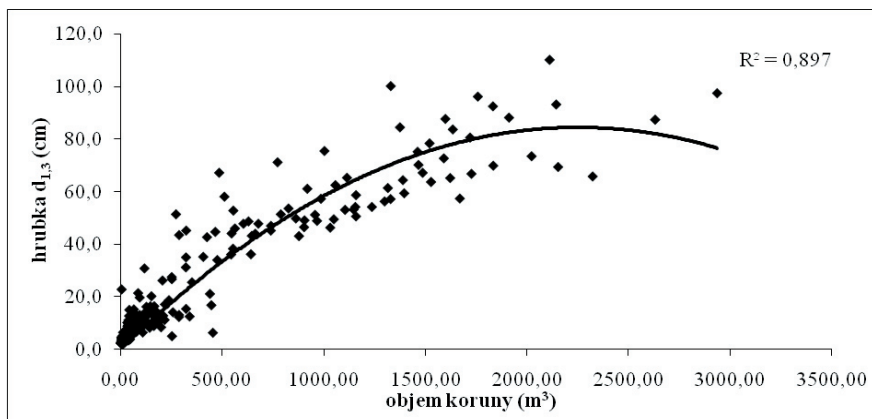
Predmetom analýzy bol bukový prales NPR Rožok. Táto NPR o výmere 67,13 ha orograficky patrí do pohoria Bukovské vrchy, pod správu LZ Ulič a nachádza sa v nadmorskej výške 500–790 m n.m., na prevažne severne, čiastočne západne a severozápadne exponovanom svahu so sklonom 40–50 %. Priemerná ročná teplota je 7 °C, priemerný úhrn ročných zrážok 780 mm.

Geologické podložie na prevažnej časti tvorí pieskovec, na menšej časti územia sú to ílovité bridlice. Dominantným pôdnym typom je mezotrofná hnedá lesná pôda. Asi na 85 % výmery NPR prevažuje slt. *Fagetum pauperi* – vst, zvyšných 15 %, v súvislom pruhu v najvyššej časti NPR patrí do slt. *Fagetum typicum*.

V rokoch 1979, 1989, 1999 a 2009 boli na troch TVP založených v jednotlivých vývojových štádiách pralesa vykonané dendrometrické merania. Na TVP sa okrem iných dendrometrických veličín merala na všetkých jedincoch ich hrúbka v $d_{1,3}$ od 8 cm. Polygóny hrúbkových početností boli prepočítané na 1 ha a rozdiely medzi nimi sa testovali χ^2 testom. Overovala sa hypotéza, že polygóny hrúbkových početností v jednotlivých rokoch merania v porovnaní s počiatočným meraním (rok 1979) sú rovnaké.

VÝSLEDKY

Pre stanovenie hrúbok stromov hornej vrstvy, ktoré predstavujú potenciálnych gapmakerov sme využili podrobné merania parametrov korún a kmeňov stromov na transekte. Výskum otázky odumretia, resp. vyvrátenia stromov v hornej vrstve bukového pralesa potvrdil, že tieto stromy majú objem koruny väčší ako 750 m³ (BUGOŠOVÁ, SANIGA 2011). Na základe uvedenej skutočnosti pre vytvorenie škály združených hrúbkových tried sme analyzovali v pralese vzťah medzi objemom koruny stromov (x) a ich hrúbkou v $d_{1,3}$ (y).



Obr. 1: Závislosť medzi objemom korún stromov a ich hrúbkou v $d_{1,3}$ v bukovom pralesi NPR Rožok
Relationship between the tree crown volume and their dbh in beech virgin forest NNR Rožok

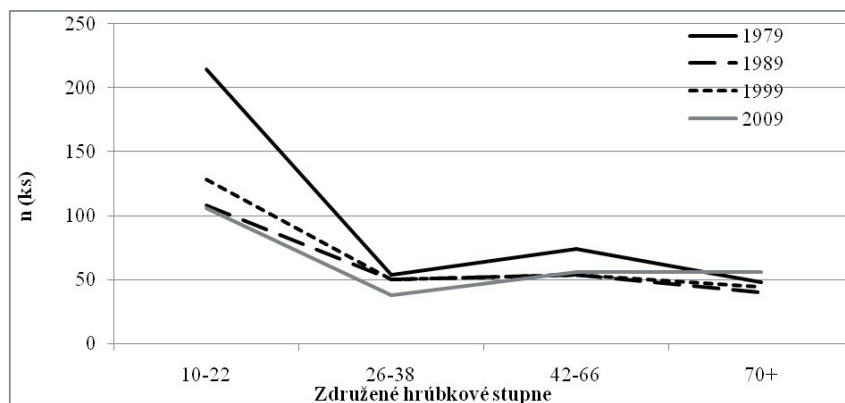
Potvrdila sa veľmi tesná závislosť s koeficientom determinácie 0,9 (obr. 1). Pri objeme korún 750 m^3 bola odvodená hrúbka $d_{1,3}$ 42 cm. Nakoľko viac ako 85 % stromov, ktoré z pralesa vypadlo a vytvorilo medzeru nemalo objem koruny viac ako $1\,100 \text{ m}^3$. Tomuto objemu korún prináleží hrúbka $d_{1,3}$ 70 cm. Na základe uvedeného poznatku sme považovali hrúbku $d_{1,3}$ 70 cm za hornú hranicu združených hrúbkových tried, kde vypadávajú stromy, ktoré sa rozhodujúcou mierou podieľajú na tvorbe porastových medzier. Ostatnú hrúbkovú škálu sme rozdelili nasledovne:

- 10–22 cm dolná vrstva pralesa,
- 26–38 cm stredná vrstva pralesa,
- 42–66 cm horná vrstva pralesa s najväčšou frekvenciou gapmakerov,
- 76 cm a viac – záver hornej vrstvy pralesa s malým počtom gapmakerov.

Tab. 1: Použitie χ^2 testu pri analýze zmeny hrúbkovej štruktúry bukového pralesa Rožok v jednotlivých vývojových štádiách
Application of χ^2 test in change of the diameter structure analysis in beech virgin forest Rožok in particular development stages

	Štádium dorastania			Štádium dorastania			Štádium dorastania		
	Pozorovaná početnosť (rok)			Pozorovaná početnosť (rok)			Pozorovaná početnosť (rok)		
	1989	1999	2009	1989	1999	2009	1989	1999	2009
Očakávaná početnosť (rok)	p – hodnoty χ^2 -kvadrát testu								
79	0,00002	0,00147	0,00000	0,124150	0,007220	0,000000	0,153558	0,001129	0,002450
89		0,56175	0,19550		0,724941	0,040790		0,159515	0,547850
99			0,17151			0,423501			0,827403

Testovaním hrúbkovej štruktúry v jednotlivých decéniách merania v porovnaní s rokom 1979 sa nepotvrdila nulová hypotéza ich zhody vo všetkých vývojových štádiách pralesa (tab. 1). Rozbor polygónov početností na TVP1, ktorá predstavuje štádium dorastania (obr. 2, tab. 2) potvrdil, že priebeh v roku 1979 sa významne líši od hrúbkovej štruktúry pralesa zistenej v rokoch 1989, 1999 a 2009. Analýza počtu stromov v združenej hrúbkovej triede 42–66 cm potvrdila, že v roku 1989 došlo ku významnej zmene poklesu stromov tejto kategórie (tab. 2). Analýza v ďalšom období nepotvrdila významný pokles stromov v analyzovanej hrúbkovej kategórii.

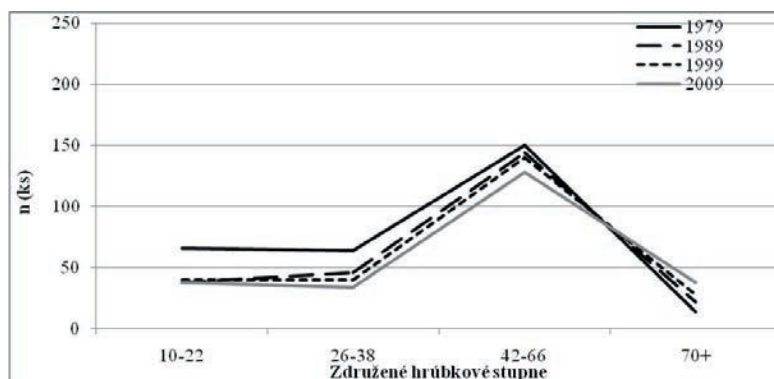


Obr. 2: Hrubková štruktúra pralesa NPR Rožok v štádiu dorastania (TVP1)
Diameter distribution of NNR Rožok virgin forest in growth stage (PRP1)

Tab. 2: Rozdelenie početností jedincov do združených hrúbkových stupňoch v štádiu dorastania v NPR Rožok
Frequency distribution of individuals into united diameter classes in growth stage in NNR Rožok

ZHS	1979	1989	1999	2009
10-22	214	108	128	106
26-38	54	50	50	38
42-66	74	54	54	56
70+	48	40	44	56
Spolu:	390	252	276	256

Priebeh polygónov hrúbkových početností na TVP2 (štádium optima) má inú štruktúru. Analýzou rizikovej hrúbkovej kategórie z pohľadu vytvorenia porastových medzier bolo meraniami potvrdené, zachovanie stromov v oboch najvyšších hrúbkových kategóriách. Napriek poklesu v združenej hrúbkovej kategórii 42–66 cm na 128 ks.ha⁻¹ v roku 2009, tieto stromy sa presunuli do hrúbkovej kategórie d_{1,3} 70 cm a viac (tab. 3).



Obr. 3: Hrúbková štruktúra pralesa NPR Rožok v štádiu optima (TVP2)

Fig. 3: Diameter structure of virgin forest in NNR in optimum stage (PRP2)

Tab. 3: Rozdelenie početností jedincov do združených hrúbkových stupňoch v štádiu optima v NPR Rožok

Frequency distribution of individuals into united diameter classes in optimum stage in NNR Rožok

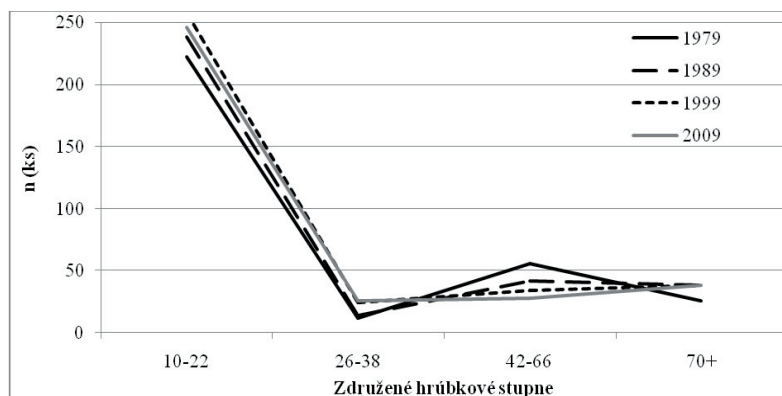
ZHS	1979	1989	1999	2009
10-22	66	38	40	38
26-38	64	46	40	34
42-66	150	144	140	128
70+	14	22	28	38
Spolu:	294	250	248	238

Tab. 4: Rozdelenie početností jedincov do združených hrúbkových stupňoch v štádiu rozpadu v NPR Rožok

Frequency distribution of individuals into united diameter classes in breakdown stage in NNR Rožok

ZHS	1979	1989	1999	2009
10-22	222	238	258	246
26-38	12	14	24	26
42-66	56	42	34	28
70+	26	38	38	38
Spolu:	316	332	354	338

Rozbor polygónov hrúbkových početností na TVP3, ktorá predstavuje štádium rozpadu potvrdil najväčšiu dynamiku vypadávania stromov združenej hrúbkovej kategórie 42–66 cm (obr. 3). Významná zmena bola zistená v rokoch 1999 a 2009, kedy z hornej vrstvy hlavne vplyvom vetra bolo vyvrátených 14 stromov, ktoré vytvorili na ploche 0,5 ha 12 porastových medzier (tab. 4).



Obr. 4: Hrúbková štruktúra pralesa NPR Rožok v štádiu rozpadu (TVP3)
Diameter structure in Rožok virgin forest in breakdown stage (PRP3)

DISKUSIA A ZÁVER

Výsledky 30 ročných meraní v bukovom pralesi Rožok potvrdili, že dynamika disturbančného režimu je rozdielna. Podobne ako práce NAGELA et al. (2006) a NAGEL, SVOBODA (2008) bolo potvrdené, že tento proces má prvky periodicity. Naša analýza, ktorá je z pohľadu dĺžky vývojového cyklu pomerne krátka potvrdila, že vietor vyvracia stromy, ktoré dožívajú, resp. sú oslabené rastovými stresmi (BORMANN, LIKENS 1979). Merania potvrdili, že stromy s hrúbkou $d_{1,3}$ viac ako 70 cm mali v priebehu 30 rokov (4 merania) stabilné hodnoty, resp. mierne vzostupné počty (štádium dorastania). Rozbor výsledkov potvrdil, že periodická významná zmena v počte stromov najrizikovejšej združenej hrúbkovej kategórie 42–66 cm nastáva v štádiách rozpadu. V štádiu dorastania je fáza dožívania jedincov predchádzajúcej generácie bukového pralesa veľmi pozvoľná.

POĎAKOVANIE:

Výskum bol vykonaný s finančnou podporou projektu VEGA 1/0128/09.

LITERATÚRA

- BALANDA M. 2010. ŠTRUKTÚRA, TEXTÚRA, DIVERZITA A REGENERAČNÉ PROCESY ZMIEŠANÉHO PRÍRODNÉHO IESA V NPR HRONČECKÝ GRŮŇ, DIZERTAČNÁ PRÁCA, TU ZVOLEN: 118 s.
- BORMANN F. H., LIKENS G.E. 1979. CATASTROPHIC DISTURBANCE AND THE STEADY STATE IN NORTHERN HARDWOOD FORESTS. AM. SCI., 67: s. 660-669.
- BUGOŠOVÁ L., SANIGA M. 2011. ŠTRUKTÚRA, PRODUKČNÉ POMERY, NEKROMASA A REGENERAČNÉ PROCESY V BUKOVOM PRÍRODNOM IESE V NPR ROŽOK. Acta facultatis forenalis Zvolen, 54, 12: v tlači (in press).
- Drössler L. 2006. Struktur und Dynamik von zwei Buchenurwäldern in der Slowakei. Dissertation, Göttingen: 103 s.
- Korpeľ Š. 1989. Pralesy Slovenska. Bratislava, Veda: 329 s.
- Korpeľ Š. 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Germany: 325 s.

- KUCBEL S., JALOVIAR P., SANIGA M., VENCURIK J., KLIMAŠ V. 2010. CANOPY GAPS IN AN OLD-GROWTH FIR-BEECH FOREST REMNANT OF WESTERN CARPATHIANS, EUR. J. FOREST RES., 129: s. 249-259.
- LEIBUNDGUT H. 1987. GEFÄHRDEN RESERVATE DEN WALD? NEUE ZÜRCHER ZEITUNG, 31. 12. 87
- MCCARTHY J. 2001. GAP DYNAMICS OF FOREST TREES: A REVIEW WITH PARTICULAR ATTENTION TO BOREAL FORESTS. ENVIRON., 9 (1): s. 1-59.
- NAGEL T. A., SVOBODA M., DIACI J. 2006: REGENERATION PATTERN AFTER INTERMEDIATE WIND DISTURBANCE IN AN OLD-GROWTH FAGUS-ABIES FOREST IN SOUTHEASTERN SLOVENIA, FOR ECO. MAN., 226: s. 268-278.
- NAGEL T., SVOBODA, M. 2008: GAP DISTURBANCE REGIME IN AN OLD-GROWTH FAGUS-ABIES FOREST IN THE DINARIC MOUNTAINS, BOSNIA-HERZEGOVINA, CAN. J. FOR RES. 38: s. 2728-2737.
- PICKETT S. T. A., WHITE P. S. 1985. THE ECOLOGY OF NATURAL DISTURBANCE AND PATCH DYNAMICS., ACADEMIC PRESS, SAN DIEGO: 472 s.
- PRŮŠA E. 1985. DIE BOHMISCHEN UND MÄHRISCHEN URWÄLDER – IHRE STRUKTUR UND ÖKOLOGIE. ACADEMIA, PRAHA.
- RUNKLE J. R. 1992. GUIDELINES AND SAMPLE PROTOCOL FOR SAMPLING FOREST GAPS. GEN. TECH. REP. PNW-GTR-283. PORTLAND, OR: U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FOREST SERVICE, PACIFIC NORTHWEST RESEARCH STATION: 44 s.
- SANIGA M. 1999. ŠTRUKTÚRA, PRODUKČNÉ POMERY A REGENERAČNÉ PROCESY BADÍNSKEHO PRALESA. JOURNAL OF FOREST SCIENCE, 45 (3): s. 121-130.
- SANIGA M. 2002. ŠTRUKTÚRA, PRODUKČNÉ POMERY A REGENERAČNÉ PROCESY BUKOVÉHO PRALESA ROŽOK. OCHRANA PRÍRODY, 21: s. 207-218.
- SANIGA M. 2010. PESTOVANIE LEŠA. UČEBNICA ES TU ZVOLEN: 341 s.
- TERRAY J. 1971. KOMPLEXNÉ VYHODNOTENIE REZERVÁCIE ROŽOK NA LZ ULIČ. DIZERTAČNÁ PRÁCA, ZVOLEN: 34 s.
- VYSKOT M. 1981. ČESKOSLOVENSKÉ PRALESY, PRAHA, ACADEMIA: 362 s.

Adresa autorov:

Prof. Ing. Milan Saniga, DrSc.,

Ing. Peter Jaloviar, Ph.D.,

Ing. Stanislav Kucbel, Ph.D.,

Katedra pestovania leša, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene,

T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

Slovenská republika

saniga@vsld.tuzvo.sk, jaloviar@vsld.tuzvo.sk, kucbel@vsld.tuzvo.sk

***SROVNÁNÍ CHARAKTERISTIK NADLOŽNÍHO HUMUSU POD POROSTY SMRKU
A LÍPY NA BÝVALÉ ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ***

***SPRUCE AND LINDEN ON THE FORMER AGRICULTURAL SOIL — A COMPARISON OF
FOREST FLOOR PROPERTIES***

DAVID DUŠEK, JIŘÍ NOVÁK, MARIAN SLODIČÁK, DUŠAN KACÁLEK

ABSTRACT

Our study focuses on both forest floor and topsoil properties on sites which were afforested with Norway spruce and small-leaved linden. Based on the literature, we hypothesized that the linden creates more favorable soil properties compared to the spruce. There were collected 7 samples under spruce and 8 samples under linden in 2009. The samples were taken using steel frames (25 x 25 cm). If possible, the samples were separated by layers. Three samples from spruce and four samples from linden were analyzed for pH, C, N, base saturation (Kappen) and plant-available nutrients (Mehlich III). Data were processed using Principal Component Analysis (PCA) using CANOCO 4.5 software. Spruce and linden have similar density (1,650 pcs.ha⁻¹; 1,700 pcs.ha⁻¹ respectively). Spruce shows higher basal area (68.8 m².ha⁻¹) compared to linden (48.2 m².ha⁻¹). Both mean diameter and height of dominant trees are greater in spruce stand. The litter of linden origin accumulates 7 Mg.ha⁻¹ of dry mass while that of spruce accumulates 15 Mg.ha⁻¹ of dry mass. Humus and topsoil under linden showed more favorable properties such as: higher pH, higher base saturation, higher concentrations of Mg. Spruce showed higher concentration of P and higher C/N ratio. Main axes of PCA ordination diagram explain 90% of the total data variability.

Keywords: Norway spruce, small-leaved linden, forest floor, soil

Klíčová slova: smrk ztepilý, lípa srdčitá, nadložní humus, půda

Úvod

V živinovém cyklu lesních ekosystémů sehrává nadložní humus vzniklý z opadu rostlinných částí významnou úlohu (BRIGGS 2004). Ačkoli je proces vzniku těchto organických vrstev obecně stejný v porostech s různými dřevinami, mnohé práce naznačují (např. BINKLEY, VALENTINE 1991, AUGUSTO et al. 2002, HAGEN-THORN et al. 2004, PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2005), že vlivy opadu dřevin na půdní vlastnosti srovnatelného stanoviště mohou být výrazně druhově specifické.

Naše studie je zaměřena na hodnocení akumulace a chemických charakteristik holorganických (L, F, H) a organominerálních (Ah) půdních horizontů (NĚMEČEK et al. 2001) pod porosty smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karsten) a lípy malolisté (*Tilia cordata* Mill.) založenými na bývalé zemědělské půdě v podmínkách pátečního lesního vegetačního stupně. Naše pracovní hypotéza založená na literárních poznatcích předpokládala příznivější chemické vlastnosti půdních horizontů v porostu lípy ve srovnání se smrkem.

MATERIÁL A METODIKA

Experimentální série Vítkov byla založena v roce 1971 ve smrkové monokultuře za účelem sledování vlivu různého režimu výchovných zásahů na růst, produkci a stabilitu smrkových porostů (ABETZ 1977, SLODIČÁK et al. 2005). Pro účely této práce byla vybrána kontrolní varianta bez výchovných zásahů, dále označována jako varianta SM. Porost lípy, dále označován jako varianta LP, přiléhá ke smrkové monokultuře a v evidenci LHP je zařazen do stejné porostní skupiny jako plocha s experimentální sérií smrku 410E5. Porostní skupina vznikla z umělé obnovy zalesněním zemědělské půdy v roce 1963. Věk porostu smrku i lípy byl v roce šetření (2009) 46 let. Plochy se nachází v lesní oblasti 29 Nízký Jeseník na území LS Vítkov, nadmořská výška 600 m, lesní typ 5V2 – vlhká jedlová bučina papratková (VIEWEGH 2002).

Dendrometrické údaje (tloušťky, výšky) na variantě SM jsou měřeny každoročně na ploše o výměře 0,10 ha. Na variantě LP bylo na podzim roku 2009 provedeno měření tloušťek všech stromů a výšek stromů horního stromového patra na ploše 0,02 ha.

V listopadu roku 2009 byly na variantách SM a LP odebrány půdní sondy v počtu 7 (SM) a 8 (LP). Odběr byl proveden pomocí kovových rámečků 25 × 25 cm. Na variantě SM byly vylišeny a odděleny horizonty L, F, H a Ah. V případě varianty LP nebylo možné oddělit prakticky neznatelný horizont F od horizontu L a jen velmi slabě vyvinutý horizont H od horizontu Ah, proto byly horizonty L+F a H+Ah sloučeny. Pro chemický rozbor byly vytvořeny směsné vzorky ze dvou sond (v jednom případě ze tří sond u varianty SM).

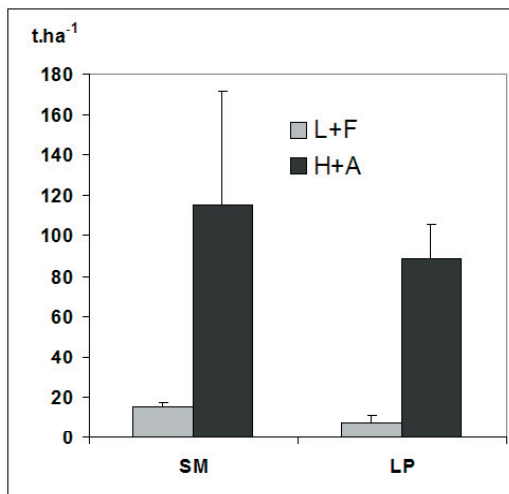
Vzorky byly kvantitativně a kvalitativně analyzovány v laboratoři Tomáš - Opočno. Byla stanovena hmotnost sušiny (vysušením při teplotě 70°C do konstantní hmotnosti), pH v H₂O a KCl, procento oxidovatelného uhlíku metodou Springel-Klee, procento dusíku metodou Kjeldahl (ZBÍRAL 1995), saturace bázemi podle Kappena: S – obsah výměnných bazí, T – kationtová výměnná kapacita, V – procento nasycení sorpčního komplexu bázemi (KAPPEN 1929) a koncentrace přístupných živin (P, K, Ca, Mg) metodou Mehlich III (MEHLICH 1984).

Data o chemickém složení byla statisticky zpracována metodou hlavních komponent (dále PCA) v programu CANOCO 4.5 (TER BRAAK, ŠMILAUER 2002). Data nebyla pro účely PCA transformována, ale byla provedena jejich standardizace (tj. odečtení sloupcového aritmetického průměru od jednotlivých hodnot a jejich vydělení sloupcovou směrodatnou odchylkou). Tato standardizace je nezbytná v případě analýzy vícerozměrných dat vyjádřených v různých jednotkách. Od použití inferenční statistiky bylo upuštěno, neboť jednotlivé sondy zde nepředstavují nezávislé replikace, ale pouze pseudoreplikace (HURLBERT 1984).

VÝSLEDKY

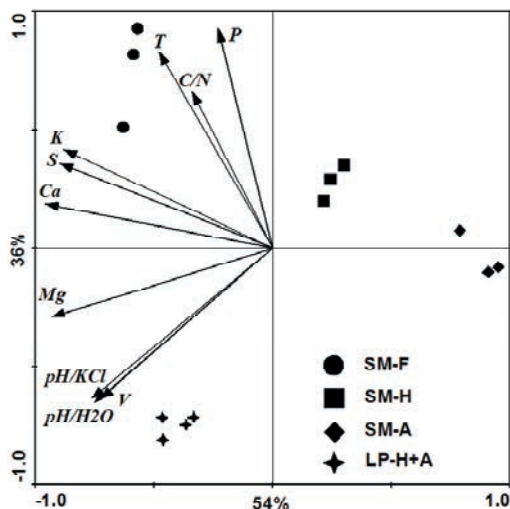
Hektarový počet stromů činil ve věku 46 let (rok 2009) 1650 ks (SM) a 1700 ks (LP). Výčetní kruhová základna byla výrazně vyšší na variantě SM – 68,8 m².ha⁻¹ ve srovnání s variantou LP – 48,2 m².ha⁻¹. Střední tloušťka činila 23 cm (SM) a 19 cm (LP), horní porostní výška 27 m (SM) a 21 m (LP).

Pod porostem lípy byla v porovnání se smrkovým porostem patrná výrazně nižší akumulace sušiny (obr. 1). V horizontech L a F bylo dohromady akumulováno 15 t.ha⁻¹ sušiny na variantě SM a pouze 7 t.ha⁻¹ na variantě LP, kde nebyl vytvořen téměř žádný horizont F. V horizontech H a Ah bylo na variantě SM akumulováno 113 t.ha⁻¹ a na variantě LP 89 t.ha⁻¹. Horizont H byl na variantě LP tak nepatrně vyvinutý, že jej nebylo možné samostatně odebrat.



Obr. 1: Průměrná hmotnost sušiny horizontů se směrodatnými odchylkami vypočtená ze sedmi (SM) a osmi (LP) sond

Mean dry mass of horizons with standard deviations computed from seven (SM-Norway Spruce) and eight (LP-linden) samples
 L+F – litter and fermentation horizon; H+A – humus and organomineral horizon



Na variantě LP byly zjištěny příznivější charakteristiky chemických vlastností horizontů H+A ve srovnání s variantou SM. Lze konstatovat vyšší hodnoty aktivního i výměnného pH a také vyšší stupeň nasycení sorpčního komplexu bázemi pod porostem lípy ve srovnání s porostem smrkovým. Na variantě LP byla také zřejmá vyšší koncentrace hořčíku a mírně vyšší koncentrace vápníku v porovnání s variantou SM. Smrkový porost vykazoval vyšší koncentraci fosforu a vyšší poměr uhlíku k dusíku (tab. 1). První dvě hlavní osy ordinačního diagramu PCA dohromady vysvětlily 90 % celkové variability dat (obr. 2). První osa (54 % variability) je jednoznačně spjata s rozdíly mezi jednotlivými půdními horizonty, zatímco druhá osa (36 % variability) ukazuje na rozdíly mezi variantami LP a SM.

Obr. 2: Ordinační diagram PCA
PCA ordination diagram.
 SM-H – spruce-humus horizon; SM-A – spruce-organomineral horizon; LP-H+A – linden-humus and organomineral horizon; SM-F – spruce-fermentation horizon

Tab. 1: Základní chemické vlastnosti půdních horizontů
Basic chemical properties of soil horizons

Proměnná Variable	Dřevina-horizont Species-horizon	Počet Count	Průměr Mean	Směrod. odchylka Standard deviation	Proměnná Variable	Dřevina-horizont Species-horizon	Počet Count	Průměr Mean	Směrod. odchylka Standard deviation
pH/H ₂ O	SM-F	3	4,4	0,22	P (mg.kg ⁻¹)	SM-F	3	80	9,2
	SM-H	3	4,1	0,21		SM-H	3	62	8,7
	SM-A	3	3,7	0,08		SM-A	3	26	5,6
	LP-H+A	4	5,5	0,14		LP-H+A	4	13	,5
pH/KCl	SM-F	3	4,1	0,23	K (mg.kg ⁻¹)	SM-F	3	413	45,4
	SM-H	3	3,7	0,18		SM-H	3	232	20,3
	SM-A	3	3,3	0,02		SM-A	3	121	15,5
	LP-H+A	4	5,0	0,09		LP-H+A	4	266	31,7
S (mval.100g ⁻¹)	SM-F	3	40	5,4	Ca (mg.kg ⁻¹)	SM-F	3	3455	342,0
	SM-H	3	24	3,2		SM-H	3	2393	118,2
	SM-A	3	13	1,9		SM-A	3	1228	137,1
	LP-H+A	4	28	1,1		LP-H+A	4	2831	154,0

SM-F – spruce-fermentation horizon; SM-H – spruce-humus horizon; SM-A – spruce-organomineral horizon; LP-H+A – linden-humus and organomineral horizon

DISKUSE

Zhoršení vlastností humusu pod porosty smrku ve srovnání s porosty osiky, buku, břízy a vrby jívky konstatuje KANTOR (1989) ve studii zabývající se melioračními účinky porostů náhradních dřevin v oblasti se silným imisním zatížením nedaleko tepelné elektrárny Trutnov-Poříčí v pátém lesním vegetačním stupni. Podrázský a Remeš (2005) zjistili v oblasti nižších poloh (300 m n. m. – LS Hořice) počínající degradaci a acidifikaci půdy pod porostem smrku a desetkrát vyšší zásobu nadložního humusu ve srovnání s porostem lípy. Nejpriznivější charakteristiky humusu autoři zjistili pod smíšeným porostem s převahou dubu, javoru a jasanu. Čistý porost lípy zde vykazoval určité známky jednostranné zátěže půdy.

HAGEN-THORN et al (2004) srovnával půdní vlastnosti pod třiceti až čtyřicetiletými porosty dubu, lípy, jasanu, břízy, buku a smrku, jenž vznikly zalesněním bývalých zemědělských půd v Litvě, Švédsku a Dánsku. Nalezli statisticky signifikantně vyšší hodnoty pH a vyšší saturaci bázemi ve svrchních půdních horizontech (0-10 cm) porostů lípy malolisté ve srovnání se smrkem ztepilým.

ZÁVĚR

Na základě našich výsledků lze konstatovat:

- Nižší akumulaci sušiny (a tedy vyšší rychlost mineralizace) holorganických horizontů pod porostem lípy ve srovnání se smrkem. Téměř nevyvinutý horizont F a H pod porostem lípy.
- Příznivější hodnoty aktivního i výměnného pH a vyšší stupeň nasycení sorpčního komplexu pod porostem lípy.
- Vyšší podíl C/N a vyšší koncentraci fosforu v humusu smrkového porostu a vyšší koncentraci hořčíku pod porostem lípy.

Výsledky ukazují, ve shodě s poznatky jiných autorů, na celkově příznivější vliv lípy na půdu ve srovnání se smrkem.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl vypracován v rámci podpory projektu NAZV QH91072 „Role lesních dřevin a pěstebních opatření v procesu formování půdního prostředí lesního ekosystému“ a projektu MZe ČR č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- ABETZ P. 1977. The European stem number experiment in Norway spruce (*Picea abies* Karst.). Mitteilungen der Forstlichen Versuchs und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 80: s. 15-21.
- AUGUSTO L., RANGER J., BINKLEY D., ROTHE A. 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Annals of Forest Science, 59: s. 233-253.
- BINKLEY D., VALENTINE D. 1991. Fifty-year biogeochemical effects of green ash,

- white pine, and Norway spruce in a replicated experiment. *Forest and Ecology Management*, 40: s. 13-25.
- BRIGGS R. D. 2004. The Forest Floor. *Encyclopedia of Forest Sciences*, Vol. 3. Oxford. Elsevier: s. 1223-1227.
- HAGEN-THORN A., CALLESEN I., ARMOLAITIS K., NIHLGÅRD B. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management*, 195: s. 373-384.
- HURLBERT S. H. 1984. Pseudoreplication and the Design of Ecological Field Experiments. *Ecological Monographs*, 54: s. 187-211.
- KANTOR, P. 1989. Meliorační účinky porostů náhradních dřevin. *Lesnictví*, 35: 1047-1066.
- KAPPEN H. 1929. Die Bodenazidität. Berlin, Springer Verlag: 363 s.
- MEHLICH A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 15: s. 1409-1416.
- NĚMEČEK J., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České Republiky. Praha, ČZU: 79 s.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2005. Effect of forest tree species on the humus form state at lower altitudes. *Journal of Forest Science*, 51: s. 60-66.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J., SKOVSGAARD J. P. 2005. Wood production, litter fall and humus accumulation in a Czech thinning experiment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Forest Ecology and Management*, 209: s. 157-166.
- TER BRAAK C. J. F., ŠMILAUER P. 2002. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5). Ithaca, Microcomputer Power: 500 s.
- VIEWEGH J. 2002. Přesné určení SLT výzkumných ploch pro výchovu lesa. Zpráva FLE ČZU Praha, 2002, 1 CD-ROM.
- ZBÍRAL J. 1995. Analýza půd I (Jednotné pracovní postupy). Brno, Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 248 s.

Adresa autorů:

Ing. David Dušek,
Ing. Jiří Novák, Ph.D.,
Doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc.,
Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.,
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti,
v.v.i., Strnady, Výzkumná stanice Opočno,
Na Olivě 550, 517 73 Opočno
Česká republika
e-mail: dusek@vulhmop.cz

**VLASTNOSTI NADLOŽNÍHO HUMUSU A PŮDY POD BUKOVÝM A SMRKOVÝM
POROSTEM – SROVNÁVACÍ STUDIE**

**PROPERTIES OF FOREST FLOOR AND SOIL UNDER BEECH AND SPRUCE STANDS
– A COMPARATIVE STUDY**

DUŠAN KACÁLEK, VLADIMÍR ČERNOHOUS,
JIŘÍ NOVÁK, MARIAN SLODIČÁK, DAVID DUŠEK

ABSTRACT

Forest floor occur as litter falls to the ground and it is subsequently being decomposed. The decomposition of the organic matter releases nutrients to be recycled by plants. The forest floor may differ by tree species and by age. Our study deals with both forest floor and soil properties under beech and spruce stands on two sites. Both sites include beech and spruce forest. The site which is situated near Potštejn, north-eastern Bohemia, represents a former agricultural land with 10-year-old plantation. The mountain site with mature stands (spruce at 80 – 100 years; beech at 140 years) is situated within U Dvou louček watershed, the Orlické hory Mts., north-eastern Bohemia. Since the data were not replicated, we conducted a comparative study using means and standard deviations. New stands (near Potštejn) differ in terms of pH both measured in water and KCl; there are higher values under beech. Soil has lower C/N ratio and it is also higher in Ca concentration under beech compared to spruce. Old-growth stands (U Dvou louček) differ in forest floor C/N ratio (both LF and FH layers). The C/N ratio is significantly lower under beech. Mineral soil is higher in plant-available Mg and K in the mature stands. Forest floor of beech origin is higher in total P and mineral topsoil is higher in total P and Ca. The proved differences are a basis for sustainable forest management. Beech forest floor decomposes readily so nutrient-rich beech litter-fall can balance differences between the tree species. There should be planted mixed stands on the same sites though spruce does not affect negatively the soil environment.

Keywords: forest floor; soil; European beech; Norway spruce; afforested field; long-term forest

Klíčová slova: nadložní humus; půda; buk lesní; smrk ztepilý; zalesněné pole; dlouhodobý les

Úvod

Opad rostlinných částí na půdní povrch, jejich rozklad, humifikace a opětovné zpřístupnění živin pro další využití všemi organismy má nesporný význam pro koloběh látek v lesních ekosystémech. BINKLEY (1986) uvádí, že každoroční recyklování živin v ekosystémech formou opadu tvoří jejich hlavní zdroj využitelný rostlinami. Nicméně množství opadu se může lišit jednak podle druhů dřevin, ale také podle věku porostu. Kromě rozdílů v kvantitě nadložního humusu byly již dříve doloženy i rozdíly ve vlastnostech půdy pod různými dřevinami (KANTOR 1989, BINKLEY a VALENTINE 1991, VESTERDAL a RAULUND-RASMUSSEN 1998, RITTER et al. 2003, HAGEN-THORN et al. 2004, PODRÁZSKÝ et al. 2010). Přestože poznatků na toto téma byla již publikována celá řada, zhodnocení vlastností nadložního humusu pod smrkem ztepilým (*Picea abies* (L.) Karst.) a bukem lesním (*Fagus sylvatica* L.) má pro naše lesní hospodářství stále velký význam. Jedním z důvodů

je, že smrk je naší hlavní hospodářskou dřevinou a buk je doporučován jako meliorační a zpevňující příměs v naprosté většině cílových hospodářských souborů (VYHLÁŠKA č. 83/1996 Sb.). Kromě toho otázky spojené s využíváním obou dřevin jsou stále diskutovány a dokonce vzbuzují silné emoce jak u lesnické veřejnosti, tak u ochránců přírody. Řešením zvolené problematiky se snažíme nalézt odpovědi na otázky: (1) Existuje rozdíl ve vlastnostech nadložního humusu pod vlivem buku a smrku? a (2) Můžeme doložit rozdíly ve vlastnostech horizontů minerální půdy pod oběmi dřevinami?

METODIKA A MATERIÁL

Pro srovnání vlastností nadložního humusu a půdy byly provedeny párové odběry vzorků pod bukem a smrkem na dvou stanovištích v lesních oblastech 26 - Předhoří Orlických hor a 25 - Orlické hory (tab. 1).

Tab. 1: Stanovištní charakteristiky hodnocených lokalit
Site characteristics of the localities investigated

Lokalita ¹	Dřevina ²	Věk ³	Geologické podloží ⁴	Půda ⁵	Nadmořská výška ⁶
Potštejn (zalesněná louka)	<i>Picea abies</i> (L.) Karst	10	křídové sedimenty ^b	kambizem ^a	360 m
	<i>Fagus sylvatica</i> L.	10			
U Dvou louček (dlouhodobý les)	<i>Picea abies</i> (L.) Karst	80 - 100	dvojslídna rula ^c	podzol ^b	930 m
	<i>Fagus sylvatica</i> L.	140			900 m

Captions: ¹ – localities investigated; *afforested arable land* (zalesněná louka); *old-growth forest* (dlouhodobý les); ² tree species; ³ age; ⁴ bedrock (*lb* – Cretaceous sediments (ŠVOBODA 1990); *c* – two-mica gneiss (OPLETAL, DOMEČKA 1983)); ⁵ soil (*a* – cambisol; *b* – spodosol); ⁶ altitude above sea level

První párová lokalita je situována u Potštejna a reprezentuje bývalou zemědělskou půdu. Druhá párová lokalita se nachází 1 – 1,5 km severovýchodně od Anenského vrchu (991 m n. m.); tato lokalita představuje dospělý porost na stanovišti dlouhodobého lesa. Na stanovišti bývalé zemědělské půdy bylo pod každou dřevinou odebráno 6 vzorků a na stanovišti dlouhodobého lesa byly odebrány čtyři vzorky pomocí čtvercového rámečku 25 x 25 cm. Vzorky z první lokality byly smíšeny do tří vzorků. Na lokalitě bývalé zemědělské půdy byly odebrány vrstva nadložního humusu (LF) a svrchních 10 cm minerální půdy. Na lokalitě dlouhodobé lesní půdy byly odebrány horizont opadu L, nadložní humus (FH) a dvě vrstvy minerální půdy (A 0 – 10 cm; B 10 – 20 cm). Analýzy byly provedeny v akreditované chemické laboratoři Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti ve Strnadlech. Nadložní humus byl hodnocen z hlediska množství sušiny stanovené při 105 °C gravimetrickou metodou.

Obsah uhlíku a dusíku v humusu a půdě pro výpočet jejich poměru (C/N) byly stanoveny pomocí analyzátoru Vario MAX CNS. Obsahy živin v rostlinném materiálu nadložního humusu byly zjišťovány v mineralizátu rostlinného materiálu pomocí ICP-OES. Hodnoty pH v půdní suspenzi byly zjišťovány potenciometrickou metodou. Obsahy rostlinám přístupných bází (K, Ca, Mg) v půdě byly

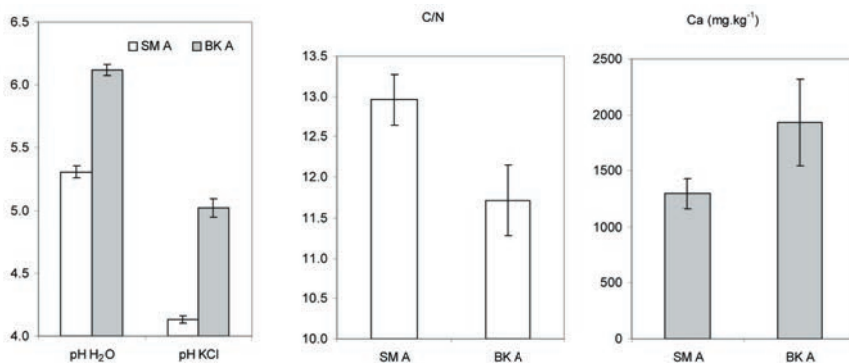
zjišťovány ve výluhu NH_4Cl . Obsah přístupného fosforu byl zjišťován průtokovým analyzátozem se spektrometrickou indikací. Celkové živiny (P, K, Ca, Mg) v minerální půdě byly zjišťovány pomocí výluhu v lučavce královské. Vzhledem k tomu, že opakované odběry nemohou být považovány za pravá opakování, jsme vlastnosti nadložního humusu a půdy vyhodnotili formou srovnávací studie s použitím popisné statistiky. Pro jednotlivé parametry byl vypočítán aritmetický průměr a charakteristika variability (odhad směrodatné odchylky výběru) v prostředí softwaru MS Excel. Předmětem srovnávání byly vždy dvě varianty téže lokality tj. výsledky z Potštejna nebyly srovnávány s výsledky z povodí U Dvou louček.

VÝSLEDKY

Desetiletý porost první generace lesa

Bukový a smrkový porost srovnatelného věku (ca 10 let) na bývalé zemědělské půdě nedaleko Potštejna vytvořily iniciální stadium nadložního humusu; zcela převažoval podíl opadu (L) s minimem drti (F) a horizont měli (H) nebyl vyvinutý. Opad buku pokrýval celou plochu povrchu půdy. Jeho množství odhadujeme podle odebraných vzorků na 10 tun na hektar. Vzorky smrkového opadu byly těžší, nicméně vzhledem k tomu, že opad dosud nevytvořil souvislou vrstvu, nebylo možné přesněji stanovit množství materiálu na hektar. Průměrný vzorek z plochy 25×25 cm činil pod smrkem 78 a pod bukem 63 gramů. Nadložní humus se nelišil také kvalitou; hodnota C/N byla pouze mírně vyšší pod bukem než smrkem. Opad buku a smrku se v zásadě nelišil ani koncentracemi živin (P, K, Ca, Mg) ani procentem uhlíku a dusíku.

Ve svrchní vrstvě minerální půdy jsme konstatovali významně vyšší pH (6,1 v H_2O , 5,0 v KCl) a nižší C/N (11,7) pod bukem než pod smrkem (obr. 1). Pod bukem byla dále vyšší koncentrace rostlinám přístupného vápníku ($1\,930\text{ mg.kg}^{-1}$). Koncentrace dalších rostlinám přístupných živin pod bukem a smrkem (P 5,7 mg.kg^{-1} ;

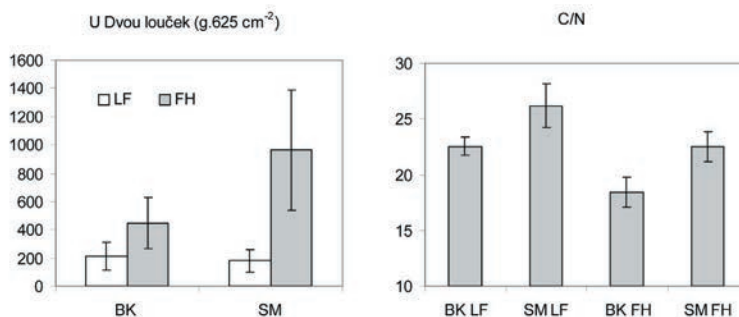


Obr. 1: Charakteristiky svrchní minerální půdy (horizont A) zalesněné bukem (BK) a smrkem (SM) na lokalitě Potštejn. Chybové úsečky vyjadřují směrodatnou odchylku *Afforested topsoil (A horizon) properties by tree species (BK – beech; SM – spruce), Potštejn locality. Error bars denote standard deviation*

5,8 mg.kg⁻¹; K; 123,3 mg.kg⁻¹; 124,7 mg.kg⁻¹; Mg 238,8 mg.kg⁻¹; 183,4 mg.kg⁻¹) se vzhledem k variabilitě hodnot nelišily.

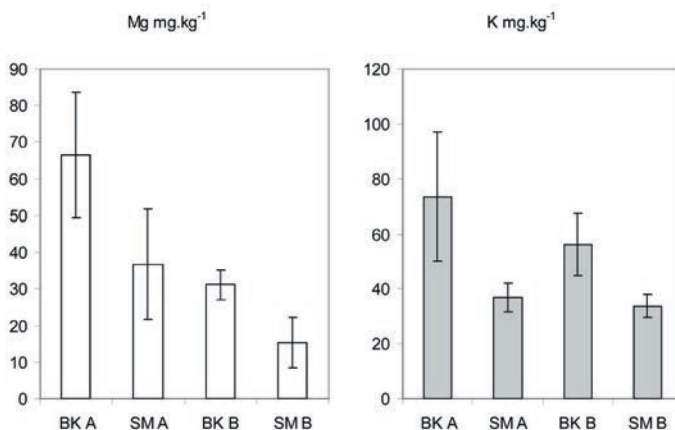
Dospělé horské porosty

Bukový a smrkový porost akumulovaly srovnatelné množství méně rozloženého rostlinného materiálu ve vrstvě LF. Více rozložená vrstva (FH) obsahovala téměř dvojnásobné množství materiálu pod smrkem (964 g.625 cm²) ve srovnání s bukem (449 g.625 cm²). Nicméně u vzorků smrku jsme konstatovali značnou



Obr. 2: Množství nadložního humusu (LF, FH) a poměr C/N pod dospělými porosty buku (BK) a smrku (SM) na lokalitě U Dvou louček. Chybové úsečky vyjadřují směrodatnou odchylku

Amount of forest floor (LF, FH) and C/N ratio under mature beech and spruce stands, U Dvou louček locality. Error bars denote standard deviation

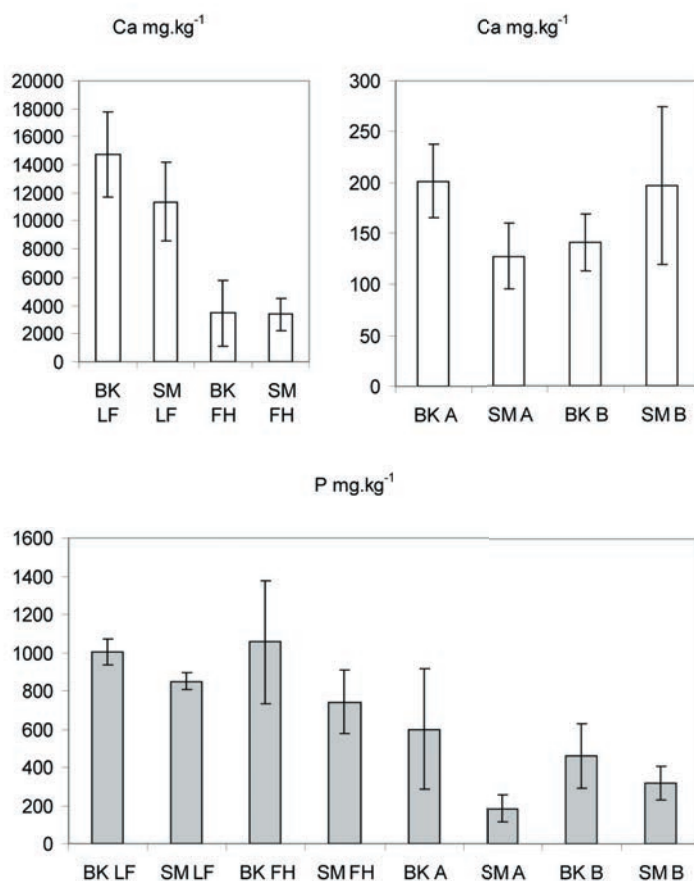


Obr. 3: Koncentrace rostlinám přístupného hořčíku a draslíku pod bukem (BK) a smrkem (SM) ve dvou horizontech půdy (A, B) na lokalitě U Dvou louček. Chybové úsečky vyjadřují směrodatnou odchylku

Concentrations of plant-available Magnesium and Potassium in two soil horizons (A, B) of mineral soil under beech (BK) and spruce (SM), U Dvou louček locality. Error bars denote standard deviation

variabilitu hmotnosti. Nadložní humus pod smrkovým porostem se lišil v obou analyzovaných vrstvách vyššími hodnotami poměru C/N (LF 26,2; FH 22,5) od nadložního humusu pod bukem (obr. 2). Koncentrace rostlinám přístupných živin pod bukem a smrkem (Ca 1 620 mg.kg⁻¹; 2 222 mg.kg⁻¹, Mg 845 mg.kg⁻¹; 991 mg.kg⁻¹ a K 244 mg.kg⁻¹; 265 mg.kg⁻¹) ani hodnoty pH H₂O (4,2; 4,1) a pH KCl (3,3; 3,1) se ve vrstvě FH nadložního humusu vzhledem k variabilitě hodnot mezi oběma dřevinami nelišily.

Hodnoty pH a C/N se nelišily mezi oběma dřevinami ani v horizontech minerální půdy A, B. Z hodnocených koncentrací rostlinám přístupných živin byly rozdíly mezi dřevinami nalezeny v případě hořčíku (horizont A – 67 mg.kg⁻¹; hori-



Obr. 4: Koncentrace celkového vápníku a fosforu v nadložním humusu (LF, FH) a půdě (A, B) pod dospělými porosty buku (BK) a smrku (SM) na lokalitě U Dvou louček. Chybové úsečky vyjadřují směrodatnou odchylku

Concentrations of pseudo-total Calcium and Magnesium in forest floor (LF, FH) and soil (A, B) horizons under mature beech (BK) and spruce (SM) stands, U Dvou louček locality. Error bars denote standard deviation

zont B – 31 mg.kg⁻¹) a draslíku (horizont A – 74 mg.kg⁻¹; horizont B – 56 mg.kg⁻¹) tj. vyšší koncentrace v minerální půdě pod bukem (obr. 3). Výsledky analýzy pseudototálních obsahů živin výluhem lučavkou královskou ukázaly vyšší koncentraci vápníku ve svrchní minerální půdě (horizont A – 201 mg.kg⁻¹) a významně vyšší koncentraci fosforu v opadu (LF – 1 003 mg.kg⁻¹) a svrchní minerální půdě (horizont A – 600 mg.kg⁻¹) pod bukem (obr. 4).

DISKUSE

Vrstva nahromaděného opadu pod desetiletým porostem na bývalém poli představuje iniciální stadium vývoje nadložního humusu. Ačkoliv ve věku 10 let se pod bukem vyskytovala souvislá vrstva z částečně rozložených listů, pod smrkem jsme vrstvy opadu našli pouze uvnitř obvodu korun. Pod smrkem se tato souvislá vrstva tvoří déle pravděpodobně proto, že ve stejně starých porostech buku dochází dříve k zapojení korunové vrstvy. Buk tak shazuje každoročně všechny listy na celé ploše, zatímco u smrku opadávají nejdříve nejstarší ročníky jehličí z vnitřního prostoru korun. Vytvoření vrstev nadložního humusu má velký význam v procesu obnovy prostředí lesní půdy. To, že se nadložní humus objevuje pod 10 let starými výsadbami potvrzuje také OUIMET et al. (2007) na příkladu studie s chronosekvencí výsadby s borovicí smolnou (*Pinus resinosa* Ait.) situovaných na bývalé zemědělské půdě v jižním Quebecu. Na rozdíl od porostu první generace lesa, pod dospělými porosty se již vyskytovala výrazná vrstva fermentovaného a humifikovaného rostlinného materiálu (horizonty FH). Více než dvojnásobné množství (průměrně 968 g, Sx 425) tohoto materiálu pod smrkem má význam pro hodnocení celkových zásob živin. Nicméně tento kvantitativní rozdíl není vzhledem k velké variabilitě vzorků pod smrkem významný. Trend zvýšeného množství humusu až na dvojnásobek pod smrkem ve srovnání s bukem našel také např. AUGUSTO et al. (2002) na příkladu srovnání hmotnosti opadu. Množství materiálu v nadložním humusu má těsný vztah k zásobě uhlíku. VESTERDAL a RAULUND-RASMUSSEN (1998) našli významně vyšší zásobu uhlíku v nadložním humusu 30 let starých porostů smrku ztepilého ve srovnání se stejně starými porosty buku.

Poměr uhlíku a dusíku (C/N) je důležitým ukazatelem rychlosti rozkladu organické hmoty v opadu (AUGUSTO et al. 2002). Buk a smrk v první generaci lesa na lokalitě Potštejn neukázaly rozdíl C/N v nadložním humusu; vyšší C/N pod smrkem bylo nalezeno v minerální půdě. MATĚJKA a STARÝ (2009) také našli významně vyšší C/N ve svrchní vrstvě půdy pod smrkem ve srovnání se smíšenými porosty s bukem na Šumavě. V literatuře (ZHIYANSKI et al. 2008) jsou nicméně dokládány i hodnoty C/N svrchní půdy nižší pod smrkem než pod bukem v pohoří Stara Planina v Bulharsku. V jiné naší studii ze zalesněné zemědělské půdy mezi Bystřím a Janovem v PLO Předhoří Orlických hor jsme také konstatovali nesignifikanční rozdíl C/N mezi nadložním humusem buku a smrku z 12 let staré výsadby (KACÁLEK et al. 2010). I přes různý původ si jsou bukový a smrkový nadložní humus v tomto smyslu podobné zejména v mladých porostech. VESTERDAL a RAULUND-RASMUSSEN (1998) doložili shodné hodnoty C/N také ve 30 let starých bukových a smrkových porostech v Dánsku. Na rozdíl od první generace lesa v podhůří, v dospělých porostech na lokalitě U Dvou louček jsme konstatovali význam-

ně vyšší hodnoty C/N pod smrkem než pod bukem a to jak ve směsi opadu s drtí (LF), tak ve směsi drtí a měli (FH). Různá rychlost rozkladu opadu se totiž projevuje v rozdílných množstvích akumulovaného nadložního humusu (AUGUSTO et al. 2002).

SINGERI a MUNNS (1996) uvádějí, že půdy se stávají kyselými vzhledem k dlouhodobému opakovanému vyluhování spojenému se vstupy kyselin tj. látek schopných uvolňovat vodíkové kationy (H^+). Kyselé půdy mají také málo výměnných bazických kationů (Ca, Mg, K, Na) a vyskytují se často na matečných horninách, kde jsou tyto prvky v nedostatku. Významným faktorem ovlivňujícím acidifikaci jsou také vysoké srážky. SINGERI a MUNNS (1996) dále uvádějí, že přirozeným procesem vedoucím ke snížení pH půdy je také nitrifikace amonných kationů (NH_4^+) v jejímž důsledku vzniká nitrátový anion (NO_3^-), voda a volné vodíkové kationy. Připomínají, že tento proces může být také podpořen uměle při hnojení zemědělských pozemků. Lokalita Potštejn je bývalou zemědělskou půdou, nicméně pokud by acidita byla ovlivněna dodáním amonných kationů v hnojivu, pH pod bukem i smrkem by bylo srovnatelné. Naše výsledky ukazují jiný obraz. Hodnota pH (H_2O) i pH (KCl) pod bukem je vyšší. AUGUSTO et al. (2002) uvádí, že rozdíl v pH svrchní půdy mezi dvěma dřevinami může představovat celou jednotku. Tito autoři konstatovali ve své studii nicméně rozdíl 0,2 – 0,4 jednotky. Přesto v jeho studii bylo pH pod bukem významně vyšší než pod smrkem. V naší studii dosáhl rozdíl mezi bukem a smrkem první generace lesa 0,8 jednotky pH (H_2O) a 0,9 jednotky pH (KCl). Přesto obě varianty jsou podle REJŠKA (1999) klasifikovatelné jako středně kyselé půdy; pH (H_2O) pod bukem odpovídá mírně kyselé půdě. VESTERDAL a RAULUND-RASMUSSEN (1998) dokládají v bukovém nadložním humusu o 0,4 jednotky pH ($CaCl_2$) vyšší hodnoty oproti smrku. Ve svrchní vrstvě půdy se pH pod oběma dřevinami nelišilo. Naopak HAGEN-THORN et al. (2004) našel o 0,4 pH (H_2O) vyšší hodnoty ve svrchní minerální půdě 0-10 cm a o 0,6 pH (H_2O) vyšší hodnoty v hlubší 20-30 cm vrstvě pod bukem ve srovnání se smrkem. Orlické hory jsou oblastí silně zasaženou vlivem antropogenního znečištění ovzduší. I přes aplikaci programu odsíření v druhé polovině 90. let 20. století, zdokumentovala FOTTOVÁ (2003) v roce 1998 významnou podkorunovou depozici síry na stanovišti totožném s námi sledovaným smrkovým porostem na lokalitě U Dvou louček; podkorunová depozice v bukovém porostu stejné lokality byla v té době také paralelně sledována. FOTTOVÁ (2003) dále konstatuje, že rozdíl mezi jehličnatými (vyšší) a listnatými (nižší) podkorunovými toky byl významný z důvodu většího povrchu asimilačního aparátu jehličnanů. Tento povrch byl také celoročně exponován síře v ovzduší. O dva roky později konstatovala zvýšení toku dusíku, který se po snížení toku sloučenin síry stal hlavním zdrojem acidifikace. Nejvyšší hodnoty toku dusíku v síti GEOMON byly opět naměřeny na lokalitě U Dvou louček. V rámci naší studie jsme pod oběma dřevinami nenalezli v roce 2008 žádný rozdíl v pH (H_2O i KCl) nadložního humusu a minerální půdy. Výsledky FOTTOVÉ (2003) totiž pochází z experimentu, ve kterém není brána v úvahu část podkorunových srážek stékajících po kmenech stromů. Tato složka srážkové bilance však má průkazný význam. Tak například LOCHMAN a KANTOR (1985) dokládají ve studii z Orlických hor, že celková depozice SO_4^{2-} ve vegetačním období

(IV - X) 1981 byla jen ve stoku po kmeni 1,8 krát vyšší v porostu buku, a to i přesto, že jednotková koncentrace (mg.l^{-1}) tohoto anionu byla v daném období více než 7krát vyšší ve smrku. PAVLŮ et al. (2007) nenalezla rozdíl v pH (H_2O) mezi bukovým a smrkovým nadložním humusem na transektu v Jizerských horách, ale jak pH (KCl), tak pH (CaCl_2) měly vyšší hodnoty pod bukem. Dominance buku v porostech také zvýšila pH horských půd v Krkonoších (MATĚJKA et al. 2010). V literatuře (MARESCHAL et al. 2010) se nicméně vyskytují také informace o reverzním působení smrku a buku tj. o sníženém pH pod bukem. Autoři sami připouští, že jejich výsledky jsou ve srovnání s podobnými studiemi neobvyklé.

Z chemického hlediska je přístupnost živin schopností půdy udržet vysokou koncentraci živiny v půdním roztoku (SINGERI a MUNNS 1996). Tito autoři dále uvádějí, že z biologického hlediska představuje dostupnost živin pro rostliny komplexnější problém tj. nejde jen o chemicky zjištěnou přístupnost, ale také o pohyb živin a nároky rostlin. V nově se utvářejícím nadložním humusu buku v první generaci lesa (Potštejn) jsme rozdílů oproti novému opadu smrku konstatovali v případě vyšší koncentrace přístupného hořčíku a nižší koncentrace přístupného fosforu. V minerální půdě, nicméně, tyto rozdílů patrné nebyly a naopak zde byla konstatována vyšší koncentrace vápníku pod bukem. Je zřejmé, že prokázané rozdílné koncentrace přístupných živin v humusu se ne vždy odrazí v rozdílech v půdě a naopak. V jiné studii (KACÁLEK et al. 2010) zabývající se obnovou lesního prostředí pod stejnými dřevinami jsme našli vztah mezi koncentracemi vápníku a hořčíku v humusu i půdě. HAGEN-THORN et al. (2004) nenalezl rozdíly v koncentracích ($\mu\text{g.g}^{-1}$) bazických kationů v půdě pod smrkem a bukem. Také VESTERDAL a RAULUND-RASMUSSEN (1998) dokládají nevýznamné rozdíly v zásobě (kg.ha^{-1}) bazických kationů a fosforu v nadložním humusu buku a smrku. Také dospělé porosty buku a smrku na lokalitě U Dvou louček ukazují, že koncentrace fosforu a bazických kationů v humusu (FH) jsou u obou dřevin prakticky shodné. Vápník a fosfor se navíc neliší ani v obou vrstvách minerální půdy. Zato hořčík a draslík ukazují vyšší koncentrace pod bukem než smrkem. PAVLŮ et al. (2007) ukazuje nesignifikantní trend vyššího celkového obsahu vápníku a hořčíku (výluh lučavkou královskou) v nadložním humusu buku ve srovnání se smrkem v Jizerských horách. PAVLŮ et al. (2007) srovnává nicméně pět různých věkových smrkových porostů (věk 10 – 90 roků) s dospělými porosty buku (věk 80 – 170 roků). Naše výsledky z výluhu lučavkou královskou ukazují také trend zvýšených koncentrací bází a fosforu v opadu, nadložním humusu i minerální půdě. Vyšší koncentrace pod bukem jsme konstatovali pouze u vápníku ve svrchní minerální půdě (A) a u v opadu (LF) a svrchní minerální půdě (A). Nicméně pro rozhodování v lesním hospodářství jsou rozdílů v koncentracích a zásobách živin mezi dřevinami pravděpodobně méně důležité. SINGERI a MUNNS (1996) připomínají, že dosud existuje jediné spolehlivé kritérium dostupnosti živin a tím je reakce rostlin.

ZÁVĚR

Na základě výsledků srovnávací studie mezi porosty smrku a buku lze konstatovat následující závěry.

Porosty první generace lesa se liší:

- Pokryvností nadložního humusu – smrkový opad nepokrývá celou plochu porostu.
- Významně vyšším pH a koncentrací přístupného vápníku v minerální půdě pod bukem a významně vyšším C/N minerální půdy pod smrkem.

Dospělé porosty horského lesa se liší:

- Vyšším poměrem C/N potvrzujícím trend vyšší akumulace rostlinného materiálu pod smrkem.
- Vyššími koncentracemi přístupného Mg a K a vyššími koncentracemi celkového Ca a P v minerální půdě pod bukem.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl vypracován v rámci podpory projektu NAZV QH91072 „Role lesních dřevin a pěstebních opatření v procesu formování půdního prostředí lesního ekosystému“ a projektu MZe ČR č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“. Touto cestou autoři vyjadřují dík za pomoc při terénních pracích zaměstnancům VÚLHM, v.v.i., VS Opočno, paním Evě Ráčkové, Aleně Hvězdové a panu Tomáši Petrovi.

LITERATURA

- AUGUSTO L., RANGER J., BINKLEY D., ROTHE A. 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59, 3: s. 233-253.
- BINKLEY, D. 1986. *Forest Nutrition Management*. John Wiley & Sons, New York: 290 s.
- BINKLEY D., VALENTINE D. 1991. Fifty-year biogeochemical effects of green ash, white pine, and Norway spruce in a replicated experiment. *Forest and Ecology Management*, 40: s. 13-25.
- FOTTOVÁ D. 2003. Trends in sulphur and nitrogen deposition fluxes in the GEOMON network, Czech Republic, between 1994 and 2000. *Water, Air, and Soil Pollution*, 150, 1/4: 73-87.
- HAGEN-THORN A., CALLESEN I., ARMOLAITIS K., NIHLGÅRD B. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest and Ecology Management*, 195: s. 373-384.
- KACÁLEK D., NOVÁK J., BARTOŠ J., SLODIČÁK M., BALCAR V., ČERNOHOUS V. 2010. Vlastnosti nadložního humusu a svrchní vrstvy půdy ve vztahu k druhům dřevin. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55, 1: s. 19-24.
- LOCHMAN V., KANTOR P. 1985. Působení smrkových a bukových porostů v Orlických horách na chemismus vody při odtoku do vodních zdrojů. *Zprávy lesnického výzkumu*, 30, 4: 5-9.
- KANTOR P. 1989. Meliorační účinky porostů náhradních dřevin. *Lesnictví*, 35: 1047-1066.
- MARESCAL L., BONNAUD P., TURPAULT M. P., RANGER J. 2010. Impact of common

- European tree species on the chemical and physicochemical properties of fine earth: an unusual pattern. *European Journal of Soil Science*, 61, 1: s. 14-23.
- MATĚJKA K., STARÝ J. 2009. Differences in top-soil features between beech-mixture and Norway spruce forests of the Šumava Mts. *Journal of Forest Science*, 55, 12: s. 540-555.
- MATĚJKA K., VACEK S., PODRÁZSKÝ V. 2010. Development of forest soils in the Krkonoše Mts. in the period 1980-2009. *Journal of Forest Science*, 56, 11: 485-504.
- OPLETAL M., DOMEČKA K. (eds.). 1983. Synoptic geological map of the Orlické hory Mts. Geological Survey, Prague.
- OUMET R., TREMBLAY S., PÉRIÉ C., PRÉSENT G. 2007. Ecosystem carbon accumulation following fallow farmland afforestation with red pine in southern Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, 37: s. 1118-1133.
- PAVLŮ L., BORŮVKA L., NIKODEM A., ROHOŠKOVÁ M., PENÍŽEK V. 2007. Altitude and Forest Type Effects on Soils in the Jizera Mountains Region. *Soil and Water Research*, 2: s. 35-44.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., TAUCHMAN P., HART V. 2010. Douglaska tisolistá a její funkční účinky na zalesněných zemědělských půdách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55, 2010, č. 1: s. 12-18.
- REJŠEK K. 1999. *Lesnická pedologie, cvičení*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno: 152 s.
- RITTER E., VESTERDAL L., GUNDERSEN P. 2003. Changes in soil properties after afforestation of former intensively managed soils with oak and Norway spruce. *Plant and Soil*, 249: s. 319-330.
- SINGER J. S., MUNNS D. N. 1996. *Soils: An Introduction*. Prentice Hall, New Jersey: 480 s.
- SVOBODA J. (ed.). 1990. *Geologická mapa ČSSR – Mapa předčtvrtohorních útvarů 1:200 000*, List Náchod.
- VESTERDAL L., RAULUND-RASMUSSEN K. 1998. Forest floor chemistry under seven tree species along a soil fertility gradient. *Canadian Journal of Forest Research*, 28: s. 1636-1647.
- VYHLÁŠKA č. 83/1996 Sb., Příloha č. 4: Rámcové vymezení cílových hospodářských souborů: s. 64-65.
- ZHYIANSKI M., KOLEV K., SOKOLOVSKA M. 2008. Tree species effect on soils in central Stara Planina Mountains. *Nauka za Gorata – Forest Science*, 4: s. 65-82.

Adresa autorů:

*Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.,
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady,
Výzkumná stanice Opočno,
Na Olivě 550, 517 73 Opočno
kacalek@vulhmop.cz*

**RŮST SMRKOVÉ KULTURY NA HORSKÉM STANOVÍŠTI NARUŠENÉM
MECHANIZOVANĚ PŘIPRAVENÝMI LINIOVÝMI VALY
A MELIOROVANÉM OLŠÍ ZELENOU**

*NORWAY SPRUCE PLANTATION GROWING ON A MOUNTAIN FOREST SITE
DISTURBED BY WINDROW PREPARATION AND AMELIORATED BY GREEN ALDER*

FRANTIŠEK ŠACH, VLADIMÍR ČERNOŠOUS

ABSTRACT

*Mechanized windrowing of slash has disturbed soil surface within large clear-cuts (hundreds of hectares) during 1980s in the air-polluted top region of the Orlické hory Mts., eastern Bohemia. The soil surface on the Velká Deštná Hill was disturbed in 1987. One year later the Research Station at Opočno established the long-term research plot on this site. Degree and extent of soil surface disturbance were recorded. Besides other experiments, the experimental Norway spruce plantation was designed as three treatments: control, fertilized and limed (1991), and ameliorated by *Alnus viridis* plantation (1992). The effect of site degradation by mechanized windrowing has been indicated by young spruce growth for a long time period. The assessment of 18-year-old spruce growth on the control strip shows significantly greater height increment on negligibly disturbed sites comparing to that on remarkably and very remarkably disturbed sites. Amelioration of spruce trees brings perspective outcomes on the strip biologically amended by *Alnus viridis*. High atmospheric deposition especially of nitrogen compounds, fungi disease by *Ascosclerophora abietina*, climatic fluctuations, and high values of ground-level ozone have brought new problems into spruce plantation performance since 1999.*

Keywords: site preparation; mechanized windrowing; soil disturbance, biological amelioration; green alder; Norway spruce; plantation growth; the Orlické hory Mts.

Klíčová slova: mechanizovaná příprava; liniové valy; narušení lesní půdy; biologická meliorace; olše zelená; růst kultury; smrk ztepilý; Orlické hory

ÚVOD A NÁSTIN PROBLEMATIKY

Ve vrcholových partiích Orlických hor byly stovky hektarů půdního povrchu imisních holin narušeny mechanizovaným shrnováním klestu do valů. K narušení půdního povrchu na lokalitě Velká Deštná došlo v roce 1987. O rok později zde VS Opočno – oddělení meliorací založilo dlouhodobou výzkumnou plochu. Stupeň narušení, popis a jeho rozsah dokumentovali ŠACH A PODRÁZSKÝ (ŠACH 1994), ve vztahu k zájmovému vlivu olše zelené na smrkové kultury jsou pak zahrnuty v tab. 1 a 2. Závažné bylo zejména odstranění značné části nadložního humusu a humusového A horizontu do valů (až 200 m³ z jednoho hektaru) a s ním související snížení obsahu a zásoby organické hmoty v povrchové půdní vrstvě. Na výzkumné ploše jsme založili (mimo další experimenty) pokusnou smrkovou kulturu ve třech variantách: kontrola (sloužila též k hodnocení vlivu výživy ve školce na odrůstání po výsadbě), chemická meliorace průmyslovými hnojivy nebo vápencem (1991) a biologická meliorace olší zelenou – *Alnus viridis* (1992).

Z širšího pohledu autory zpracovaného přehledu problematiky vztaženého k olši zelené (ŠACH, ČERNOŠOU 2009) vyplynulo, že v Evropě je věnována pozornost olši zelené a porostům s ní především z hlediska funkčnosti tohoto ekosystému na horní hranici lesa. Meliorační a rekultivační funkci olše zelené byla až na výjimky věnována pozornost především v Kanadě, v USA a na Novém Zélandu. K znovuzalesnění a stabilizaci ploch rozsáhlých sesuvů byla v domácích poměrech olše zelená prezentována v Jeseníkách, ke stabilizaci holí po pastvě ovcí ve Slovenském rudohoří.

Tab. 1: Růst smrkové kultury na stanovišti narušeném mechanizovaným shrnováním lestu a biologicky meliorované kulturou olše zelené

*Performance of spruce plantation separately by degree of soil surface disturbance due to mechanized windrowing – amelioration by *Alnus viridis**

Narušení půdního povrchu ¹			Výška sazenic ²			Přežití ³	Tloušťka kmínku ⁴	
Stupeň ⁵	Popis ⁶	Podíl ⁷	1991	1999	2009	2009	1992	1999
		%	cm			%	mm	
narušení nevýznamné 0A metlice ⁸	půdní kryt viditelně nenarušen (převažuje drn metlice) ⁹	44	42,6 a	126,4 a	340,2 a	26	10,0 a	29,5 a
narušení nevýznamné 0B humus ¹⁰	půdní kryt narušen, ale zachován (převažuje nadložní humus bez hrabanky či buřeně) ¹¹	15	39,9ab	100,6 b	345,6 a	23	9,8 ab	23,8 b
narušení významné IC ¹²	půdní kryt promísen s minerální půdou, vytvořeny mělké rýhy o hloubce do 25 cm ¹³	21	39,7 b	106,3ab	329,3 a	15	9,0 b	24,3 ab
narušení velmi významné IID ¹⁴	půdní kryt stržen, obnažena minerální půda, vytvořeny hluboké rýhy o hloubce nad 25 cm ¹⁵	7	37,6 b	106,8ab	387,2 a	19	9,3 ab	25,2 ab
	valy klestu a svrchní vrstvy půdy ¹⁶	13						

Stejná písmena označují neprůkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. The same letters denote non significant differences between variants at $\alpha = 0.05$.

¹Disturbance of soil surface; ²Plant height; ³Survival; ⁴Ground line diameter; ⁵Degree; ⁶Description; ⁷Percentage; ⁸Non severe disturbance – 0A – grass; ⁹Ground cover was not disturbed noticeably (*Deschampsia sod* prevailed.); ¹⁰Non severe disturbance – 0B – humus; ¹¹Ground cover was disturbed but preserved. (Forest floor without litter and without weed prevailed.); ¹²Severe disturbance – IC; ¹³Ground cover was mixed with mineral soil, shallow ruts below depth of 25 cm were formed; ¹⁴Very severe disturbance – IID; ¹⁵Ground cover was removed, mineral soil was exposed, deep ruts above depth of 25 cm were formed; ¹⁶windrows

Olše zelená je podle české legislativy meliorační a zpevňující dřevina (MZD). Je doporučována jako dřevina meliorující místa, kde byla lesní půda degradována v důsledku ztráty svrchní vrstvy – horizontů LFH a A. Právě její meliorační funkce jako raně sukcesní pionýrské dřeviny je žádoucí využít v České republice zejména na plochách s buldozerovou přípravou stanoviště (Krušné hory), ale i na plochách s intenzivní přípravou stanoviště prstovým shrnovačem klestu, kdy došlo k odstranění svrchní vrstvy lesní půdy (horizonty LFH, popř. i A) v různé intenzitě i ploše po imisní kalamitě, nikoliv na stanovištích se zachovaným profilem lesní půdy (PODRÁZSKÝ et al. 2005, KUNEŠ et al. 2011).

Tab. 2: Růst smrkové kultury v závislosti na stupni narušení půdního povrchu po mechanizovaném shrnování klestu – kontrola k biologické melioraci

Performance of spruce plantation separately by degree of soil surface disturbance due to mechanized windrowing – control to biological amelioration

Narušení půdního povrchu ¹			Výška sazenic ²			Přežití ³	Tloušťka kmínku ⁴	
Stupeň ⁵	Popis ⁶	Podíl ⁷	1991	1999	2009	2009	1992	1999
		%	cm			%	mm	
narušení nevýznamné 0A metlice ⁸	půdní kryt viditelně nenarušen (převažuje drn metlice) ⁹	40	38,7 a	107,0 a	346,4 a	21	9,0 a	26,3 a
narušení nevýznamné 0B humus ¹⁰	půdní kryt narušen, ale zachován (převažuje nadložní humus bez hrabanky či buřene) ¹¹	14	36,7 a	103,6ab	237,2 b	26	8,4 a	26,4 a
narušení významné IC ¹²	půdní kryt promísen s minerální půdou, vytvořeny mělké rýhy o hloubce do 25 cm ¹³	20	39,1 a	90,9ab	279,3ab	26	9,3 a	25,4 a
narušení velmi významné IID ¹⁴	půdní kryt stržen, obnažena minerální půda, vytvořeny hluboké rýhy o hloubce nad 25 cm ¹⁵	13	35,2 a	75,1 b	-	0	7,8 a	17,9 b
	valy klestu a svrchní vrstvy půdy ¹⁶	13						

Stejná písmena označují neprůkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.
The same letters denote non significant differences between variants at $\alpha = 0.05$

K řešení meliorační problematiky na stanovištích s narušenou a odstraněnou svrchní půdní vrstvou (ŠACH, ČERNOŠOU 2000a) byly založeny experimentální výzkumné plochy Velká Deštná v Orlických horách. Prezentace a hodnocení vlivu biologické meliorace olší zelenou na růst smrkové kultury na horském stanovišti narušeném mechanizovaně připravenými liniovými valy představuje náplň a cíl práce předkládaného příspěvku.

METODY A MATERIÁL

Podrobnou charakteristiku sledovaného stanoviště a jeho degradace uvedli ŠACH, PODRÁZSKÝ (1992) a ŠACH (1994).

Založení objektu

Ke studiu zmíněných nepříznivých důsledků mechanizovaného shrnování klestu bylo přistoupeno v oblasti Velké Deštné, na stanovišti s extrémními imisně-ekologickými poměry ve vrcholové části Orlických hor. Pokusné plochy leží v nadmořské výšce 1060 - 1110 m a v době založení v pásmu ohrožení imisemi A (lesní pozemky s porosty s výrazným imisním zatížením, kde poškození dospělého smrkového porostu se zvýší průměrně o 1 stupeň během 5 let). Expozice je severozápadní (návětrná ve směru hlavního toku imisí), sklon svahu postupně narůstá ze 7 % až na 19 %. Lesní typ představuje jeřábová smrčina borůvková ve vrcholových (svažitých) polohách (8Z2), nacházející se na hluboce výrazném humusovém podzolu, hlinitopísčitém, silně kamenitém, s migmatizovanou ortorulou jako podložní horninou.

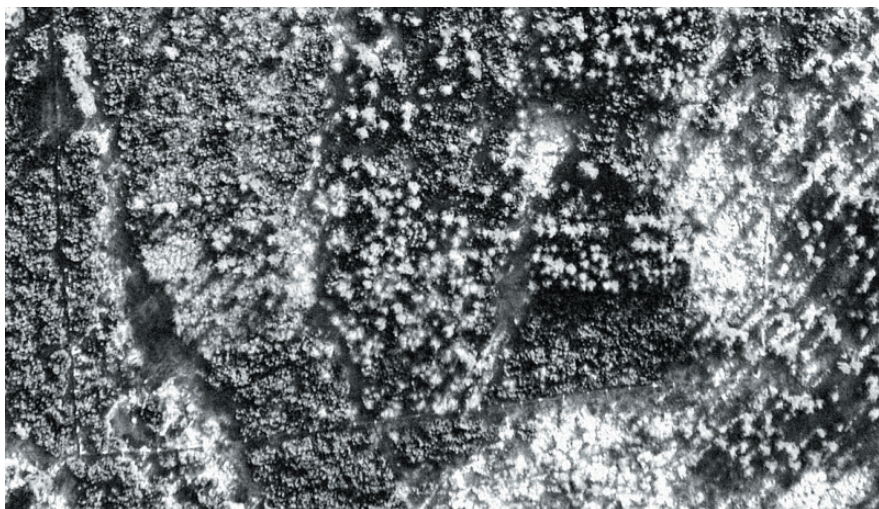
Po vytěžení 160letého, imisemi velmi silně poškozeného smrkového porostu v roce 1986 a následném shrnutí klestu do spádnicových valů prstovým shrnovačem čelně neseným na lesním kolovém traktoru LKT 81 byly v roce 1988 vytyčeny na holoseči tři vrstevnicové transekty. Jejich průměrná délka se rovnala 52 m (kolmo protínaly dvě pole vymezená po spádnici probíhajícími valy těžebního odpadu), šířka 10 m a sklon 4°, 6° a 11°. Na transektech byl mapován stav půdního povrchu a byly zjišťovány chemické a fyzikální vlastnosti půdy. Pro vzorkování byly plochy transektů stratifikovány podle kategorie narušení svrchní půdní vrstvy: A. půdní kryt - přízemní vegetace a nadložní humus - viditelně nenarušen, B. půdní kryt narušen, ale zachován, C. půdní kryt promísen s minerální zeminou, vytvořeny mělké rýhy (do 25 cm), D. půdní kryt stržen, obnažena minerální půda, vytvořeny hluboké rýhy (nad 25 cm).

Shrnovač přemístil do valů 199 m³. ha⁻¹ svrchní vrstvy půdy. Valy zaujímaly 13 % sledované plochy. Kategorie půdního narušení A pokrývala 28 % sledované plochy, kategorie B 43 %, kategorie C 7 % a kategorie D 9 %. Průměrné ztenčení vrstvy nadložního humusu bylo spočteno na 2,3 cm. V roce 1998 a 1999 byla plocha provozně osázena klečí.

Výzkumné programy

V letech 1991–1992 byl zahájen experiment zahrnující meliorační opatření na plochách degradovaných shrnováním klestu včetně experimentálních výsadeb smrku ztepilého a olšičky zelené. Experiment probíhá na třech spádnicových pruzích ohraničených valy klestu. Celý demonstrační objekt o výměře 1 ha byl na podzim 1993 oplocen (ilustrační letecký snímek – obr. 1).

Každý ze tří výše zmíněných pruhů reprezentuje jiný výzkumný program. Program I (pruh I) zahrnuje sledování vlivu rozdílné výživy sazenic v lesní školce na přežívání, růst a vývoj smrkových výsadeb, program II (pruh II) slouží k výzkumu modelů hnojení kultur a program III (pruh III) k výzkumu biologické meliorace prostřednictvím olšičky zelené. Pruh I slouží i jako kontrolní k pruhu II a III.



Obr. 1: Ilustrační letecký snímek výzkumného objektu Velká Deštná v Orlických horách a biologická meliorace smrkové kultury olší zelenou na pruhu III
Aerial photo of the research object Velká Deštná Mountain in the Orlické hory Mts and biological amelioration of Norway spruce by green alder on the strip III

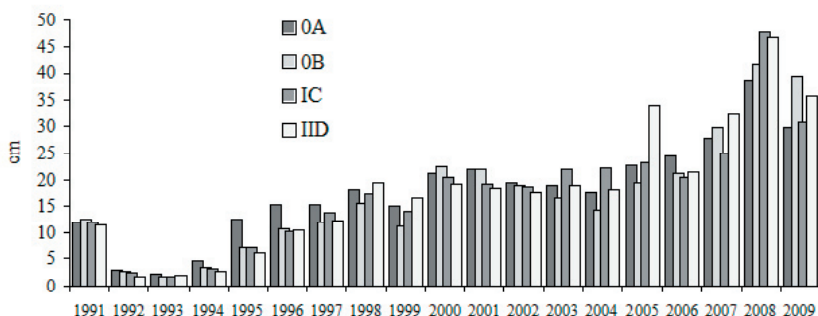
Na celé ploše probíhá výzkum změn úrodnosti půdy v důsledku narušení povrchu mechanizovaným shrnováním klestu.

Předkládaný příspěvek prezentuje dílčí výsledky vztahující se k programu III: Studium vlivu meliorace olší zelenou (*Alnus viridis*) na růst a vývoj výsadeb smrku ztepilého (3 500 smrkových sazenic plus 3 500 sazenic olšičky zelené na 1 ha s řadovým smíšením po spádnicí). Program III na pruhu III zahrnuje 3 čtvercové plochy, každou o výměře 4 ary, umístěné mezi liniovými valy ve směru spádnice a po vrstevnici oddělené pásy širokými 20 m. Na pruhu I pak byla umístěna kontrolní čtyřarová plocha se stejnou výsadbou smrku, ale bez výsadby řad olše zelené. Smrkové prostokořenné sazenice autochtonní provenience byly při jamkové výsadbě na jaře 2002 pětileté (2 + 3); sazenice olše zelené byly krytokořenné, jednoleté. Předkládaný příspěvek využívá k hodnocení melioračního efektu olše zelené v časové řadě 18 let měření výškových přírůstků a výšek smrku, v prvním desetiletí po výsadbě též tloušťek kmínku 1 cm nad povrchem terénu. Matematicko statistické zpracování jsme provedli pomocí analýzy rozptylu a mnohonásobného porovnání s využitím programu Statgraphics a Unistat. Zpracování a hodnocení sledovaného zdravotního stavu a podmínek a stavu výživy smrku i olše zelené ke komplexnímu hodnocení jejího melioračního účinku po narušení stanoviště mechanizovaným shrnováním klestu do liniových valů provedeme v navazujících pracích. Informace o zlepšení půdních vlastností a obnově úrodnosti půdy biologickou meliorací olší zelenou poskytnou také připravované půdní odběry a analýzy.

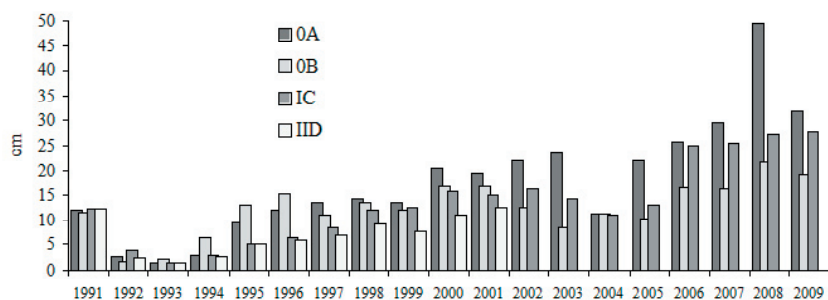
VÝSLEDKY A DISKUSE

Z hodnocení růstu smrkové kultury na kontrolní ploše bez meliorace v závislosti na stupni narušení půdního povrchu vyplývá po sedmi letech od výsadby statisticky průkazný rozdíl (analýza rozptylu plus mnohonásobné porovnání) ve výškovém růstu smrku na místech s nevýznamným narušením a místech s narušením významným a velmi významným (tab. 2). Při použití méně striktního statistického testu mnohonásobného porovnávání vychází statisticky průkazný rozdíl pro výšku sazenic i pro tloušťku jejich kmínků (měřeno jeden centimetr nad terénem) mezi stupni narušení půdního povrchu nevýznamnými a závažnými.

Výrazná diferenciacie výškového růstu v závislosti na stupni narušení (obr. 3) nastala již ve čtvrtém roce po výsadbě (1995). Na tomto grafu je dále patrné vyrovnávání výškových přírůstků mezi jednotlivými stupni narušení půdního povr-



Obr. 2: Výškové přírůstky biologicky meliorovaného smrku podle stupně narušení půdního povrchu (0A-bez narušení, 0B-nevýznamný, IC-významný, IID-velmi významný)
Height increments of biologically amended spruce separately by degree of soil surface disturbance (0A-intact, 0B-negligible, IC-important, IID-very important)



Obr. 3: Výškové přírůstky nemeliorovaného smrku podle stupně narušení půdního povrchu – kontrola k biologické melioraci
Height increments not amended spruce separately by degree of soil surface disturbance – control to biological amelioration

chu v roce 1999. Tehdy již poměrně silně působila epifytotie onemocnění houbou *Ascocalyx abietina*, které postihlo letorosty včetně terminálních a vedlo k celkové redukci výškového přírůstku. Po roce 2000 se diferenciace přírůstků podle stupně narušení půdního povrchu opět zvyrazňovala, přičemž do roku 2002 všechny smrky na nejzávažnějším narušení půdy (IID) odumřely. Téměř vyrovnané a v časové řadě prakticky nejnižší výškové přírůstky v roce 2004 na zbylých méně závažných narušeních (0A, 0B, IC) byly zřejmým důsledkem nízkých srážek, vysokých teplotních rozdílů a extrémních hodnot koncentrací přízemního ozónu včetně kumulativního indexu AOT40 v průběhu období předvegetačního, vlastního vegetačního a povegetačního v předchozím roce 2003; období byla definována a hodnocena v pracích ŠACHA A ČERNOŠOUSE (2005a,b).

Na příznivý vliv biologické meliorace olší zelenou poukázalo již hodnocení výsledků šetření růstu smrku ve výroční zprávě výzkumného záměru z roku 1996 (JURÁSEK 1996). Potvrzení naznačeného příznivého trendu růstu meliorované smrkové kultury dokládá tab. 1 a obr. 2. Olše zelená vyrovnala rozdíly ve výškovém i tloušťkovém růstu smrku mezi místy s nevýznamným a místy s významným a velmi významným narušením půdního povrchu - tab. 1 (na nemeliorované kontrole jsou přítom rozdíly zjevně patrné - tab. 2). Pouze na místech s viditelně nenarušeným půdním krytem (při dominanci drnu metlice) se výška i tloušťka sazenic významněji lišila od nižších hodnot na vyšších stupních narušení půdního povrchu (tab. 1). Biologická meliorace se příznivě projevila zejména na místech s významným a velmi významným narušením, jak dokládají průkazné rozdíly ve výšce a tloušťce smrku meliorovaného olší a smrku na kontrole bez meliorace (tab. 1 a tab. 2).

Přínosný vliv olše zelené na obnovu, růst a produkci porostů ekonomických dřevin na lesních půdách degradovaných mechanizovanou celoplošnou přípravou stanoviště do liniových valů prokazují ve shodě s našimi poznatky také výsledky z řady zahraničních výzkumů. BALLARD, HAWKES (1989) prokázali u osmileté kultury smrku sivého (*Picea glauca*) mezi valy významně větší výšku a výškový přírůst na ploše s olší zelenou než na ploše bez olše. BINKLEY et al. (1984) zpravují o mladém 23letém douglaskovém ekosystému, jehož zakmenění a výčetní základnu sice nárost olše zelené průkazně neovlivnil, ale průměrná výčetní tloušťka byla v porostu s olší vyšší o 13 %, průměrný pětiletý přírůst výčetní základny o 33 % a přírůst biomasy kmene o 40 % větší v porovnání s douglaskovým ekosystémem bez nárostu olše. Další podrobné informace k tématu a jejich kritické hodnocení přinesli v přehledové práci týkající se protierozních a melioračních účinků olše zelené ŠACH A ČERNOŠOUS (2009).

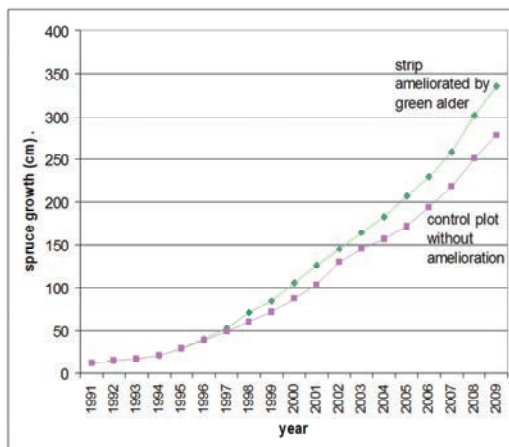
Na pozitivní účinek olše zelené do roku 1998 ukazoval také zdravotní stav smrků, reprezentovaný zdatným vzrůstem bez extrémních výškových přírůstků, pevným nedeformovaným ovětvěním a sytým zeleným jehličím. Onemocnění houbou *Ascocalyx abietina* se však projevilo i na biologicky meliorovaném pruhu III, mělo však nižší intenzitu i rozsah a také regenerace letorostů a jehlic ve vegetační době probíhala vizuálně lépe než na dílčí kontrolní ploše v pruhu I (cf. ŠACH, ČERNOŠOUS, PODRÁZSKÝ 2000b). Konzistentně s našimi poznatky hodnotí vliv olše ze-

lené na zdravotní stav kultur ekonomických dřevin na degradovaných lokalitách i zahraniční autoři, viz „review” ŠACH, ČERNOŠOUS (2009) včetně přesných citací studovaných prací.

SHRNUTÍ A ZÁVĚRY

V roce 1992 byly smrkové sazenice (2+3) vysazeny na stanoviště narušené mechanizovaným shrnováním klestu do liniových valů ve výzkumném objektu na Velké Deštné v Orlických horách. Výsadba smrku se realizovala na dílčí kontrolní ploše bez meliorace a na ploše se souběžně vysazovanou olší zelenou v řadovém smíšení. Účinky biologické meliorace na výškový přírůst a porovnání s dílčí kontrolní plochou bez meliorace shrnuje obr. 4. Vývoj přírůstu smrku v řadovém smíšení s olší naznačuje dlouhodobost a trvalost účinků biologické meliorace.

Z hodnocení růstu smrkové kultury na kontrolní ploše bez meliorace vyplývá v závislosti na stupni narušení půdního povrchu statisticky průkazný rozdíl ve výškovém růstu smrku na místech s nevýznamným narušením a místech s narušením významným a velmi významným. Do roku 1998 diferenciací výškového přírůstu podle závažnosti narušení půdního povrchu na kontrolní ploše bez me-



Obr. 4: Účinky biologické meliorace olší zelenou na výškový růst a porovnání s kontrolní plochou bez meliorace na horském stanovišti narušeném mechanizovaně připravenými liniovými valy (přírůst 1991 obou variant se vytvořil ještě v lesní školce)

Height growth of spruce trees ameliorated by green alder with comparing to control without amelioration on a mountain forest site disturbed by mechanised windrowing (height increment of 1991 arose in a forest nursery)

liorace (obr. 3) a trvalé stírání rozdílů v přírůstu smrku na dílci s biologickou meliorací (obr. 2) indikují průběh obnovování produkční schopnosti lesní půdy při biologické melioraci na stanovišti degradovaném mechanizovaným shrnováním klestu. Po onemocnění houbou *Ascomyces abietina*, při vysoké atmosférické depozici sloučenin dusíku, po vysokých koncentracích a kumulacích přízemního ozónu a při klimatických výkyvech však lze ve vazbě na stupeň narušení povrchu půdy mechanizovanou celoplošnou přípravou detekovat v růstových trendech a v přežívání smrkových stromků závažné změny, významněji tlumené meliorací olší zelenou.

Výsledky z výzkumného objektu Velká Deštná v Orlic-

kých horách mají praktický význam také na lokalitách po buldozerové přípravě v Krušných horách, kde výzkum dlouhodobě provádí Lesnická a dřevařská fakulta v Brně. VAVŘÍČEK et al. (2009) na základě výsledků a podnětů z výzkumné

stanice v Opočně založil v roce 2008 experimentální sledování olše zelené na plochách, kam se při revitalizaci nedostala fermentovaná půda z rozhrnovaných valů (ca 60 % výměry plochy s valy rozhrnovanými do roku 2007 – ŠACH 2007).

PODĚKOVÁNÍ:

Výsledky prezentované ve studii vznikly v rámci institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků – výzkumného záměru MZe ČR č. ZE0002070203 Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí.

LITERATURA

- BALLARD T. M., HAWKES B. C. 1989. Effects of burning and mechanical site preparation on growth and nutrition of planted white spruce. Information Report BC-X-309. Victoria, B.C., Forestry Canada, Pacific and Yukon Region, Pacific Forestry Centre: 19 s.
- BINKLEY D., LOUSIER J. D., CROMACK K. 1984. Ecosystem effects of Sitka alder in a Douglas-fir plantation. *Forest Science*, 30: s. 26-35.
- JURÁSEK A. 1996. Pěstování lesa v ekotopech narušených antropogenní činností. Výroční zpráva o průběhu řešení výzkumného záměru. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice: 106 s.
- KUNEŠ I., KOŇASOVÁ T., BALCAR V., BALÁŠ M., ZAHRADNÍK D., KACÁLEK D., VÍTÁM-VÁS J., JAKL M., DYTRTOVÁ J. 2011. Growth response of *Alnus viridis* to application of crushed limestone and amphibolite and forestry potential of the species on harsh acidic mountain sites. *Journal of Forest Science*, 57: s. 200-209.
- PODRÁZSKÝ V. V., ULBRICHOVÁ I., KUNEŠ I., FOLK J. 2005. Green alder effects on the forest soils in higher elevations. *Journal of Forest Science*, 51 (Special Issue): s. 38-42.
- ŠACH F., PODRÁZSKÝ V. 1992. Ovlivňování úrodnosti lesních půd mechanizovaným úklidem klestu a vápněním v extrémních imisně ekologických poměrech. In: Les – drevo – ekológia. Sekcia č. 3. Zvolen, Technická univerzita: s. 178-185.
- ŠACH F. 1994. Dopady mechanizovaného shrnování klestu na produktivnost stanoviště v hřebenové partii Orlických hor. In: *Práce VÚLHM*, 79: s. 125-139.
- ŠACH F., ČERNOŠOUS V. 2000a. Redukce úrodnosti půdy a růstu smrkových kultur v důsledku mechanizovaného shrnování klestu. In: Slodičák M. (ed.), *Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor*. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice: s. 65-72. – ISBN 80-902615-9-0
- ŠACH F., ČERNOŠOUS V., PODRÁZSKÝ V. 2000b. Druhovú diverzitu a zdravotní stav restaurovaných smrkových kultur. In: Slodičák M. (ed.), *Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor*. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice: s. 81-86. – ISBN 80-902615-9-0
- ŠACH F., ČERNOŠOUS V. 2005a. Declining experimental Norway spruce plantation in air pollution region of the Orlicke hory Mts., Czech Republic. In: Hůnová Iva et al. (eds.), *Acid Rain 2005. 7th International Conference on Acid Deposition. Conference abstracts*. Prague, June 12-17, 2005. Praha, Český hydrometeorologický ústav: s. 315-315. – ISBN 80-86690-25-3

- ŠACH F., ČERNOŠOUS V. 2005b. Přízemní ozón a jeho možný vliv na chřadnutí experimentální smrkové kultury v imisní oblasti Orlických hor, Česká republika. In: Saniga M., Jaloviar P. (eds.), *Súčasná otázky pestovania lesa*. Zvolen, Technická univerzita: s. 101-106. – ISBN 80-228-1489-X
- ŠACH F. 2007. Oponentský posudek podle smlouvy č. 1/2003 pro projekt GS LČR Revitalizace půdního prostředí valů v 7. LVS Krušných hor s návrhem dalších opatření pro obnovu lesa – dílčího realizačního výstupu č. 4/2007. Teplice, PŘ Lesy ČR: 6 s.
- ŠACH F., ČERNOŠOUS V. 2009. Protierozní a meliorační účinky olše zelené. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54 (4): s. 267-274.
- VAVŘÍČEK D. et al. 2009. Revitalizace půdního prostředí valů v 7. LVS Krušných hor s návrhem dalších opatření pro obnovu lesa – dílčího realizačního výstupu č. 2/2009 (Parciální realizační výstup Grantové služby LČR - 1005/3GT/413). Teplice, KŘ Lesy ČR: 110 s.

Adresa autorů:

*Ing. František Šach, CSc.,
Ing. Vladimír Černošous, Ph.D.,
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady,
Výzkumná stanice 517 73 Opočno
sach@vulhmop.cz; cernohous@vulhmop.cz*

**ZMĚNY HUMUSOVÝCH FOREM NA STANOVÍŠTI POTOČNÍHO LUHU PŘI ZMĚNĚ
DRUHOVÉ SKLADBY – PŘEDBĚŽNÉ VÝSLEDKY**

**CHANGES OF HUMUS FORMS ON THE FLUVISOL SITE AT TREE SPECIES CHANGE
– PRELIMINARY RESULTS**

IVO KUPKA, VILÉM PODRÁZSKÝ

ABSTRACT

*The aim of the presented study is the documentation of the forest soil change, especially of humus forms, at tree species change on the site of floodplain character. The natural mixed hardwood stand dominated by ash (*Fraxinus excelsior* L.) at the age 58 years was compared with the stand of Eastern white pine (*Pinus strobus* – 43 years) and Dawn redwood (*Metasequoia glyptostroboides* – 43 years). The site is characterized as floodplain (LT 2L1), the altitude is 250 m a.s.l. The results confirmed visible changes in the accumulation of the surface humus as well as shifts in the soil chemical characteristics of particular holorganic and mineral soil horizons. The effects of the white pine caused acidification; on the other hand the effects of Dawn redwood were relatively favorable.*

Keywords: floodplain site, species composition, humus forms, forest soils

Klíčová slova: potoční luh, dřevinná skladba, humusové formy, lesní půdy

Úvod

Introdukované dřeviny nepatří k hlavním tématům českého lesnictví, nicméně pro svůj značný produkční i environmentální význam si zasluhují odpovídající pozornosti. Rostou sice pouze na zhruba 0,8 % porostní půdy, jejich potenciál je však výrazně vyšší. Jen například douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) se v současné době nachází na asi 4 150 ha, představujících 0,2 % plochy lesů, její potenciál je však odhadován až na několik procent této plochy (REMEŠ et al. 2010), s extrémním produkčním a finančním přínosem pro české LH. Uvedeným dřevinám byla věnována větší pozornost v minulých obdobích, jak z hlediska jejich ekologických nároků, tak i produkčních možností (CAFOUREK 2006, HOFMAN 1963, 1964, KANTOR, MAREŠ 2009, ŠIKA 1983, VANČURA 1990), pozornost byla věnována i jejich využití ve šlechtitelských programech (KOBLIHA 1989, KOBLIHA, JANEČEK 2000). Až na výjimky (PODRÁZSKÝ, REMEŠ, LIAO 2001, PODRÁZSKÝ et al. 2001) však dosud nebyl hodnocen vliv významných introdukovaných dřevin na stanoviště. Ten je studován, byť stále v omezené míře, až v posledním období (MENŠÍK et al. 2009, PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008, 2009, PODRÁZSKÝ et al. 2009, 2010). Jedním z aktuálních druhů je i borovice vejmutovka (*Pinus strobus* L.), která patří k více zastoupeným exotům, s výraznou produkční funkcí, na druhé straně je považována za invazivní dřevinu a je na některých lokalitách i likvidována (VANĚK 2010). K dispozici je jen minimum exaktních údajů o jejím vlivu na půdní složku lesních ekosystémů, popřípadě i na ostatní kompartmenty (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008).

Cílem předkládaného příspěvku je vyhodnotit změny na stanovišti potočního luhu po výsadbě právě borovice vejmutovky místo původního porostu s dominancí ja-

sanu. Vyhodnocení vlivu porostu metasekvoje čínské (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng) na půdní prostředí je v našich podmínkách pravděpodobně ojedinělým počinem.

MATERIÁL A METODY

Výzkumná plocha je umístěna v porostní skupině 118La4 se zastoupením metasekvoje čínské a borovice vejmutovky, nachází se asi 5 km severně od Kostelce nad Černými lesy a náleží lesům města Český brod (do restitucí součást ŠLP Kostelec nad Černými lesy). Nadmořská výška území je přibližně 270 m n. m. Klimatické poměry jsou charakterizovány průměrnou roční teplotou 8,4 °C, s průměrným ročním úhrnem srážek kolem 600 mm a průměrnou délkou vegetační doby 160 dní (semihumidní klima, Langův dešťový faktor 80). Porosty sledovaných dřevin se nacházejí v údolním deluviu na velmi mírném svahu, lokalita je velmi dobře zásobena vodou i živinami. Stáří porostů v roce 2008 bylo: metasekvoje (MT) a vejmutovka (VJ) 43 let a smíšený porost s dominancí jasanu 58 let. Půdní vzorky pro srovnání půdotvorné role VJ a MT byly odebrány v polovině listopadu 2008 v počtu 5 opakování. Studie byla zaměřena na nejvíce pozměněnou část půdního profilu, na holorganické horizonty a na nejsvrchnější minerální horizonty (Ah a B), kde se vlivy prostředí projevují nejvýrazněji a v nejkratší době, tj. především na humusové formy (GREEN et al. 1993) a svrchní část horizontu B.

Ve všech porostech byly posouzeny morfologické charakteristiky humusových forem a byly provedeny odběry vzorků ke stanovení základních pedochemických charakteristik. Odběry holorganických vrstev (L, F, H – diferenciace podle Greena et al. 1993) byly provedeny pomocí ocelových rámečků 25 × 25 cm, svrchní horizonty minerální eminy (Ah a B) nebyly posuzovány kvantitativně.

Pro analýzy odebraných vzorků byly použity standardní metody, zajištěny byly laboratorii Tomáš v Opočně. Byly stanoveny: hmotnost sušiny holorganických vzorků při 105 °C a obsah celkových živin po mineralizaci směsí kyseliny sírové a selenu. Dále byla stanovena půdní reakce aktivní a potenciální ve výluhu 1 N KCl, obsah celkového dusíku podle Kjeldahla, obsah oxidovatelného uhlíku metodou Springel-Klee, stav sorpčního komplexu podle Kappena (S – obsah bází, H – hydrolytická acidita, T – kationtová sorpční kapacita, V – nasycení sorpčního komplexu bázemi). Byla analyzována výměnná acidita ve výluhu HCl a její složky, výměnný H a Al. Obsah přístupných živin byl determinován ve výluhu 1% kyselinou citrónovou a metodou Mehlich III, obsah P spektrofotometricky, obsah K kolorimetricky, obsahy Mg, Ca pomocí AAS. V rámci předběžných výsledků je publikována jen reprezentativní část výsledků. Statistické rozdíly byly stanoveny pomocí programu Statistica na 95 % hladině významnosti pomocí jednofaktórové analýzy rozptylu.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Vybrané významné půdní charakteristiky jednotlivých sledovaných horizontů dokumentuje tabulka 1. Humusové formy jsou díky bohatému stanovišti relativně příznivé, formy mull (listnatý porost, kde dominují slabě rozložené zbytky opadu) až

mull-modér, kde je větší část opadu v porostech jehličnanů slaběji rozložená také. Svoji roli hraje i pozdní podzimní období s dokončeným opadem před zimou.

Hodnoty zjištěných zásob v jednotlivých porostech se relativně výrazně, ale absolutně poměrně málo liší od hodnot zjištěných dříve (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). V roce 2001 nebyl v porostu listnáčů povrchový humus akumulovaný v množství, které by bylo možno odebrat. Po 7 letech jsme již byli schopni nalézt určité množství povrchového humusu, které bylo doloženo v množství 8,6 t/ha. Na této skutečnosti se podílel do značné míry i termín odběru, kde byl podchycen i opad v r. 2008. Rozdíly v porostu metasekvoje (zhruba poloviční v r. 2001) a vejmutovky (o 10 t/ha vyšší v r. 2001) jsou v podstatě v úrovni chyby odběru, i když vliv zapojení porostu metasekvoje a tedy zpomalení rozkladu opadu a na druhé straně rozvolnění porostu vejmutovky spojené s urychlením mineralizace také nelze zcela v daném období vyloučit.

Tab. 1: Vybrané půdní charakteristiky studovaných porostů

Selected soil characteristics of studied stands

		Zásoba Humus stock	C ox	N Kjell	pH	S Base cont.	V BS	P	K	Ca	Mg
Dřevina Species	Hor.	t/ha	%	%	KCl	mval/100g	%	mg/kg – Mehlich III			
1 – JS	L+F+H	8,62	30,73	2,00	7,00	89,93	99,26	174,4	2564	10008	1731
	Ah		4,24	0,41	4,63	16,65	79,71	21,2	231	2675	332
	B		2,87	0,22	3,54	11,10	63,71	12,6	168	1687	200
Celkem Sum		8,62									
2 – VJ	L+F1	5.80	34,20	1,19	4,06	22,82	53,76	66,8	766	2536	541
	F2+H	18.63	16,83	0,80	3,83	17,44	60,02	64,4	322	2612	280
	Ah		4,82	0,30	3,84	11,60	86,25	53,2	145	1620	150
	B		1,86	0,16	3,67	9,55	63,54	52,6	122	1797	134
Celkem Sum		24,43									
3 – MT	L+F1	3.58	25,60	1,23	6,17	40,26	96,76	181,3	1674	5090	769
	F2+H	8.43	15,67	0,80	6,00	56,71	97,04	110,0	636	5226	521
	Ah		2,57	0,23	4,64	12,78	76,61	70,4	152	2141	169
	B		1,60	0,16	4,29	10,79	73,31	66,0	141	2057	159
	Celkem Sum	12,01									

Tučně zobrazené hodnoty se odlišují na 95 % hladině významnosti od hodnot zjištěných ve stejných horizontech pod jinými dřevinami.

Captions: Bold figures differ on the 95 % significance level from the same horizons among stands. 1 – JS (ash); 2 – VJ (white pine); 3 – MT (dawn redwood); L – litter layer; F – fermented plant matter; H – humus layer; Ah – topsoil enriched with humus; B – mineral soil

V porostu jasanu je doloženo výrazně vyšší míšení organické hmoty do hlubších horizontů, což se významně projevuje i v horizontu B, v porostech jehličnatých dřevin je i značná příměs minerálních částic prokazatelná v nejhlubších holorganických vrstvách. To výrazně mění dříve zjištěné hodnoty (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). Nejvyšší, byť neprůkazně, hodnoty obsahu celkového dusíku byly rovněž stanoveny ve smíšeném listnatém porostu, nejnižší pak v holorganických vrstvách v porostu vejmutovky.

Naproti tomu nejnižší půdní acidita (nejvyšší hodnoty pH) byla dokumentována v porostu metasekvoje, a to v téměř celém sledovaném profilu. Nejnižší hodnoty pH pak byly pozorovány v horizontu Ah v porostu vejmutovky. Tomu odpovídá i obsah výměnných bází a hodnoty nasycení sorpčního komplexu bázemi, kdy nejvyšší hodnoty byly doloženy v porostu jasanu a dále metasekvoje, v holorganických horizontech. Hlouběji byly hodnoty těchto charakteristik značně vyrovnané.

Obsah přístupného fosforu byl nejnižší, a to významně, v porostu jasanu, nejvyšší v porostu metasekvoje. To souvisí s vyššími nároky listnáčů na tuto živinu a bylo dokumentováno i v jiných případech (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008, 2009). Naproti tomu v listnatém porostu byl významně nejvyšší obsah draslíku.

Obsah přístupného vápníku byl průkazně vyšší v porostu jasanu a metasekvoje, v porostu vejmutovky byl patrný pokles obsahu této živiny, a to především v minerálních půdních horizontech. Ještě výrazněji byla tato skutečnost patrná v případě přístupného hořčíku. Srovnatelné údaje v našich podmínkách naprosto chybějí.

ZÁVĚR

Změna druhové skladby tedy ovlivnila významně stav lesních půd. V porostu vejmutovky bylo výrazně zvýšeno množství nadložního humusu, to vzrostlo, byť mnohem méně, rovněž v porostu metasekvoje. V listnatém porostu probíhá intenzivní míšení organické hmoty a minerálních půdních horizontů, tento jev je zejména v porostu vejmutovky výrazně zpomalen. Vejmutovka výrazně přispěla k acidifikaci půdy, což bylo patrné jak na hodnotách půdní reakce, tak na hodnotách charakteristik půdního sorpčního komplexu, stejně tak i v obsahu bází (vápníku a hořčíku) v přístupné formě. Stav lesní půdy (humusové formy) v porostu metasekvoje se od listnatého porostu přilíší, významně, neliší.

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu NAZV QL102A085 Optimalizace pěstebních opatření pro zvyšování biodiversity v hospodářských lesích, data byla získána v rámci starších projektů

LITERATURA

- CAFOUREK J. 2006. Provenienční pokusy douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v oblasti středozápadní Moravy. In: Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12. – 13.10.2006, Praha, ČZU: s. 7-15.
- GREEN R. N., TROWBRIDGE R. L., KLINKA K. 1993. Towards a taxonomic classification of humus forms. For. Sci., 39, Monograph Nr. 29, Supplement to No. 1: 49 s.

- HART V., REMEŠ J. 2006. Porovnání porostů douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco) ve středním mvěku na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy. In: Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12. – 13. 10. 2006, Praha, ČZU: s. 57- 64.
- HOFMAN J. 1963. Pěstování jedle obrovské. 1. vyd. Praha, SZN: 116 s.
- HOFMAN J. 1964. Pěstování douglasky. 1. vydání, Praha, SZN: 253 s.
- KANTOR P., MAREŠ R. 2009. Production potential of Douglas fir in acid sites of Hůrky Training Forest District, Secondary Forestry School in Písek. Journal of Forest Science, 55, č. 7: s. 312-322.
- KOBLIHA J. 1989. Some Results of Hybridization and Conservation of the Genofond of *Abies alba*. In: Proceedings of the International Symposium „Forest Genetics, Breeding and Physiology of Woody Plants“. Voronezh, September, 24 – 30: s. 59- 63.
- KOBLIHA J., JANEČEK V. 2000. Growth of progenies from spontaneous hybrids within genus *Abies* in comparative plantations. In: Proceedings of the 9th International European Silver Fir Symposium. Skopje, Macedonia, 21. – 26. 5. 2000: s. 27-36.
- MENŠÍK L., KULHAVÝ J., KANTOR P., REMEŠ M. 2009. Humus conditions of stands with different proportion of Douglas fir in the Hůrky Training Forest District and Křtiny Training Forest Enterprise. Journal of Forest Science, 55, č. 8: s. 345-356.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. Zprávy lesnického výzkumu, 53, č. 1: s. 27-33.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2009. Soil-forming effect of grand fir (*Abies grandis* [Dougl. ex D. Don] Lindl.). Journal of Forest Science, 55, č. 12: s. 533-539.
- REMEŠ J., PULKRAB K., TAUCHMAN P. 2010. Produkční a ekonomický potenciál douglasky tisolisté na vybrané lokalitě ŠLP Kostelec nad Černými lesy. In: Aktuality v pěstování introdukovaných dřevin. Kostelec nad Č.l. 21.10.2010. ČZU v Praze, Praha: s. 68-69.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., LIAO C. Y. 2001. Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na stav lesních půd. In: Krajina, les a lesní hospodářství. I. /Sborník z konference 22. a 23.1.2001/. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze: s. 24-29.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., MAXA M. 2001. Má douglaska degradační vliv na lesní půdy? Lesnická práce, 80, č. 9: s. 393-395.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., HART V., MOSER W. K. 2009. Production and humus form development in forest stands established on agricultural lands – Kostelec nad Černými lesy region. Journal of Forest Science, 55, č. 7: s. 299-305.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., TAUCHMAN P., HART V. 2010. Douglaska tisolistá a její funkční účinky na zalesněných zemědělských půdách. Zprávy lesnického výzkumu, 55, č. 1: s. 12-17.
- REMEŠ J., PULKRAB K., TAUCHMAN P. 2010 Production and economical potential of Douglas fir on selected locality of the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy. /In Czech/. In: News in silviculture of introduced tree species.

- Kostelec, Oc 21th, 2010, CULS Prague: s. 68-69.
- ŠIKA, A. 1983. Introdukce jedle obrovské v ČSR. Zprávy lesnického výzkumu. 28: s. 1-3.
- VANČURA K. 1990. Provenienční pokus s jedlí obrovskou série IUFRO ve věku 13 let. Práce VÚLHM, 75: s. 47-66.
- VANĚK P. 2010. Borovice vejmutovka v Městských lesích Hradec Králové. In: Aktuality v pěstování introdukovaných dřevin. Kostelec nad Č.l. 21.10.2010. ČZU v Praze, Praha: s. 82-87.

Adresa autorů

*Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.,
Prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.,
Katedra pěstování lesů, FLD ČZU v Praze,
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 – Suchdol
e-mail: podrazky@fld.czu.cz*

*Department of Silviculture, Faculty of Forestry and Wood Sciences,
Czech University of Life Sciences Prague,
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchdol*

**Vliv lesních vegetačních stupňů na kvalitu semen jedle bělokoré
(*ABIES ALBA* MILL.)**

**FOREST VEGETATION ZONES INFLUENCE ON SEED QUALITY OF SILVER FIR
(*ABIES ALBA* MILL.)**

JANA STEJSKALOVÁ, IVO KUPKA

ABSTRACT

The aim of the paper is to evaluate the influence of forest vegetation zones on Silver fir seed quality. The data comprise of 912 seed lots from the years 1995-2009. The basic seed quality characteristics were evaluated for different vegetation zones (altitude) on usual statistical level of significance. Our data suggests that altitude has no influence on seed weight i.e size while the percentage of empty seeds has increased with altitude increase at the most significant statistical level. The same trend was proved for the significant decrease of viability of Silver fir seed with the increase of altitude.

Keywords: Silver fir seed, seed quality, altitude influence

Klíčová slova: semeno jedle bělokoré, kvalita semen, vliv nadmořské výšky

ÚVOD

Jedním z hlavních cílů lesního semenářství je zajistit geneticky vysoce hodnotné a kvalitní osivo pro obnovu nebo zakládání lesních porostů (KUPKA 2005). Je v zájmu lesního hospodářství zajistit si potřebné množství druhově a geneticky vhodného reprodukčního materiálu. Reprodukčním materiálem lesních dřevin se rozumí semena, šišky a části rostlin určené k produkci nových sazenic, ale také části rostlin nebo sazenic a prýtové řízky (ALDHOUS 1992). Existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivnit velikost semenné produkce. Jedná se hlavně o fyziologické faktory, počasí a biotické faktory (BOONER 2008).

Kvalita semen jedle bělokoré se zjišťuje zkouškami jakosti dle normy ČSN 48 1211. Vedle určení čistoty, absolutní hmotnosti a obsahu vody se stanovují další ukazatele kvality jako je životnost a/nebo klíčivost, podíl plných semen a počet čistých životaschopných semen v 1 kg (PROCHÁZKOVÁ 2005).

Využívání osiva z porostů, které mají vysokou fenotypovou kvalitu je považováno za nejlepší prostředek pro zajištění kvalitních porostů následující generace (GOSLING et al. 1994).

Přírozené zastoupení jedle v ČR bylo kolem 20 %. Na jedli by tak teoreticky měla připadat plocha lesa více než 520 tis. ha (ZATLOUKAL 2001). Podle LHP platných k 31. 12. 2008 zaujímá jedle v České republice necelých 24,7 tis. ha, tj. zastoupení pouhé 1 % (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR k 31. 12. 2008). Deficit jedle v našich lesích tak představuje cca půl milionu hektarů. Pravdou tedy zůstává, že její současné zastoupení neodpovídá přírodnímu stavu (JANKOVSKÝ 2005).

Jedle se vyskytuje ve smíšených listnatých lesích od pahorkatin až po horské polohy. Svoji výstavbou a dynamikou se řadí smíšené porosty s jedlí mezi nejsložitější lesní ekosystémy (INDRA 2001).

Lesní vegetační stupně jsou definovány určitým mezoklimatem, tj. průměrnou roční teplotou, průměrným ročním úhrnem srážek a průměrnou délkou vegetačního období. Někdy dochází k tzv. inverzi lesních vegetačních stupňů, kdy nižší vegetační stupeň je ve vyšší nadmořské výšce. Vegetační lesní stupně sledují přirozené rozšíření dřevin na území našeho státu. Podle toho jsou také utvořeny jejich názvy (DUDAL 1995).

Jedle se vyskytuje ve výškovém rozmezí 140 – 2 100 m n. m. a je obecně považována spíše za druh horský, sestupující v severní části areálu svého výskytu až do pahorkatin, okrajově i do nížin. V jižní části areálu svého výskytu se vyskytuje nejčastěji mezi 1 000 až 1 800 m n. m.

V ČR má jedle těžiště výskytu v nižších horských oblastech, především ve vyšší části mezofytika. Řidčeji se vyskytuje v dolním oreofytiku a vzácně sestupuje až do chladnější části pahorkatin termofytika. Optimum se u nás udává rozmezím 500 – 900 m.

Jedle roste ve všech okrajových i vnitrozemských pohořích. Hojnější je pak v karpatské oblasti. Mnohde je ale její přirozený výskyt sporný. Bez výskytu jedlí jsou teplé pahorkatiny a úvaly velkých řek. Nejnižse sestupuje až do oblasti dubu a absolutně nejnižší je její přirozený výskyt v klimaticky inverzních roklicích Labských pískovců (140 m n. m.). Nejvýše roste na Šumavě (Boubín, 1 300 m n. m.), obvykle však v ČR nepřekračuje 1 100 m n. m. V oblasti Krkonoš sahá asi jen po 900 – 1 000 m n. m., avšak Krkonoše jsou dnes spolu s Jizerskými horami a dalšími sudetskými pohořími, téměř bez jedle (MUSIL 2003).

Cílem této práce je posoudit, zda původ osiva z jednotlivých lesních vegetačních stupňů má vliv na kvalitu semen jedle bělokoré. Při tomto posuzování byla vzata v úvahu zejména absolutní hmotnost semen, podíl plných semen a životnost semen, které jsou nejdůležitějšími charakteristikami kvality semen.

METODIKA A DATA

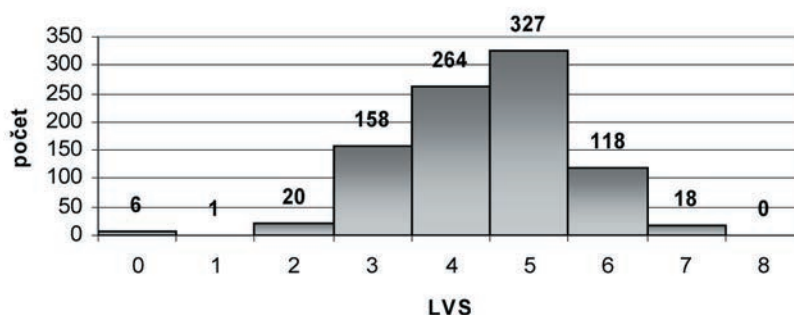
Díky laskavosti Výzkumné stanice Kunovice Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti byla poskytnuta data o zkouškách jakosti pro 912 oddílů semen jedle bělokoré. Zastoupení jednotlivých lesních vegetačních stupňů v těchto oddílech je zřejmé z obr. 1.

Celkem bylo k dispozici 912 oddílů s údaji o kvalitě z let 1995 - 2009 z databáze Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Výzkumná stanice Kunovice.

Získaná data byla rozdělena do skupin tvořených vždy oddílu pocházejícími ze stejného lesního vegetačního stupně.

Data byla hodnocena jednak v programu Microsoft Excel a veškeré hypotézy a tvrzení byly ověřeny statistickými metodami v programu Statistica 9 od společnosti StatSoft, Inc.

Z grafu na obr. 1 je zřejmé, že jedlové semeno má zanedbatelné zastoupení v nejnižších vegetačních stupních a proto byla data z těchto stupňů vyloučena z hodnocení. Celkově tak byla hodnocena data z druhého až sedmého lesního vegetačního stupně v celkovém počtu 905 oddílů semen jedle bělokoré. I tak je nutno konstatovat, že okrajové vegetační stupně tzn. druhý a sedmý mají významně nízké počty oddílů (20 resp. 18) a jejich údaje tak leží na hranici statistické hodnotitelnosti. Naproti tomu data z třetího až šestého vegetačního stupně jsou velmi dobře zastoupena a při jejich posuzování statistickými metodami byla prokázána robustnost výsledků.



Obr. 1: Zastoupení počtu oddílů semen jedle bělokoré dle lesních vegetačních stupňů
Seed lots distribution within forest vegetation zones

Data s údaji o kvalitě semen jedle bělokoré byla před samotným testováním hypotéz otestována, zda splňují podmínky homogenity rozptylů. Byl použit Levenův test homogenity rozptylů. Tento test potvrdil, že k posuzování signifikance vlivu vegetačních stupňů na kvalitu osiva lze použít parametrický test ANOVA pro všechny jednotlivé zkoušky kvality.

Nejvíce jsou zastoupeny oddíly semen z pátého vegetačního stupně, tj. z vyšších poloh vrchovin, většinou ve výškovém rozmezí 550 až 770 m n. m. Představuje horní část mírně teplých oblastí nebo dolní okraj chladných oblastí. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 6,5 °C, průměrný roční úhrn srážek je zhruba v rozmezí 650 – 800 mm. Pro klimaxovou vegetaci je charakteristická právě směs jedle s bukem (POLENO, VACEK et al. 2009).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Vybrané údaje pro oddíly semen jedle bělokoré jsou uvedeny v tab. 1. Tabulka 1 uvádí aritmetické průměry stanovené ze všech oddílů, které patří do jednotlivých vegetačních stupňů.

Tab. 1: Průměrné hodnoty kvalitativních ukazatelů oddílů semen jedle bělokoré dle vegetačních stupňů

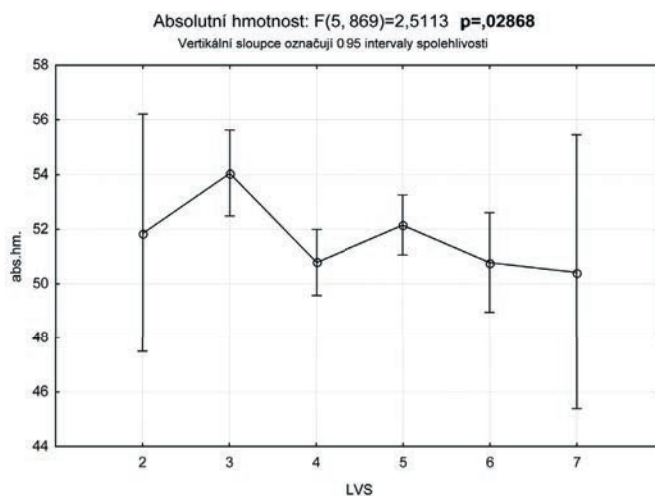
The quality characteristics of seed lots within forest vegetation zones

LVS	abs.hmotnost (v g)	životnost barvením (TT) (v %)	podíl plných semen (v %)	životnost plných semen (v %)	počet semen v 1 kg (v tis.)
vegetati- on zones	weight	viability	portion of full seed	portion of viable full seed	number of seed per kg
2	51,85	52	57	86	9 772
3	54,06	48	53	82	8 282
4	50,78	44	50	80	7 878
5	52,16	43	49	80	7 851
6	50,78	40	45	80	7 422
7	50,42	31	40	69	5 753

Absolutní hmotnost semen jedle bělokoré

Jedním z nejdůležitějších jakostních ukazatelů je absolutní hmotnost semen, která vyjadřuje velikost semen. Řada autorů (ALDHOUS 1992, BOONER 2008) předpokládá, že hmotnější semena mají více zásobních látek a jsou proto životnější a prokazují zejména vyšší energii klíčení a vzcháživost.

Naše data neprokázala žádný signifikantní vliv vegetačních stupňů na absolutní hmotnost semen. Výsledky analýzy rozptylu jsou uvedeny na obr. 2. I když je zde patrný mírný pokles v absolutní hmotnosti s rostoucími vegetačními stupni, statistická analýza na obvyklé hladině významnosti ($p < 0,05$) neprokázala.



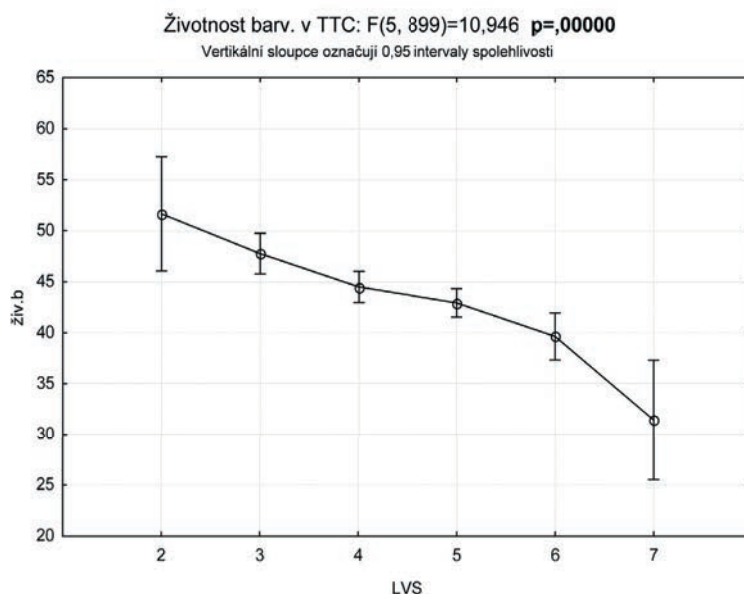
Obr. 2: Výsledek analýzy rozptylu pro vztah absolutní hmotnosti v závislosti na lesních vegetačních stupních (LVS)

Variance analysis for weight within vegetation zones

Přítom variabilita hodnot v jednotlivých vegetačních stupních je velmi nízká s výjimkou okrajových stupňů. Pro určitou nepravidelnost ve vývoji závislosti absolutní hmotnosti na vegetačních stupních, která se projevila ve třetím vegetačním stupni, nebylo nalezeno žádné vysvětlení, ani přijatelná hypotéza.

Životnost semen jedle bělokoré barvením

Vztah životnosti jedlových semen zjišťovaným standardním způsobem barvením v tetrazoliu prokázal vysoce signifikantní vztah na lesních vegetačních stupních. Tento vztah byl potvrzen nejen na standardní hladině významnosti ($p < 0,05$), ale i na hladině vysoce významné ($p < 0,01$). Data, která jsou k dispozici prokazují pokles mezi druhým a sedmým vegetačním stupněm pokles o více než 10 %. Tento pokles je signifikantní i mezi dalšími vegetačními stupni, která nejsou z hlediska výskytu jedle „extrémní“ a která jsou zejména dostatečným způsobem reprezentována vysokým počtem oddílů. Grafické vyjádření je patrné z obr. 3.

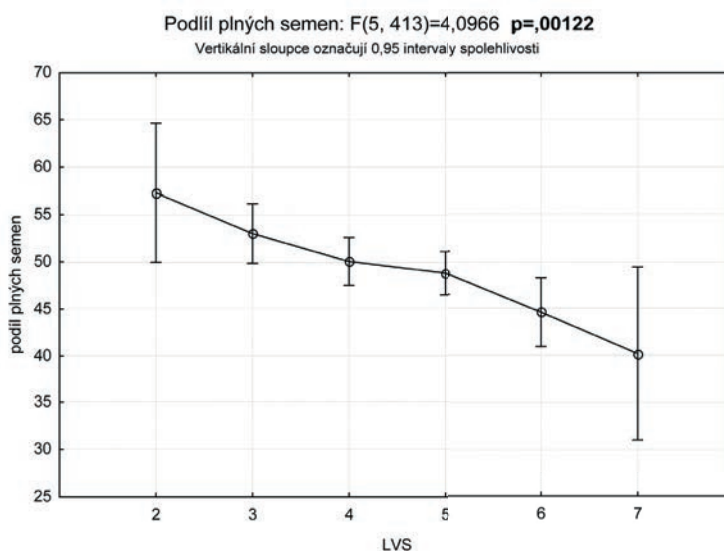


Obr. 3: Výsledek analýzy rozptylu pro vztah životnosti semen v závislosti na lesních vegetačních stupních (LVS)

FVariance analysis for seed viability of Silver fir within vegetation zones

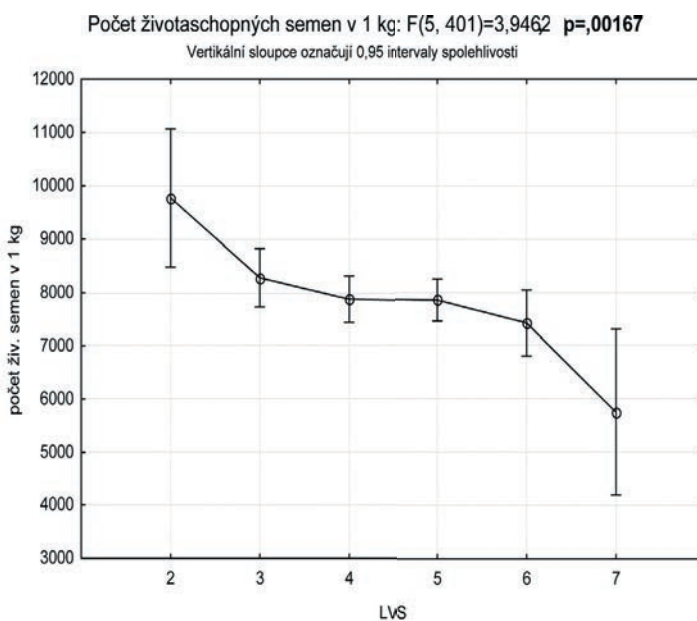
Podíl plných semen jedle bělokoré

Také vztah podílu plných semen na nadmořské výšce (lesních vegetačních stupních) má zřetelně zápornou korelační závislost. Analýza rozptylu potvrdila signifikantnost tohoto vztahu na vysoce významné hladině významnosti ($p < 0,01$). Opět je tento pokles od nejnižšího k nejvyššímu vegetačnímu stupni vyšší než 10 %, což znamená významný pokles kvality jedlového semene. Grafické vyjádření významnosti tohoto vlivu je zřejmé z obr. 4.



Obr. 4: Výsledek analýzy rozptylu pro podíl plných semen v závislosti na lesních vegetačních stupních (LVS)

Variance analysis of full seed within vegetation zones



Obr. 5: Výsledek analýzy rozptylu pro počet životaschopných semen v 1 kg

Variance analysis of Silver fir viable seed per kg within vegetation zones

Počet životaschopných semen v 1 kg

Podobný obrázek lze získat při posuzování počtu životaschopných semen v 1 kg. Také zde byl prokázán vysoce signifikantní vztah mezi lesními vegetačními stupni a množstvím životaschopných semen v 1 kg na nejvyšší hladině významnosti ($p < 0,01$).

ZÁVĚR

Předkládaný příspěvek analyzuje vztah vlivu lesních vegetačních stupňů (nadmořské výšky) na kvalitu jedlového semene. K posouzení tohoto vztahu bylo k dispozici 912 oddílů semen jedle bělokoré prakticky ze všech vegetačních stupňů. Po očištění dat o oddílu, jejichž počet ve vegetačním stupni byl nedostatečný, bylo k dispozici 905 oddílů z let 1995-2009. Rozložení oddílů semen jedle bělokoré v lesních vegetačních stupních uvádí tab. 1.

Největší množství údajů o kvalitě semen jedle bělokoré bylo k dispozici v 5., 4., a 3. LVS. Právě tyto tři LVS poskytují jedli nejvhodnější podmínky pro růst a tím je pravděpodobně pozitivně ovlivněna i kvalita semen této dřeviny.

Z výsledků testů o závislostech kvality na LVS byl prokázán jako vysoce signifikantní vliv na podíl plných semen, životnost semen a tudíž i na počet životaschopných semen v jednom kg (viz obr. 1-3). Naopak nebyl prokázán vliv vegetačních stupňů (nadmořské výšky) na absolutní hmotnost semen tzn. i na jejich velikost. Je zřejmé, že vyšší podíl prázdných semen v oddílech z vyšších vegetačních stupňů je korelován i s nižší životností semen.

Z našich dat je zřejmé, že semena jedle bělokoré nedosahovala nejvyšších kvalit v 5. LVS, ale v 2. a 3. LVS. Pro tento jev lze vyslovit hypotézu, že právě v těch dvou LVS (2. a 3.) se nacházejí velmi často vodou ovlivněná stanoviště, která jsou pro jedli velmi vhodná, což se poté pozitivně odrazilo i na kvalitě osiva.

LITERATURA

- ALDHOUS J. R. 1992. Legislation and the nursery manager. In: Seed Manual for Forest Trees. Forestry commission. Bulletin 83.
- BOONER F. T. 2008. Seed Biology. In: Woody Plant Seed Manual. Forest Service: s. 1233
- DUDA M. 1995. Obnova lesa, ochrana a výchova porostů. MZe ČR, ULH Benešov Praha.
- GOSLING P. G., ALDHOUS J. R. 1994. Seed. In: Forest Nursery Practice. Edition 2, Forestry Commission Bulletin 111: s. 268.
- INDRA P. 2001. Podíl jedle bělokoré ve výhledových cílech obnovy lesa u LČR, s. p. In: Pěstování a umělá obnova jedle bělokoré. Sborník referátů z celostátního semináře, Chudobín u Litovle, 28. srpna 2001. Praha, Ave Centrum: s. 14-17.
- JANKOVSKÝ L. 2005. Chřadnutí a choroby jedle bělokoré. In: Kvalita semene jedle bělokoré 2005. Praha, ČZU: 218 s.
- KUPKA I. 2005. Základy pěstování lesa. Česká zemědělská univerzita, Praha: 174 s.

- MUSIL I. 2003. Lesnická dendrologie I. Jehličnaté dřeviny, Česká zemědělská univerzita, Praha: 177 s.
- POLENO Z., VACEK S. et al., 2009. Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů, LP v Kostelci n. Č. l., 980 s.
- PROCHÁZKOVÁ, Z. 2005. Kvalita semene jedle bělokoré. In: Jedle bělokorá 2005. Praha, ČZU: 218 s.
- ZATLOUKAL V. 2001. Možnosti pěstování jedle s ohledem na její ekologické nároky a přirozené rozšíření. In: Pěstování a umělá obnova jedle bělokoré. Sborník referátů z celostátního semináře, Chudobín u Litovle, 28. srpna 2001. Praha, Ave Centrum 2001: s. 18-27.
- ČSN 48 1211 Lesní semenářství: Sběr, jakost a zkoušky jakosti plodů a semen lesních dřevin, 2006: 56 s.
- ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing. Volume II - Tree and Shrub Species. 1st Edition, 2003: 153 s.
- Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR k 31.12.2008, MZe, Praha: 2009.

Adresa autorů:

*Ing. Jana Stejskalová,
Prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.,
Czech University of Life Sciences Prague,
Faculty of Forestry and Wood Science,
Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka, Postcode 165 21
e-mail: jstejskalova@fd.czu.cz
tel. +420 224381111*

**ROZDÍL PRŮBĚHU TEPLOT PŘI SEVERNÍM A JIŽNÍM OKRAJI
MLADÉ SMRKOVÉ SKUPINY**

*TEMPERATURE DIFFERENCES BY NORTH- AND SOUTH-FACING MARGINS
OF YOUNG SPRUCE GROUP*

ONDŘEJ ŠPULÁK

ABSTRACT

Aspect of forest stand gap margins limits input and intensity of direct sun light, which significantly affects temperature balance. To convert young conifer stands by climate-sensitive species in harsh mountain conditions, planting near northern side of the nurse crop (spruce individuals and groups) is being recommended. The question is, whether this approach applies also to small clear-cuts in these stands and to artificial renewal by planting saplings (height exceeds 120 cm). In 2010 (from 1st April to 30th October), temperatures near south- and north-facing margins of small young spruce group (mean height 4 m) at heights of 140, 90, 60 and 30 cm above ground were measured. The extreme temperatures were detected at the height of 30 cm. Planting climatically exposed mountain areas with small-sized trees carries a maximal risk of frost damage. South-faced stand margin had warmer climate and higher temperature amplitudes. However, shade-tolerant frost sensitive species which were planted near north-facing margin do not necessarily be at disadvantage: there is a chance of sprouting retardation and avoidance of late-frost period. The heights of 140 cm above ground, which is about 1/3 of spruce stand height, had very similar temperatures regardless of the aspect. If similar or higher ratio of sapling height to nurse spruce height is kept, planting position of saplings seems to be less important compared to the smaller plants.

Keywords: temperature, height above ground, aspect, temperature stress, plants, saplings

Klíčová slova: teplota, výšky nad zemí, orientace, teplotní stres, sazenice, odrostky

Úvod

Umístění, velikost a tvar obnovního prvku určuje variabilitu mikroklimatických poměrů pro následnou obnovu (AUSSENAC 2000). Při obnově dospělého porostu je možné počítat s jeho vlivem na charakter prostředí různě orientovaných porostních okrajů (CHEN et al. 1993). V případě vnášení dřevin do obnovních prvků v přípravných nebo náhradních mladých porostech lze očekávat, že vliv primárního porostu bude limitován hustotou a velikostí obnovované skupiny a s růstem porostu se bude zvyšovat.

Orientace okrajů porostních mezer určuje přístup a intenzitu dopadajícího záření. Sluneční svit je faktor výrazně ovlivňující tepelnou bilanci prostředí (LANGVALL 2000). Potenciál odrůstání výsadeb v horských polohách je v jarním období také výrazně ovlivňován výskytem a intenzitou přizemních mraziků (BALCAR, KACÁLEK 2008). Jedním z opatření, jak omezit jejich vliv na mráz citlivé dřeviny, je volba vyspělejšího sadebního materiálu (poloodrostky, odrostky).

V klimaticky exponovaných horských polohách je při provádění jednotlivých výsadeb jehličnatých porostů pomocí sadebního materiálu velikosti sazenic doporu-

čována výsadba při severní straně jedinců přeměňovaného porostu, kde se očekává vyšší krycí efekt (BALCAR et al. 2007). Jak ukázala předchozí studie (ŠPULÁK, SOUČEK 2010), ve výšce 40 cm nad zemí je tato poloha vystavena nižším teplotním výkyvům. Otázkou je, nakolik je toto doporučení uplatnitelné také v případě obnovy těchto porostů pomocí maloplošných obnovních prvků a zda je vhodné jej aplikovat i u odrostků, u kterých je citlivé pletivo terminálního výhonu umístěno výše nad zemí.

Cílem studie je proto vyhodnotit a vzájemně porovnat vývoj teplot v různých výškách nad zemí při severním a jižním okraji porostní stěny mladé smrkové skupiny o šířce 10 m v klimaticky exponované horské lokalitě a stanovit důsledky pro výsadbu.

METODIKA

Monitoring průběhu teplot v rámci smrkové mlaziny až nastávající tyčkoviny probíhal na horní části výzkumné plochy Jizerka v Jizerských horách (50°49'34" SZŠ a 15° 21'19" VZD). Stanoviště leží ve vrcholové části mírného JZ svahu v nadmořské výšce 970 m a je řazeno do lesního typu kyselá smrčina třtinová (8K2). Na velkoplošnou kalamitní holinu byla v devadesátých letech dvacátého století vysazena na arové čtvercové parcely s náhodným opakováním celá řada dřevin (BALCAR, PODRÁZSKÝ 1994).

Pro měření teplot byla vybrána parcela smrku ztepilého (výsadba z roku 1993) o průměrné výšce cca 4 m a hustotě porostu 4000 jedinců na hektar (stav v roce 2010). Parcela o výsadbové velikosti 10 x 10 m v rovinatém terénu je ze západní i východní strany ohraničena přilehlými parcelami břízy karpatské (průměrná výška cca 3,2 m), ze severu a z jihu navazuje na cca 5 m široký volný pás.

Při středu porostní stěny jižního a severního porostního okraje, cca 40 cm od okraje koruny nejbližších smrků, byly instalovány teplotní záznamníky (Comet System, S141). Čidla byla umístěna ve výškách 140 cm, 90 cm, 60 cm a 30 cm nad zemí (při jižním okraji porostní stěny značeny J_140, J_90, J_60 a J_30 a při severním S_140, S_90, S_60 a S_30). Měření bylo instalováno v roce 2009. V této studii bylo zpracováno rozšířené vegetační období od 1. 4. 2010 do 31. 10. 2010. Interval měření byl 15 min., s výjimkou měsíce dubna, v kterém byly hodnoty získané v 30min. intervalu měření z důvodů zajištění kompatibility výpočtů do 15min. intervalů interpolovány. S ohledem na charakter stanoviště je jako vegetační označováno období od 1. 5. 2010 do 30. 9. 2010.

Pro posouzení relativní přesnosti měření v čase byly vybrané úseky datových řad porovnávány pomocí korelačních koeficientů a graficky jak vzájemně tak s dodatečnými čidly umístěnými v blízkosti experimentu.

VÝSLEDKY

Průběh teplot v jednotlivých polohách experimentální smrkové skupiny, stejně tak jako relativní poměr sledovaných charakteristik, se během hodnoceného období lišil. Nejvyšší průměrné teploty jak za vegetační, tak za celé období byly po-

zorovány ve výšce 60 cm při jižním okraji porostu, nejnižší ve výšce 30 cm při severním okraji (tab. 1). K navýšení průměrných teplot v poloze J_60 došlo během první poloviny sledovaného období (IV – VI).

Průběh průměrných teplot ve výšce 140 cm nad zemí při severním i jižním okraji porostu byl během období obdobný – rozdíly měsíčních teplot se pohybovaly v rozmezí -0,18 až 0,23 °C, celkový průměr byl shodný (tab. 1). Mezi srovnatelnými výškami obou porostních okrajů byl nejvyšší rozdíl zaznamenán v 60 cm nad zemí. Až na výjimku (květen, výška 30 cm) byly průměrné měsíční teploty při jižním okraji vyšší. V porovnání s ostatními výškami se poloha rozdílů mezi J a S v jednotlivých měsících nejvýrazněji měnila ve 30 cm nad zemí – ke konci sledovaného období byl pozorován nárůst rozdílů. Ve vegetační době se průměrné teploty v jednotlivých polohách pohybovaly v rozmezí 11,2 °C (S_30) a 11,8 °C (J_60).

Tab. 1: Průměrné měsíční teploty, průměrné teploty za vegetační období a celkem (°C) ve výškách 140, 90, 60 a 30 cm nad zemí na jižním (J) a severním porostním okraji (S) a rozdíl teplot ve shodných výškách nad zemí

Mean month temperature, mean temperature of vegetation period and whole period (°C) 140, 90, 60 and 30 cm above ground by the south- (J) and north-facing (S) stand margins and the differences between south and north positions in identical heights

Měsíc	Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30
IV	4,95	5,00	5,14	4,92	5,07	4,64	4,58	4,43	-0,12	0,37	0,55	0,49
V	7,35	7,47	7,56	7,47	7,53	7,38	7,54	7,55	-0,18	0,09	0,02	-0,08
VI	13,26	13,23	13,37	13,14	13,21	12,84	12,78	12,86	0,05	0,39	0,59	0,28
VII	16,59	16,35	16,34	16,03	16,35	15,74	15,53	15,35	0,23	0,61	0,81	0,68
VIII	13,64	13,70	13,70	13,70	13,74	13,31	13,25	13,17	-0,10	0,39	0,45	0,53
IX	8,24	8,22	8,23	8,22	8,25	7,84	7,80	7,57	-0,01	0,38	0,43	0,65
X	3,82	3,75	3,72	3,68	3,69	3,23	3,11	2,65	0,13	0,53	0,61	1,03
Veget. obd. (V-IX)	11,72	11,71	11,76	11,63	11,73	11,34	11,30	11,23	-0,01	0,37	0,45	0,41
Celkem	9,60	9,58	9,63	9,51	9,60	9,19	9,14	9,00	0,00	0,39	0,49	0,51

Veget. obd. = Vegetation period, Celkem = Whole period

Nejvyšší **průměrné hodnoty denních maxim** za vegetační dobu i celé období byly naměřeny v poloze J_30 (20,5 a 18,1 °C), nejnižší pak v poloze S_90 (17,8 a 15,4 °C). S výjimkou polohy S_90 ve vegetační době byla pozorována zřetelná negativní korelace mezi výškou nad zemí a průměrem denních maxim. Měsíční průměry denních maxim na severu byly v naprosté většině případů nižší než v příslušné výšce při jižním okraji (tab. 2A). Nejméně se v průběhu sledovaného období hodnoty lišily ve výškách 140 cm nad zemí, v době od května do srpna byly malé rozdíly pozorovány mezi výškami 30 cm nad zemí.

Co se **průměrných denních minim** týče, nejvyšších hodnot v průběhu celého i vegetačního období bylo dosaženo v poloze S_140, přes relativní kolísání měsíčních průměrů byl rozdíl této polohy oproti srovnatelné výšce při jižním okraji (J_140) minimální (do 0,2 °C, tab. 2B). Nejnižší hodnoty pak byly zachyceny v poloze S_30. Ve výšce 30 cm nad zemí byl také pozorován nejvýraznější rozdíl mezi jižním a severním okrajem. S výjimkou výšky 140 cm nad zemí byly měsíční průměry denních minim vždy vyšší při jižním okraji.

Tab. 2: Průměry denních maximálních (A), minimálních teplot (B) a teplotních amplitud (C) za měsíce, vegetační dobu a celé období ve výškách 140, 90, 60 a 30 cm nad zemí a rozdíl hodnot mezi teplotami při jižní (J) a severní (S) porostní stěně
Means of day maximal (A), minimal temperatures (B) and temperature amplitudes (C) for months (Měsíc), vegetation period (Veget. obd.) and whole period (Celkem) 140, 90, 60 and 30 cm above ground by the south- (J) and north-facing (S) stand margins and the differences between south and north positions in identical heights

A) Maxima					Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30
IV	11,93	12,84	14,14	13,37	11,76	11,39	11,47	11,66	0,17	1,46	2,67	1,71
V	12,60	13,15	13,81	13,46	12,60	12,91	13,11	13,19	0,00	0,24	0,71	0,27
VI	21,81	22,25	23,67	23,73	20,45	20,58	20,87	23,13	1,36	1,67	2,80	0,60
VII	25,32	25,63	26,90	27,39	23,94	23,66	23,99	26,73	1,39	1,98	2,91	0,67
VIII	19,38	20,12	20,94	21,63	19,61	19,20	19,40	21,02	-0,23	0,92	1,54	0,61
IX	14,70	15,10	15,79	16,57	13,41	13,15	13,27	14,22	1,29	1,95	2,52	2,35
X	9,39	9,70	10,00	10,99	7,95	7,55	7,52	7,52	1,45	2,15	2,48	3,47
Veget. obd. (V-IX)	18,68	19,17	20,14	20,47	17,94	17,84	18,06	19,58	0,74	1,34	2,08	0,89
Celkem	16,37	16,89	17,81	18,08	15,60	15,42	15,59	16,69	0,77	1,47	2,22	1,39

B) Minima					Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30
IV	0,40	0,08	-0,10	-0,27	0,31	-0,34	-0,66	-1,21	0,09	0,42	0,56	0,93
V	3,87	3,77	3,74	3,65	4,05	3,59	3,50	3,25	-0,19	0,18	0,24	0,41
VI	7,19	6,78	6,48	5,99	7,43	6,69	6,26	5,24	-0,24	0,09	0,22	0,75
VII	10,98	10,40	9,83	9,06	10,84	9,75	9,04	7,36	0,13	0,64	0,79	1,70
VIII	9,69	9,48	9,25	8,91	9,51	8,88	8,55	7,34	0,18	0,60	0,70	1,57
IX	4,73	4,54	4,20	3,75	4,80	4,11	3,69	2,52	-0,08	0,43	0,50	1,23
X	0,36	0,11	-0,19	-0,69	0,50	-0,31	-0,75	-1,83	-0,14	0,42	0,56	1,14
Veget. obd. (V-IX)	7,26	6,97	6,68	6,25	7,30	6,58	6,19	5,13	-0,04	0,39	0,49	1,13
Celkem	5,28	4,99	4,71	4,32	5,31	4,59	4,20	3,21	-0,03	0,40	0,51	1,10

C) Amplitudy		Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30	
IV	11,53	12,77	14,24	13,64	11,45	11,73	12,13	12,87	0,08	1,04	2,11	0,78	
V	8,73	9,38	10,07	9,81	8,54	9,32	9,60	9,95	0,19	0,06	0,47	-0,13	
VI	14,62	15,47	17,19	17,74	13,02	13,89	14,61	17,89	1,60	1,58	2,57	-0,15	
VII	14,35	15,23	17,07	18,33	13,10	13,90	14,95	19,37	1,25	1,33	2,12	-1,04	
VIII	9,69	10,64	11,69	12,72	10,11	10,32	10,85	13,68	-0,42	0,31	0,85	-0,96	
IX	9,97	10,56	11,60	12,82	8,61	9,04	9,58	11,70	1,36	1,52	2,02	1,12	
X	9,04	9,59	10,19	11,68	7,45	7,85	8,27	9,35	1,59	1,74	1,92	2,33	
Veget. obd. (V-IX)	11,42	12,21	13,47	14,22	10,64	11,26	11,88	14,45	0,78	0,95	1,59	-0,23	
Celkem	11,09	11,90	13,10	13,76	10,29	10,83	11,39	13,48	0,80	1,08	1,71	0,29	

Průměry denních amplitud byly celkově nejvyšší v poloze J_30, za vegetační dobu pak tuto polohu předčila srovnatelná výška nad zemí na severu (S_30). Nejmenší průměrné kolísání teplot bylo zaznamenáno při severním okraji ve výšce 140 cm nad zemí (tab. 2C). Rozdíl mezi jižním a severním okrajem byl nejnižší ve výškách 30 cm nad zemí, naproti tomu nevyšší v 60 cm. S výjimkou výšek 30 cm nad zemí ve vegetační době a výšek 140 cm v srpnu byly průměrné měsíční amplitudy při jižním okraji v porovnání se severním vyšší.

Delší **mrazové epizody** (hodnoty pod bodem mrazu, minimální hodnoty zobrazeny v tab. 3C) se na lokalitě v průběhu sledovaného období vyskytovaly v měsících duben a říjen, ojedinělý výskyt mrazíků byl pozorován také v září, červnu a květnu (řazeno podle klesajícího počtu naměřených mrazových hodnot). Četnější výskyt mrazových hodnot byl při severním okraji porostu než při jižním (tab. 3A), rozdíly mezi průměrnými zápornými teplotami mezi J a S polohou se pohybovaly v rozmezí do 0,5 °C (tab. 3B). Nejvyšší rozdíl byl pozorován mezi přízemními teplotami, kde v každém měsíci byly průměrné záporné teploty při jižním okraji porostu v porovnání se severním vyšší (tzn. nižší mráz). **Měsíční minimální teploty** i v průběhu vegetační doby dosahovaly až -2,3 °C (poloha S_30, září) (tab. 3C). Také minimální teploty byly až na výjimky vyšší při jižním okraji porostu.

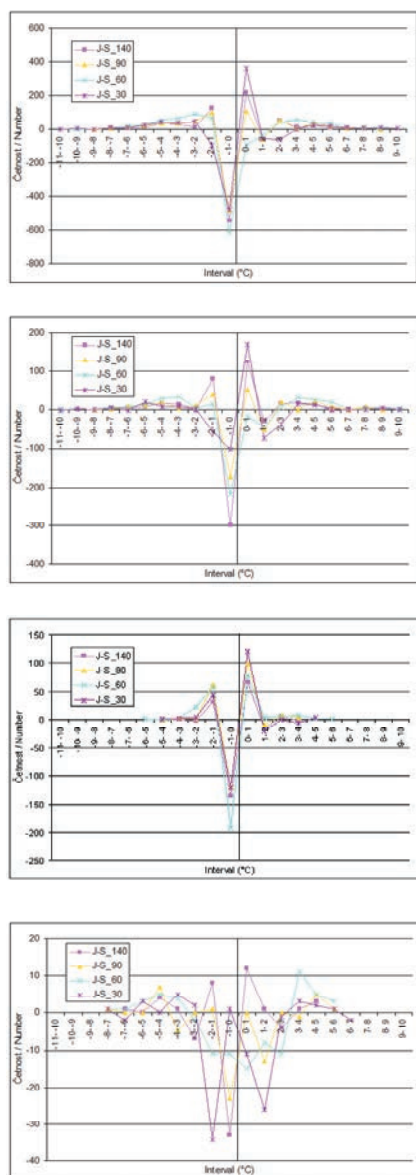
Pro posouzení dynamiky teplot v jednotlivých sledovaných polohách byly vypočteny teplotní **rozdíly mezi hodnotami v po sobě jdoucích termínech měření**. Stálost teplot mezi termíny měření (rozdíl mezi termíny rovný 0) se vyskytovala ve 14,5 až 16,0% případů, častější byla při jižním okraji porostu. Změny teplot mezi po sobě jdoucími 15min termíny měření se v celém období pohybovaly v rozmezí -11 až +10 °C, během jarních měsíců (duben, květen) se interval z počátečního -6 až +6 °C postupně zvyšoval (obr. 1). Nejčteněji byly zastoupeny hodnoty v intervalech <-1; 0) °C a (0; 1> °C. V těchto intervalech byly také největší četnostní rozdíly mezi jihem a severem a odpovídajícími výškami při jižní a severní porostní stěně.

Tab. 3: Počet (A) a průměr (B) naměřených záporných teplot (°C) a teplotní minima (C) za měsíce, vegetační dobu a celé období ve výškách 140, 90, 60 a 30 cm nad zemí a rozdíl hodnot mezi teplotami při jižní (J) a severní (S) porostní stěně
Number (A) and mean (B) of measured below-zero temperatures (°C) and minimal temperatures (C) for months (Měsíc), vegetation period (Veget. obd.) and whole period (Celkem) 140, 90, 60 and 30 cm above ground by the south- (J) and north-facing (S) stand margins and the differences between south and north positions in identical heights

A) Počet		Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc		J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30
IV		471	476	494	526	434	526	536	598	37	-50	-42	-72
V									1				-1
VI					6			2	15			-2	-9
VII													
VIII													
IX		2	2	2	17	2	9	18	129	0	-7	-16	-112
X		584	634	709	777	538	703	791	895	46	-69	-82	-118
Veget. obd. (V-IX)		2	2	2	23	2	9	20	145	0	-7	-18	-122
Celkem		1057	1112	1205	1326	974	1238	1347	1638	83	-126	-142	-312

B) Průměr		Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc		J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30
IV		-1,57	-1,67	-1,66	-1,66	-1,58	-1,71	-1,85	-2,03	0,00	0,04	0,18	0,37
V									-0,40				0,40
VI					-0,42			-0,20	-0,49			0,20	0,07
VII													
VIII													
IX		-0,55	-0,40	-0,55	-0,31	-0,30	-0,29	-0,44	-0,81	-0,25	-0,11	-0,11	0,50
X		-1,53	-1,47	-1,57	-1,84	-1,45	-1,54	-1,63	-2,34	-0,08	0,06	0,06	0,50
Veget. obd. (V-IX)		-0,55	-0,40	-0,55	-0,34	-0,30	-0,29	-0,42	-0,78	-0,25	-0,11	-0,13	0,44
Celkem		-1,55	-1,56	-1,60	-1,74	-1,50	-1,60	-1,70	-2,09	-0,04	0,04	0,09	0,35

C) Minima		Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc		J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30
IV		-4,9	-6,0	-5,9	-5,8	-4,8	-6,1	-7,0	-7,6	-0,1	0,1	1,1	1,8
V		0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	-0,4	-0,2	0,1	0,1	0,8
VI		2,1	0,7	0,5	-0,7	2,0	0,8	-0,2	-1,2	0,1	-0,1	0,7	0,5
VII		6,2	4,6	3,8	1,9	6,3	4,5	3,2	0,6	-0,1	0,1	0,6	1,3
VIII		3,5	3,5	3,3	3,0	3,5	3,1	2,9	1,5	0,0	0,4	0,4	1,5
IX		-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,5	-0,6	-1,0	-2,3	-0,1	0,2	0,4	1,7
X		-5,1	-6,1	-6,5	-7,4	-5,4	-7,3	-7,8	-9,4	0,3	1,2	1,3	2,0
Veget. obd. (V-IX)		-0,6	-0,4	-0,6	-0,7	-0,5	-0,6	-1,0	-2,3	-0,1	0,2	0,4	1,6
Celkem		-5,1	-6,1	-6,5	-7,4	-5,4	-7,3	-7,8	-9,4	0,3	1,2	1,3	2,0



Obr. 1: Rozdíl četností teplotních diferencí mezi měřeními v 15 min. intervalech v termínu od 1. 4. do 31. 10. 2010 (1), ve vegetačním období od 1. 5. do 30. 9. 2010 (2), v měsíci dubnu (3) a květnu (4) mezi odpovídajícími výškami nad zemí (140, 90, 60 a 30 cm) jižního a severního okraje porostní stěny

Differences in numbers of temperature differences between 15min intervals in whole observed period (from 1st April to 31st October 2010, 1), in vegetation period (from 1st May to 30th September 2010, 2), in April (3) and in May (4) between identical heights (140, 90, 60 and 30 cm above ground) by the south- (J) and north-facing (S) stand margins

Jak v průběhu celého období, tak při posuzování vegetační doby byl v porovnání s protilehlou polohou při severním okraji porostní stěny četnější výskyt mírných poklesů teplot (změny teplot v intervalu $<-1; 0$)), zatímco při jižním okraji byl četnější mírný nárůst (změny teplot v intervalu $(0; 1>)$). Výskyt teplotních diferencí nad $\pm(2) 3^{\circ}\text{C}$ byl celkově častější při jižním okraji porostu. Četnosti v jednotlivých intervalech během měsíců kolísaly, s výjimkou specifického května (obr. 1) si však zachovávaly základní charakter grafu četností celého sledovaného období.

DISKUSE A ZÁVĚRY

Kromě polohy se na vývoji teplot výrazně podílí konkrétní průběh počasí. K vyrovnanějšímu průběhu teplot dochází v případě oblačných dní, ještě výraznějším stabilizačním prvkem jsou vysoká vzdušná vlhkost a deště. Přístup přímého záření přes stínící prvky při střídavé oblačnosti vede k nestejnorodému ohřevu prostředí. Na pronikání tepla se podílí také proudění vzduchu, větrné počasí teplotně homogenizuje prostředí. Převládajícím směrem větru na lokalitě byl za období 2008-10 jihozápadní směr, následovaný větry severními (BALCAR et al., nepublikované výsledky). Díky variabilitě počasí pak při porovnávání různých poloh v rámci světových stran vliv konkrétního průběhu počasí roste se zkracováním srovnávané periody. Na druhou stranu, je-

-li cílem posoudit vývoj teplot v jednotlivých polohách ve vztahu k výsadbám, je důležité soustředit se zvláště na časové úseky možných klimatických stresů, jako jsou např. pozdní přízemní mrazy. Vlivem náhlých mrazů mimo zimní období může dojít až k okamžité destrukci a odumření buněčné protoplazmy, a to v důsledku tvorby ledu v pletivech (BEADLE a SANDS 2004, REBETEZ et al. 2004). Uvádí se, že mimo zimní období voda v apoplastu (tj. systému buněčných stěn a mezibuněčných prostor) začíná běžně mrznout při teplotách -1 až -3 °C, v závislosti na obsahu látek, které snižují bod tuhnutí (GLOSER 1998, REBETEZ et al. 2004). S ohledem na variabilitu počasí v období zpracovávaném v této studii se pro celkové porovnání sledovaných poloh jevil jako optimální krok po jednotlivých měsících.

Rychlost ohřevu přes den i tepelného vyzařování v průběhu noci je u přízemních vrstev dána charakterem povrchu půdy. Rozvoj bylinné vegetace na jaře i její senescence během podzimu mění schopnost akumulace i přenosu tepla do půdy. Vrstva odumřelé trávy snižuje tepelnou vodivost povrchu půdy a tím způsobuje výskyt teplotních extrémů v poledních i nočních hodinách. Tento jev je značně nevýhodný, obzvláště v lesnictví (GEIGER 1950). Na druhou stranu humusová vrstva brání promrzání půdy při holomrazech. Ve vegetačním krytu severního i jižního okraje smrkové parcely v našem pokusu převládala třtina chloupkatá o srovnatelné hustotě. Porost třtiny i drn tak měl na obou stranách obdobné vlastnosti odrážející se v přenosu tepla do vyšších vrstev vzduchu.

Z hlediska většiny sledovaných charakteristik v daném období se v našem experimentu jako extrémnější jeví na sever orientovaný porostní okraj: průměrné přízemní teploty, ovlivněné nižšími minimálními i maximálními teplotami, zde byly nižší, čteněji se vyskytovaly teploty pod bodem mrazu. Na druhou stranu, s výjimkou polohy S_30 ve vegetační době, zde byly pozorovány menší teplotní amplitudy, které znamenají stálejší mikroklima. O stálejším mikroklimatu při severním okraji porostu hovoří také nižší četnosti výskytů teplotních diferencí mezi 15-min termíny měření převyšujících $\pm(2) 3$ °C při porovnávání srovnatelných výšek nad zemí. Pozice ve výškách 140 cm nad zemí si byly velice blízké průměrnými teplotami, minimy i maximy, průměrné teplotní amplitudy však byly více srovnatelné ve výškách 30 cm. Mrazíky se v rámci poloh J_140 a S_140 ve vegetační době sledovaného roku téměř nevyskytovaly.

Nižší průměrné teploty ve vegetační době při severním porostním okraji, stejně tak jako nižší teplotní amplitudy, korespondují s teplotami naměřenými ve výšce 40 cm nad zemí při okraji koruny samostatně stojícího mladého jedince smrku v Krkonoších (ŠPULÁK, SOUČEK 2010). Při severní straně koruny smrku však bylo ve zmiňované studii v porovnání s jihem zaznamenáno o dvě třetiny méně hodnot pod bodem mrazu. Také průměr denních minimálních teplot byl na severním okraji koruny vyšší a denních maximálních teplot nižší. Shodný efekt byl ve studii pozorován i ve vzdálenosti 60 cm od okraje koruny.

To jsou zjištění v kontrastu k výsledkům předkládané práce. Avšak, na rozdíl od sledování teplot v těsné blízkosti jednotlivě stojícího jedince (ŠPULÁK, SOUČEK 2010), posuzujeme v tomto experimentu teploty při středu porostního okraje

čtvercové parcely smrku o výsadbové šířce 10 m (efektivní šířka smrkové skupiny bude však vyšší o délku větví). Oproti jedinci smrku smrková skupina vytváří rozsáhlejší a kompaktní celek omezující pronikání přímého slunečního záření na její severní okraj prakticky po celý den. Tím dochází, v porovnání s jižně exponovaným okrajem, k menšímu prohřívání povrchu půdy přes den a zároveň i hlubšímu vychladání v období radiačního typu počasí. Při jižním okraji pak lze očekávat také vliv akumulace tepla povrchy smrkových korun při ozáření. S rostoucí vzdáleností od okrajů pak zmiňované efekty budou klesat.

V našem experimentu je, oproti situaci v rámci kotlíku či malé holé seče, posuzován vliv pouze severního a jižního porostního okraje. Průběh teplot na malé holé seči bude dodatečně ovlivňován také stíněním východním a západním porostním okrajem. V závislosti na velikosti seče tak lze předpokládat menší rozdíly mezi hodnotenými charakteristikami sledovaných poloh.

Experiment ukazuje, že vzájemný poměr teplot v rámci severojižní orientace a různých výšek nad zemí je proměnlivý a nelze ho charakterizovat pouze jednou hodnotou (např. průměr). U porostní skupiny cca 4 m vysokého smrku o výsadbové šířce 10 m v našem experimentu byl pozorován zcela odlišný průběh teplot při severním a jižním okraji v porovnání se studií zaměřenou na jednotlivě stojícího jedince smrku (ŠPULÁK, SOUČEK 2010). Porostní stěna působila zřejmě jako výrazný stínící prvek proti průniku přímého záření k jejímu severnímu okraji. Podle očekávání představovala i při porostním okraji mladé smrkové skupiny výška 30 cm nad zemí z hlediska vývoje teplot extrémní polohu, zvláště při severním okraji porostu. Z tohoto pohledu výsadba sazenic menších rozměrů představuje na exponovaných lokalitách maximální riziko poškození klimatickými stresy.

Rovněž je nezbytné při hodnocení vhodnosti vybrané polohy pro výsadby přihlížet k ekologickým vlastnostem vysazovaných dřevin. Pro stínomilné citlivé dřeviny horských poloh (buk, jedle) chladnější poloha při severním okraji porostu nemusí být překážkou. Celkově nižší teploty a nižší teplotní amplituda, vyplývající z redukováného přístupu záření, mohou opozdit rašení a sazenice se tak mohou vyhnout obdobím kritických mrazů.

Výšky 140 cm nad zemí, představující v našem případě cca jednu třetinu výšky přípravného porostu smrku, si byly po teplotní stránce velice blízké. Shodná výška při okrajích samostatně stojícího jedince smrku by skýtala ještě menší rozdíly v průběhu teplot. Experiment tak zároveň naznačuje, že u odrostků, při zachování srovnatelného (1/3) nebo většího poměru mezi výškou sadebního materiálu a výškou přeměňovaného porostu, je již z hlediska teplot umístění výsadby v rámci obnovení prvku méně významné.

PODĚKOVÁNÍ:

Článek vznikl za podpory výzkumného záměru MZe ČR č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- AUSSENAC G. 2000. Interactions between forest stands and microclimate: Ecophysiological aspects and consequences for silviculture. *Ann. For. Sci.* 57: s. 287-301.
- BALCAR V., KACÁLEK D. 2008. European beech planted into spruce stands exposed to climatic stresses in mountain areas. *Austrian Journal of Forest Science*. 125: s. 27-38.
- BALCAR V., PODRÁZSKÝ V. 1994. Založení výsadbového pokusu v hřebenové partii Jizerských hor. *Zprávy lesnického výzkumu*, 39, č. 2: s. 1-7.
- BALCAR V., SLODIČÁK M., KACÁLEK D., NAVRÁTIL P. 2007. Metodika postupů přeměn porostů náhradních dřevin v imisních oblastech. Recenzované metodiky pro praxi. *Lesnický průvodce*. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 34 s.
- BEADLE C., SANDS R. 2004. Physiology and Silviculture. In: *Encyclopedia of Forest Sciences*, Volume Four. Oxford, Elsevier: 2061 s.
- GEIGER R. 1950. The climate near the ground. Harvard University Press Cambridge, Massachusetts: 482 s.
- GLOSER J. 1998. Fyziologie rostlin. Skripta. Brno, Masarykova univerzita: 157 s.
- CHEN J., FRANKIN J. F., SPIES T. A. 1993. Contrasting microclimates among clear-cut, edge and interior of old-growth Douglas-fir forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 63: s. 219-237.
- LANGVALL O. 2000. Interactions between Near-Ground Temperature and Radiation, Silvicultural Treatments and Frost Damage to Norway Spruce Seedlings. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Alnarp: 35 s.
- REBETEZ M., REINHARD M., BUTTLER A. 2004. Forests, Tree Physiology and Climate. In: *Encyclopedia of Forest Sciences*, Volume Four. Oxford, Elsevier: 2061 s.
- ŠPULÁK O., SOUČEK J. 2010. Differences of air temperature in the interior and around the crown of young Norway spruce tree. *Opera Corcontica* 47, Suppl. 1: s. 225-238.

Adresa autora:

Ing. Ondřej Špulák, Ph.D.,
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. VS Opočno,
Na Olivě 550, 517 73 Opočno
Česká republika
e-mail: spulak@vulhmop.cz
tel.: 494 668 391

VYUŽITÍ TECHNOLOGIÍ ZPRACOVÁNÍ KLESTU VE VAZBĚ NA ANTROPOGENNĚ NARUŠENÉ PODMÍNKY PROSTŘEDÍ V OBLASTI PODKRKONOŠÍ

SLASH-REMOVAL OPERATIONS RELATED TO ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN THE FOOTHILLS OF THE GIANT MTS.

MILOSLAV KOTAS, DANIEL VLKANOVA

ABSTRACT

A specific regime of forest management is required depending on services provided, an area of forested land and characteristics of forest property. There are many forest stands in the Giant Mts. Foothills which were influenced by human activity in the past. The intensive activity arose since 18th century when development of industry led to increased demand for wood. Silvicultural systems have been always affected by both abiotic (wind, snow) and biotic factors in this region. Among these factors, a nun-moth outbreak was the most important damaging agent in 1920s. Forest stands were also influenced by coal mining. Removal of trees' remains and other debris (slash) left after harvest operation is a specific forestry activity. There are described post-harvesting slash-removal operations in this article. The operations differ according to forest properties and costs. To assess costs of the operations, many responders among forest owners, leaseholders and contractors were asked within Hradec Králové district. The types of forest properties were as follows: Forests of the Czech Republic – state enterprise, municipal forests, corporate bodies and natural persons. A key period for assessing the costs of slash-removal operations was 2008 – 2010. The objective of our study is (1) how the biomass left on site should be treated according to area and characteristics of forest properties and (2) how these operations should be applied under coal-mining-affected anthropic conditions in the region of the Giant Mts. Foothills.

Keywords: forest management, economics, costs, biomass, slash

Klíčová slova: lesní hospodářství, ekonomika, náklady, biomasa, klest

Úvod

Těžební zbytky po jakémkoli těžebním zásahu činily vždy lesnímu personálu problémy. Nejvíce starostí s klestem vznikalo po obnovních těžbách na holých sečích z hlediska další obnovy lesa. Nejčastěji se klest likvidoval pálením, což byl rychlý způsob, kterým byla zajištěna dokonale čistá plocha pro následné zalesňování. Dbalo se na důsledné vyklízení, a to nejen z hlediska zalesňování, ale i následné ochrany proti bušení. Pálení klestu mělo však i svá úskalí. Největším problémem bylo riziko požárů. Z tohoto důvodu byla tato činnost omezena v období sucha a v místech náchylných na šíření požárů (velká vrstva hrabanky, rašelina, skály). Ohně musely být vždy pečlivě ošetřeny. I přes všechna opatření docházelo i po delší době po pálení klestu k lesním požárům a vysokým škodám. Mezi další negativa této činnosti se může zařadit i ohrožení všech organismů v místě a blízkém okolí ohniště. Při pálení docházelo k značnému množství emisí, často i z jiných materiálů než z dřevní hmoty. Vlastní plocha ohniště nemohla být ihned využita k zalesnění, a tak tato místa často zůstávala prázdná až do vylepšování dané lokality. Při množství těžebních zbytků a tím i vypálené plochy na pasece se nejednalo

o zanedbatelné procento. Aby se předešlo uvedeným problémům bylo pálení klestu z části nahrazeno shazováním na hromady či do řad. Většinou i při pečlivějším kupení do větších výšek měly tyto útvary dosti velké základny a zabíraly produkční plochu. Řady teoreticky mohly nahrazovat prvky prvotního rozčlenění, ale vzhledem k pomalému rozkladu volně loženého klestu zůstávaly po dlouhou dobu nepřekonatelnou překážkou. V počátečním stadiu mohly tyto útvary působit i jako možné ohnisko šíření hmyzích škůdců. Své místo může tento způsob zaujmout na plochách, kde je silnější hmota odebírána majitelem nebo samovýrobci jako kusové dříví k pálení v kotlích. V řadách či v hromadách zůstávají již jen menší větve, které se lépe rovnají, zabírají menší plochu a dříve se rozloží. Vzhledem k tomu, že ani tento způsob nenašel velké pochopení u většiny lesnického personálu, byla podpořena dotací likvidace klestu drcením či štěpkováním s ponecháním na pasece. Celá plocha paseky tak mohla být dobře využita a vše bylo v pořádku, pokud byl klest rovnoměrně rozmístěn po pasece. V případech směřování těžby do části paseky z hlediska lepšího kácení a přehlednějšího pojezdu soustředovacích prostředků nastal problém. Při drcení dendromasy vznikaly v daných místech silnější vrstvy a materiál nebyl ani důkladně desintegrován. Docházelo k problémům při zalesňování - zvyšovala se náročnost zalesňovacích prací a mnohdy i kvalita. Vzhledem k mineralizaci velkého množství organické hmoty byla tlumena buřeň, někdy i vlastní sazenice. Štěpkování klestu s ponecháním na pasece se používalo v podstatně menším rozsahu. V obou případech došlo k zvýšení jak finančních, tak i energetických nákladů na hektar plochy. Mechanizační prostředky, které prováděly tuto činnost, spotřebovaly určité množství pohonných hmot a vyprodukovaly podle spotřeby i poměrné množství emisí. V současné době se můžeme dívat na potěžební zbytky jako na vhodný zdroj obnovitelné energie. Hmota, která bývala odpadem se stává zajímavým zdrojem energie. Místo důkladného vyčištění paseky již sledujeme, zda není z lokality odebíráno nadměrné množství dřevní hmoty a zda je daná lokalita vhodná k tomuto odběru. V některých regionech se již dostáváme do situace, kdy je množství lesní dendromasy nedostačující z hlediska kapacit odběratelů. Tato práce se zaměřila na použití nevhodného způsobu likvidace klestu pro danou lokalitu v oblasti ovlivněné v dřívějších dobách antropogenní činností – těžbou uhlí. Úkolem je upozornit na možné skryté problémy při likvidaci pálením a podpořit nové způsoby využití klestu.

MATERIÁL A METODIKA

Pro posouzení nákladů na jednotlivé podvýkony v rámci výkonu úklid klestu byly lesní majetky s ohledem na svoji velikost a charakter rozděleny na lesní majetky nad 200 ha, které jsou podrobovány většímu statistickému prověřování, a na majetky s menší mírou statisticky vyhodnocovaných údajů, a to od 51 do 200 ha, dále pak na malé majetky bez povinnosti tvorby lesních hospodářských plánů, tj. do 50 ha. Celkem bylo pro každou skupinu majetků osloveno 5 respondentů, kteří jsou buď vlastníky daných majetků nebo vykonávají na těchto majetcích službovou činnost. Pro srovnatelnost dat byla od vlastníků převzata data ze skutečně zaplacených nákladů a u společností vykonávajících příslušné služby v pěstební činnosti pak údaje vlastníků majetků fakturované. Celkem bylo osloveno a da-

ta za roky 2008, 2009 a 2010 odevzdalo 15 respondentů. Výběr byl zúžen na region Královéhradeckého kraje. Podařilo se vybrat respondenty hospodařící v rámci přírodní lesní oblasti Podkrkonoší (23). Snahou bylo získat hodnověrné údaje napříč velikostním spektrem lesních majetků tak, aby údaje měly příslušnou průměrnou vypovídající hodnotu. Byly vybrány technologie pálení, snášení, shrnování, štěpkování a drcení a prodej klestu z plochy. Jednotlivé podvýkony byly posouzeny z hlediska možných rizik na stanovišti. Hodnotila se jak rizika a nevhodnost stanoviště pro danou technologii, tak i nebezpečí poškození stanoviště při uplatnění dané technologie. K posouzení rizika pálení klestu byl vybrán příklad pálení klestu v katastrálním území Markoušovice s jeho následky ve vazbě na předchozí antropogenní narušení podmínek prostředí.

VÝSLEDKY

Pro možnost porovnání jednotlivých podvýkonů pro činnosti prováděné za účelem úklidu klestu byla získaná data zpracována sumárně do tabulky č.1, obsahující přehled o posuzovaných podvýkonech (technologiích) s uvedením hodnot celkové výše uklizených těžebních zbytků – klestu v objemových jednotkách m^3 bez rozlišení druhu dřevin realizovaných v součtu od jednotlivých respondentů v příslušném roce 2008, 2009 a 2010, včetně vyjádření v celkových cenách v Kč. Samostatně potom byla vypočtena cena za jednu měrnou jednotku ($1 m^3$) v Kč a pro srovnání byl získaný údaj přepočten v průměrném kurzu za celý rok 2010 na hodnoty v měně Euro.

V tabulce č. 2 jsou obsaženy údaje o zpracovaných m^3 klestu v daných letech bez uvedení podvýkonu dodatečného pálení klestu dříve uloženého do kup na porostní ploše. Důvodem bylo, že se jedná o vícenáklad, který je možné v daném roce při řádně plánovaném lesním hospodaření vyloučit. Celkem byly za sledované období posuzované náklady na úklid klestu v celkové výši objemu cca 430 000 m^3 . Pro jednotlivé podvýkony byly v daném roce a následně souhrnně pro celé období (průměr) vypočteny procentické podíly zastoupení jednotlivých podvýkonů v rámci činnosti (výkonu) úklidu klestu.

U výkonu úklid klestu bylo posuzováno množství klestu a současně i náklady na jednotlivé podvýkony, a to pálení, snášení, shrnování, dodatečné pálení, štěpkování a drcení a prodej klestu z plochy. Z tabulek je patrné, že pálení klestu zaujímalo v průměru v uvedených letech 25 % z celkového objemu klestu, pokud nepočítáme dodatečné pálení. S dodatečným pálením vzroste množství na 27 %. Při finančním zhodnocení to znamená náklad 8.185.772 Kč na pálení. Shazování klestu pro dodatečné pálení představuje vícenáklad 600.591 Kč. Celkové náklady na pálení včetně shazování s dodatečným pálením tvořily 8.786.365 Kč. K tomu musíme připočítat náklady personálu na hlídání ohnišť a finančně těžko vyčíslitelné poškození životního prostředí zářem, emisemi a možným nebezpečím následného požáru. Ani snášení na hromady či do řad není bez úplného rizika. I zde je potenciální nebezpečí při vysychání dřevní hmoty ke vzniku požáru či možnosti jeho snazšího či rychlejšího šíření. Dalším nebezpečím, které může při hromadění těžebních zbytků vznikat, je riziko ochrannářské. V lesích, které jsou zeslabovány různými abiotickými i biotickými faktory se druzí i napadení biotickými škod-

Tab. 1: Vybrané činnosti spojené s výkonem úklidu kletu
Operations conducted when slash is being treated

Podvýkon		Množství/cena Kč ⁸				Cena za m ³ likvidace kletu / Kč/EUR* ⁹				
		2008	2009	2010	celkem (total)	2008	2009	2010	celkem (total)	
Pálení ¹	m ³	31 563,75	41 257,27	34 579,75	107 400,77	75 / 2,96	74 / 2,93	73 / 2,89	74 / 2,93	
	cena	2 367 281,00	3 053 038,00	2 524 321,00	7 944 640,00					
Snašení (kupy) ²	m ³	76 638,24	79 823,33	61 642,70	218 104,27	59 / 2,33	59 / 2,33	57 / 2,25	58 / 2,29	
	cena	4 521 656,00	4 709 576,00	3 513 634,00	12 744 866,00					
Shrnováč ³	m ³	9 067,50	9 966,60	9 054,00	28 088,10	60 / 2,37	62 / 2,45	45 / 1,78	56 / 2,21	
	cena	544 050,00	617 929,00	407 430,00	1 569 409,00					
Dodateč. pálení ⁴	m ³	5 437,48	2 800,80	2 009,35	10 247,63	24 / 0,95	23 / 0,91	23 / 0,91	23 / 0,91	
	cena	130 499,00	64 418,00	46 215,00	241 132,00					
Štěpkování ⁵	m ³	212,00	0,00	0,00	212,00	80 / 3,16			80 / 3,16	
	cena	16 960,00	0,00	0,00	16 960,00					
Drcení ⁶	m ³	26 245,61	20 258,10	7 449,32	53 953,03	77 / 3,04	79 / 3,12	81 / 3,20	78 / 3,08	
	cena	2 020 912,00	1 600 390,00	603 395,00	4 224 697,00					
Prodej z plochy ⁷	m ³	0,00	8 600,40	13 939,00	22 539,40		9 / 0,36	10 / 0,40	10 / 0,40	
	cena	0,00	77 404,00	139 390,00	216 794,00					

* kurz Kč/EUR 25,29 = průměrná hodnota za rok 2010 (zdroj: www.kurzy.cz)

Captions: m³ (Amount); cena (price); ¹ Burning; ² Slash piling; ³ Raking; ⁴ Additional burning; ⁵ Chipping; ⁶ Crushing; ⁷ Sale on site; ⁸ Amount/Price (CZK); ⁹ Unit costs (CZK/EUR); * exchange rate CZK/EUR 25,29 i.e. mean value in 2010 (source: www.kurzy.cz)

Tab.2: Procentické zastoupení vybraných činností spojených s výkonem úklidu kletu
Slash-treatment operations expressed in percents

Podvýkon		Množství/cena Kč				% z objemu m ³ likvidace kletu			
		2008	2009	2010	celkem (total)	2008	2009	2010	celkem (total)
Pálení ¹	m ³	31 563,75	41 257,27	34 579,75	107 400,77	22	26	27	25
	cena	2 367 281,00	3 053 038,00	2 524 321,00	7 944 640,00				
Snašení (kupy) ²	m ³	76 638,24	79 823,33	61 642,70	218 104,27	54	50	49	51
	cena	4 521 656,00	4 709 576,00	3 513 634,00	12 744 866,00				
Shrnovač ³	m ³	9 067,50	9 966,60	9 054,00	28 088,10	6	6	7	6
	cena	544 050,00	617 929,00	407 430,00	1 569 409,00				
Dodateč. pálení ⁴	m ³	212,00	0,00	0,00	212,00	0	0	0	0
	cena	16 960,00	0,00	0,00	16 960,00				
Štěpkování ⁵	m ³	26 245,61	20 258,10	7 449,32	53 953,03	18	13	6	13
	cena	2 020 912,00	1 600 390,00	603 395,00	4 224 697,00				
Drcení ⁶	m ³	0,00	8 600,40	13 939,00	22 539,40	0	5	11	5
	minus cena	0,00	77 404,00	139 390,00	216 794,00				
Σ m ³ / %		143 727,10	159 905,70	126 664,77	430 297,57	100	100	100	100
Σ cena v Kč ⁷		9 470 859,00	9 903 529,00	6 909 390,00	26 283 778,00				

Captions: m³ (Amount); cena (price); ¹ Burning; ² Slash piling; ³ Raking; ⁴ Additional burning; ⁵ Chipping; ⁶ Amount/Price (CZK); ⁹ Volume of treated slash (%)

livými činiteli, zejména hmyzími škůdci a houbovými chorobami. V případě jejich přemnožení a škodlivého výskytu se stává ponechaný a nezpracovaný odpad v lese zdrojem namnožení a rozšiřování těchto škodlivých činitelů (JANČAŘÍK 1999). Při ekonomickém zhodnocení tohoto podvýkonu, po odečtení nákladů na snášení klestu s dodatečným pálením bylo vynaloženo 12 144.275 Kč při množství 207 857 m³ klestu. Pokud by nebyl klest následně pálen, pak by se jednalo o 218 104 m³ klestu s celkovými náklady 12 744.866 Kč. Tento způsob je vhodné aplikovat pouze tam, kde není možné využít klest k prodeji z hlediska omezení dle kategorie lesů či přírodních a stanovištních podmínek. Drcení klestu na pasece zaujímá v průměru pouhých 13 % a na vybraných stanovištích, kde je třeba ponechat organickou hmotu a živiny, má svůj význam. Musíme však počítat, že tento způsob je z hlediska energetického náročnější a finančně se řadí mezi nejdražší. Musíme rozlišovat, zda se bude rozdrčený klest zapracovávat do půdy či ne. Půdní frézy, které současně zapravují rozdrčený klest do půdy, je vhodné použít na těžkých půdách, kde tímto dochází k zlepšování kvality stanoviště. Naopak je absolutně nevhodné celoplošné hloubkové zapracování klestu do půdy na vysychavých stanovištích s převládající písčitou texturou (LASÁK 2003). Jako příklad použití nevhodné metody na nevhodném stanovišti je uvedeno pálení klestu na lidskou činností narušeném stanovišti v katastrálním území Markušovice. V listopadu roku 2006 zde byla prováděna obnovní těžba v objemu 118,69 m³ maloplošnou holou sečí. Následně byl prováděn úklid klestu pálením. Po 20 dnech od ukončení pálení klestu se v jednom místě objevil kouř z podzemního požáru na odkácené ploše o výměře cca 10 m² (obr.1). Ruční technikou (lopatou) nebylo možné požár zlikvidovat. Přivolaní hasiči (30. 12. 2006) při snaze uhasit doutnající požářiště vodou zjistili marnost svého snažení, neboť po následné lokalizaci podzemního požáru termovizí byla lokalizována plocha podzemního požáru o velikosti plochy minimálně 400 m² s teplotou v ohnisku přes 1 000 stupňů Celsia. Po vyhodnocení situace byly dne 10. 1. 2007 zahájeny přípravné práce k sanaci prostoru zahoření (obr.



Obr. 1: Podzemní požár (prosinec 2006)
Underground fire (December 2006)

2). Jak se ukázalo, jednalo se o hlušinový odval jámy Sv. Ignáce z bývalé těžby uhlí v dané lokalitě. Tato skutečnost nebyla vlastníku nemovitosti známa. V průběhu zařizování lesního hospodářského plánu nebyla ze strany Báňského úřadu tato skutečnost a tento stav do plánu zaneseny. K řádné asanaci bylo nutné ještě odkácet 17,20 m³ čtyřicetiletého porostu. Celkem tak vznikla plocha o velikosti 0,60 ha, z které bylo odtěženo celkem 135,89 m³ dřevní hmoty. V čase od 11. 1. 2007 do doby ukončení základní asanace, tj. 2. 2. 2007, byly prováděny ná-



Obr. 2: Likvidace hořící haldoviny (leden 2007)
Reclamation of the site (January 2007)



Obr. 3: Stav rekultivace (duben 2011)
Restored site (April 2011)

sledující práce : odpařezování svahu, výkopy rýh pro oddělení hořící haldoviny od okolního terénu – hrabanky, těžení a uložení studeného odvalu do 30 °C, odtěžování teplé haldoviny na volné prostory a mezisklárky k dochlazení a další transport haldoviny spolu s monitoringem teplot. Náklad na tuto asanaci vyšel na částku cca 850 000 Kč. Následná rekultivace (navážka zeminy, vysvahování, odvodnění, hnojení) činila náklad cca 840 000 Kč. Celkem tak náklady dosáhly částky 1 690 000 Kč. Zalesnění plochy 0,60 ha javorem klenem potom stálo náklad cca 25 000 Kč. Z historických pramenů vyplývá, že v dané lokalitě byl roku 1799 udělen souhlas k privátnímu dobývání kamenného uhlí v Markoušovicích v mělkých jamách na severozápadním svahu Zaječího kopce. V prvním desetiletí 19. století zde byla řada drobných kutisek na výchozech bukovské sloje

odvodňovaných dědičnou štolou Sv. Ignáce. Těžba uhlí z několika úpadních jam byla následně soustředěna na jednu úpadní jámu (ještě rumpálovou), která dosáhla hloubky 50 m. Strojní jáma byla založena nejspíše roku 1849 od Markoušovického kopce v nadmořské výšce 530 m n. m. a dokončena byla roku 1853 v hloubce 173,5 m. Strojní jáma již byla jámou vrchnostenskou, a přestože byla umístěna na trutnovském teritoriu, patřila náchodskému panství. Roku 1896 se stal důl majetkem Mirošovsko-libušínsko-svatoňovické kamenouhelné akciové společnosti se sídlem ve Vídni. V roce 1899 došlo k zastavení málo produktivních důlních provozů (GEOFOND). Zatím se nepodařilo dohledat dostatek podkladů, z nichž by bylo možné spočítat množství vyražených důlních chodeb a vytěženého uhlí z dolu Ignác. Nepodařilo se ani spolehlivě prokázat, jakým způsobem byl důl likvidován. Ústí jeho dědičné štoly i ohlubeň úklonné jámy se zřejmě přirozeně zavalily. Několik metrů pod ohlubeň svislé jámy, někdejší strojní jámy Ignác, byl pravděpodobně vybudován poval z trámů či klád, který dávno havíři zahrnuli hlušinou. Tento poval se začal už ve druhé polovině

20. století pozvolna propadat do šachty a vznikající prohlubeň byla občany z Markoušovic (a zřejmě i ze širokého okolí) využita k odkládání komunálního odpadu. Dnes už je toto historické místo rekultivováno (obr.3) a jen mohutná halda a trasa bývalé koňské dráhy připomínají někdejší zlaté časy místního hornictví (KALENDA 2007). V oblasti Podkrkonoší se nachází řada podobných drobných bývalých uhelných dolů. Tato oblast je známa aktivní strojní těžbou uhlí ještě z 20. století. Známa jsou zejména hornická městečka Žacléř, Radvanice a Malé Svatoňovice.

DISKUSE

Při rozhodování o likvidaci či využití potěžebních zbytků musíme posuzovat naši činnost komplexně, jak s ohledem vlivu na životní prostředí, tak i s ohledem na ekonomiku výroby. Ekonomickou stránku můžeme v některých případech podpořit formou dotací, což je řešení velmi náročné, zodpovědné a nemusí vždy přinést žádaný efekt. Postupem let objevujeme nové skutečnosti a měníme své postupy jednání. Podle našich údajů můžeme vyčlenit pálení klestu jako činnost nejvýše rizikovou a také jako činnost přinášející největší náklady. Při pálení klestu dochází k likvidaci organické hmoty a poškozování životního prostředí. Jediným kladem je vznik popela, který obohacuje stanoviště o živiny. Odnímáním dendromasy z porostů pro energetické účely dochází ke snižování množství organické hmoty a živin v porostu a na některých stanovištích to musíme plně respektovat. Přesto nám při energetickém využití dendromasy zůstává k obohacení stanoviště veškerá produkce opadu, pařezová část stromů a minimálně 20 % neodvezených těžebních zbytků. V případě přerušení technologického procesu i asimilační aparát. Při tomto zkoumání nesmíme ani opomíjet vlastní kvalitu pedogenetického procesu. Jako vhodné se jeví především kategorie S, B, H, K, a I z edafické řady živině a kyselé. Nevhodné jsou edafické řady – extrémní, obohacená, oglejená, podmaččená a rašelinná. Dále musíme respektovat kategorii lesů, druh těžby a terénní podmínky (SOUŠEK 2009). Z tabulek je zřetelné, že se v Královéhradeckém kraji u vybraných objektů začal využívat klest k energetickým účelům, ale toto množství je v porovnání s ostatními výkony velmi malé a mělo by dojít k radikálnímu řešení. Pokud by byl veškerý spálený klest na pasece za toto tříleté období využit pro energetické účely, snížily by se náklady na pěstební činnost o 8.786.365 Kč v případě nulových nákladů či příjmů za klest na lokalitě pařez nebo hrazení nákladů snášení na kupy nebo řady. K tomuto údaji musíme ještě připočítat zisk energie, který vznikne po odečtení energetických nákladů na výrobu štěpky. Shazování do hromad či řad je vhodné především u menších těžeb drobných vlastníků, kde je část odpadu využita k pálení v domácích ohništích a na pasece zůstává pouze slabší hmota, která se rychleji rozloží a zaujímá menší plochu. U větších těžeb a při soustředění pracovišť větších vlastníků se tento způsob jeví jako nevhodný vzhledem ke zpřístupnění pracovišť, ochraně lesa a finančním nákladům. V lesích s narušeným zdravotním stavem, kde je nevhodné odebírat dřevní hmotu, můžeme použít drcení klestu.

ZÁVĚR

Každá lidská činnost je zásahem do základních přírodních zákonů. V přírodě blízkém hospodaření se snažíme, aby naše činy co nejméně narušovaly přirozený systém. Každý postup odlišný od přírodního procesu vyvolává další nutné kroky, které musí zajistit stabilitu prostředí. Člověk chce využívat přírodní prostředí k uspokojování a rozvíjení svých potřeb a v tomto případě nechat veškeré dění jen na přírodě není možné. Proto se alespoň musíme snažit, aby naše činnost co nejméně narušovala životní prostředí a zajišťovala jeho stálou stabilitu, popřípadě i napravovala naše chyby z minulosti. V současné konzumní společnosti nelze od sebe odtrhnout ekologické působení od vlastní ekonomiky. Právě ekonomika pěstební činnosti je významnou složkou řízení všech lesních majetků. Úklid klestu je jednou z nákladově náročnějších operací. V současném období nalézáme možnost výrazných úspor volbou modernějších technologií, respektive možnost získání výnosů z následného průmyslového nebo energetického zhodnocení dřevní biomasy. Postup likvidace potěžeby zbytků je ovlivněn vlastní lokalitou. Podle klasifikace místa můžeme rozhodnout o nejvhodnějším způsobu likvidace klestu. Vzhledem k rizikům a pracnosti můžeme vyloučit postup pálení. Při výrobě energetické štěpky můžeme použít typologický systém ÚHÚL, který komplexně definuje stanovištní podmínky. Při dodržení kvalitního hospodaření můžeme využívat porosty na edafických řadách živných a kyselých, na kterých se nachází převážná většina hospodářských lesů (SOUŠEK 2009). Na stanovištích, která nesplňují tyto podmínky je potom vhodné klest nechávat k ochraně či obohacení stanoviště, u zdravých lesních porostů nejlépe v řadách či kupách, u porostů s narušeným zdravotním stavem ve formě desintegrované hmoty. Na zdravých stanovištích se nabízí možnost odebírat klest až po opadu jehličí, čímž obohatíme stanoviště o živiny a u klestu snížíme jeho vlhkost a tím se zvýší jeho výhřevnost. Tento způsob však naráží na náročnější organizaci práce.

LITERATURA

- GEOFOND – Archiv České geologické služby – Geofondu ČR v registru starých a opuštěných děl pod identifikačním číslem ID_HAL 578
- JANČAŘÍK V. 1999. Štěpkování jako jedna z cest k hygieně lesa. Zprávy lesnického výzkumu č. 1: s. 20-22.
- KALENDA F. 2007. Zpráva o kontrolní činnosti při provádění asanace zahořeného odvalu Jámy Ignác v Markoušovicích.
- LASÁKI O. 2003. Jak dál bez pálení klestu? Lesnická práce, 82, č.5: s. 250-251
- SOUŠEK Z. 2009 Pěstování a využití biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely, ÚHÚL Brandýs nad Labem.

Adresa autorů:

Ing. Miloslav Kotas,
Česká lesnická akademie Trutnov – střední škola a vyšší odborná škola,
Lesnická 9, 541 11 Trutnov
e-mail: kotas@clatrutnov.cz
tel: 499 811 413

**PRIESTOROVÁ DISTRIBÚCIA JEMNÝCH KOREŇOV V PÔDE V SMREKOVÝCH
PORASTOCH S RÔZNOU HUSTOTOU**

*SPATIAL DISTRIBUTION OF FINE ROOTS IN THE SOIL IN NORWAY SPRUCE STANDS
WITH DIFFERENT DENSITY*

STANISLAV KUCBEL, PETER JALOVIAR, JOZEF ŠPIŠÁK

ABSTRACT

The horizontal distribution of fine roots in two Norway spruce stands with different stand density was compared. We used the polynomial single-tree model, with initial fine root density dependent on the DBH. According to this model we calculated the fine root biomass on 1 standard tree with the DBH of 60 cm. In the sample plot with the density 1,133 ha⁻¹ a standard tree has 5,152 g of fine roots and in the sample plot with the density 500 ha⁻¹ the fine root biomass amounts to 6,658 g per standard tree. This is the reason for lower initial fine root density in the plot with higher density and a different shape of the functions, which are describing the model distribution of roots. In the plot with higher density we found a higher overlapping of fine root systems that causes a lower variability of fine root biomass on the stand area. The trees with the DBH under 20 cm, that constitute more than 40% of the tree number in the higher density plot, account for only 22% of total fine root biomass of the whole stand. The 10% of the thicker trees above 30 cm amount to 38%. Regarding the interaction between the stand and soil, and the possibility of the modification of physical features by the fine roots, the cultivation of the stands with lower stand density and higher mean DBH seems to be more appropriate.

Keywords: Norway spruce, fine roots, horizontal distribution

Kľúčové slová: smrek obyčajný, jemné korene, horizontálna distribúcia

Úvod

Rozmiestnenie jemných koreňov v pôde je v podmienkach väčšiny lesných porastov výrazne heterogénne. Variabilita hustoty jemných koreňov, vyjadrenej napríklad hmotnosťou jemných koreňov na jednotku plochy porastu alebo na jednotku objemu pôdy má dva základné zdroje. Prvým je heterogenita pôdneho prostredia s jeho výraznou stratifikáciou a rôzne veľkým podielom skeletu. Druhou je heterogenita porastu, nerovnomerné rozmiestnenie stromov po ploche a ich často veľmi rozdielne rozmery (KÖSTLER et al. 1968). Vzhľadom na to, že koreňový systém nie je v jeho prirodzenom uložení pozorovateľný vizuálne, je určenie rozmiestnenia koreňov problematické. Distribúcia jemných koreňov je ešte viac komplikovaná tým, že jemné korene nie sú rozmiestnené v rámci konkrétneho koreňového systému rovnomerne, ale aj z hľadiska rozmiestnenia vo vertikálnom aj v horizontálnom smere sa riadia inými zákonitostami, ako hrubé – kostrové korene.

V odbornej literatúre nie je veľa informácií o horizontálnej distribúcii jemných koreňov (BÖHM 1979, NIELSEN, MACKETHUN 1990, AMMER, WAGNER 2002). Dôvodom sú spomenuté metodické problémy identifikácie príslušnosti jednotlivých jemných koreňov ku konkrétnemu stromu. Na druhej strane je poznanie obrazu distribúcie jemných koreňov dospelých stromov v poraste dôležité pre plánovanie resp. posudzovanie odrastania prirodzenej obnovy stromov, zakladania predsa-

dieb a podsadieb, prípadne pre ovplyvňovanie rozmiestnenia stromov v rôznych vrstvách výškovo a vekovo diferencovaných porastov. Východiskom riešenia problému priestorovej distribúcie jemných koreňov môžu byť modely horizontálnej distribúcie. Všetky existujúce relevantné modely pre smrek, resp. dreviny s plochým koreňovým systémom vychádzajú z niekoľkých spoločných predpokladov (AMMER, WAGNER 2002):

- biomasa jemných koreňov sa znižuje s rastúcou vzdialenosťou od päty kmeňa,
- maximálny bočný dosah jemných koreňov presahuje horizontálny priemet koruny stromu,
- biomasa jemných koreňov rastie so zväčšujúcou sa hrúbkou stromu.

Okrem týchto predpokladov platí, že pokles koncentrácie jemných koreňov väčšinou nie je monotónny a najvyššia koncentrácia jemných koreňov sa nevyskytuje bezprostredne pri päte kmeňa, ale v určitej vzdialenosti od nej (KÖSTLER et al. 1968).

Vertikálna distribúcia jemných koreňov je charakteristická úbytkom koncentrácie jemných koreňov smerom do hĺbky v pôde bez ohľadu na polohu bodu hodnotenia (miesta odberu koreňovej sondy) voči okolitým stromom a rozdielna je len rýchlosť úbytku. Na vyjadrenie poklesu koncentrácie v smere do hĺbky sa používajú monotónne klesajúce funkcie. Príkladom je závislosť kumulatívneho podielu jemných koreňov od hĺbky v pôde, vyjadrená funkciou [1]

$$y = 1 - \beta^d \dots\dots\dots [1]$$

kde y je kumulatívny podiel jemných koreňov, β je parameter funkcie charakterizujúci rýchlosť poklesu v smere do hĺbky a v konečnom dôsledku dosiahnutú hĺbku a d je hĺbka v pôde (GALE, GRIGAL 1987).

Modely horizontálnej distribúcie sú pomerne zložitejšie a zahŕňajú riešenie dvoch základných problémov. Prvým je prisúdenie podielu resp. priamo kvantity jemných koreňov v určitom bode v poraste konkrétnym okolostojacim stromom podľa ich veľkosti a rozmiestnenia. Druhým problémom je popis parametrov (jemného) koreňového systému, predovšetkým jeho maximálneho bočného dosahu, kvantity jemných koreňov v závislosti od vzdialenosti od päty kmeňa. V podstate sa jedná o popis tvaru, ktorý vytvára frakcia jemných koreňov (BÖHM 1979) v pôdnom priestore. Pri porovnávaní modelov rôznych autorov je treba zohľadniť, akú veličinu daný model vlastne predikuje. Väčšinou sa jedná buď o rozdelenie samotnej biomasy jemných koreňov, alebo o rozdelenie biomasy jemných koreňov v prepočte na jednotku plochy, uvádzanú najčastejšie v g.m^{-2} .

RIBBENS et al. (1994) predpokladajú pri svojom modeli monotónny pokles koncentrácie jemných koreňov pre jednotlivý strom, ktorý je možné opísať funkciou:

$$y = e^{Dx^\theta} \dots\dots\dots [2]$$

Ribbensov model vychádza z dvoch predpokladov, ktoré sa môžu považovať za sporné. Predpokladá, že v rovnovke poraste je maximálna vzdialenosť, tj. do-

sah jemných koreňov daného stromu od päty jeho kmeňa rovnaká pri všetkých stromoch. Ďalším diskutabilným predpokladom je práve monotónny pokles biomasy jemných koreňov v smere od päty kmeňa k okraju koreňového systému. Ribbensov model uvažuje s tým, že koncentrácia jemných koreňov je závislá od hrúbok jednotlivých stromov, tj. že biomasa jemných koreňov stromov stúpa so stúpajúcou hrúbkou stromov.

AMMER, WAGNER (2002) považujú polynomicke funkciu za vhodnú pre opis tvaru závislosti koncentrácie jemných koreňov od vzdialenosti od päty kmeňa. Model počíta s klesajúcim rozdelením koncentrácií jemných koreňov, pričom zohľadňuje jednak to, že maximálny dosah jemných koreňov je pri stromoch s väčšou hrúbkou väčší a tiež, že východisková koncentrácia pri päte kmeňa je pri hrubších stromoch vyššia ako pri tenkých. Relatívna koncentrácia jemných koreňov ($rFRB_0$) pri päte kmeňa pre strom s hrúbkou 60 cm má hodnotu 1,0. Hodnota ($rFRB_0$) pre strom s ľubovoľným priemerom je:

$$rFRB_0 = \left(\frac{d_{1,3}}{60} \right)^{.....} [3],$$

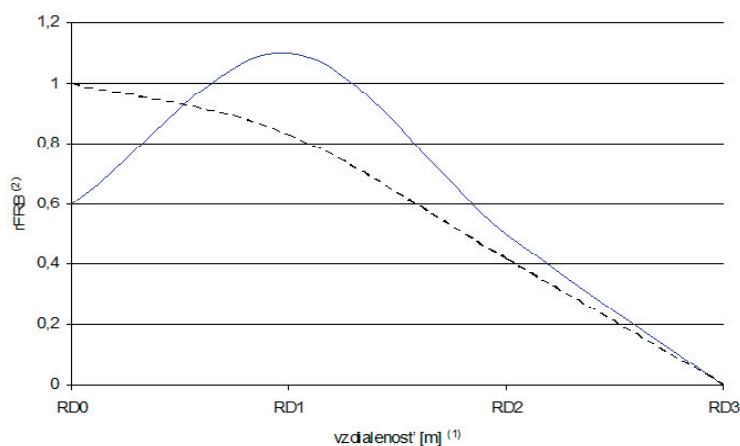
Hrúbka stromu ovplyvňuje okrem východiskovej hodnoty $rFRB_0$ aj maximálnu vzdialenosť koreňov od päty kmeňa, ktorá sa vypočíta podľa vzťahu:

$$y = \frac{d_{1,3}}{6} [4]$$

kde y je maximálna vzdialenosť koreňov od päty stromu a $d_{1,3}$ je hrúbka stromu v cm. Tieto dve hodnoty ovplyvňujú celkový tvar rozdelenie koncentrácií jemných koreňov v pôde v závislosti od rozmiestnenia stromov v poraste a ich hrúbok po ploche. Model predpokladá taký pokles $rFRB$, kedy sa vo vzdialenosti rovnjej 1/3 maximálneho dosahu koreňov [4] od päty kmeňa nachádza $0,83 \times rFRB_0$ a vo vzdialenosti 2/3 od päty kmeňa sa nachádza $0,5 \times 0,83 \times rFRB_0$. AMMER, WAGNER (2005) tiež použili upravený model ktorý nepočíta s monotónnym poklesom, ale predpokladá, že vo vzdialenosti 1/3 z maximálneho dosahu koreňov sa nachádza koncentrácia rovná $5/3 \times rFRB_0$ a vo vzdialenosti 2/3 od päty je to $5/6 \times rFRB_0$ (obr. 1). Hodnota $rFRB_0$ sa vypočíta podľa vzťahu [5]

$$rFRB_0 = \left(\frac{d_{1,3}}{100} \right) [5]$$

Zároveň je model modifikovaný o zohľadnenie konkurencie v koreňovom priestore. Vychádza sa zo skúsenosti, že rast jemných koreňov stromov je stimulovaný odstránením konkurujúcich stromov. Z tohto dôvodu je možné predpokladať, že biomasa jemných koreňov jedného stromu je negatívne ovplyvnená prítomnosťou iných stromov v jeho okolí.



Obr. 1: Modely dvoch rozdielnych priebehov relatívnych koncentrácií jemných koreňov pre strom s hrúbkou 60 cm. Obidve krivky vychádzajú z polynomickej funkcie tretieho stupňa. Prerušovaná čiara znázorňuje priebeh funkcie v prípade, že $rFRB_1 = 0,83 \cdot rFRB_0$, kde $rFRB$ je vypočítaná podľa vzťahu [6] plná čiara je priebeh v prípade že $rFRB_1 = 5/3 \cdot rFRB_0$ a $rFRB$ je vypočítaná podľa vzťahu [8]. RD3 je maximálny dosah jemných koreňov, RD0 je päta kmeňa, RD1 a RD2 sú vzdialenosti rovné $1/3$ a $2/3 \cdot RD3$ (AMMER, WAGNER 2002)

Models of two different relative fine root biomasses for a tree with the DBH of 60 cm. Both curves are based on 3rd degree polynomial. Dashed line refers to the function in the case $rFRB_1 = 0,83 \cdot rFRB_0$, where $rFRB$ is calculated according to the formula [6], solid line is the course in the case $rFRB_1 = 5/3 \cdot rFRB_0$ and $rFRB$ is calculated according to the formula [8]

⁽¹⁾ BHD depended relative rooting distance, ⁽²⁾ relative fine root biomass, RD0 is the tree trunk, RD3 is the maximum root distance, DR1 a DR2 are distances at $1/3$ and $2/3$ of RD3 (Ammer, Wagner 2002)

Hustota nadzemnej časti lesného porastu, vyjadrená počtom stromov na jednotku plochy, ich kruhovou základňou prípadne objemom nachádza odraz v kvantitatívnych a morfológických parametroch koreňových systémov jednotlivých stromov aj celého porastu. Cieľom našej práce bolo zistenie vplyvu hustoty porastu na horizontálnu distribúciu jemných koreňov smreka. Naším zámerom bolo porovnanie intenzity prekorenenia pôdneho priestoru v prípade modelového smreka ($d_{1,3} = 60$ cm), ďalej išlo o porovnanie dosahu jemných koreňov na plochách s rôznou hustotou a stanovenie priemernej biomasy jemných koreňov, ktorá pripadá na jeden štandardný strom.

MATERIÁL A METODIKA

Miesto výskumu

Sledované porasty sa nachádzajú na území lesného závodu Rimavská Sobota, lesného hospodárskeho celku Klenovec a lesnej správy Klenovec. Jedná sa o účelové lesy s vodohospodárskou funkciou v prvom pásme hygienickej ochrany vodáren-

skej nádrže Klenovec. Povodie vodárenskej nádrže a jej prítokov leží v orografickej sústave Slovenského Rudohoria, geomorfologickom celku Veporské vrchy, podcelok Balocké vrchy, podcelok Klenovské vrchy. Vodná nádrž Klenovec a jej prítoky sa nachádzajú v povodí Hrona, v čiastkovom povodí Slaná, v základnom povodí Rimava, samotná vodná nádrž je vybudovaná na Klenovskej Rimave. Najvyšším bodom v skúmanej oblasti je Klenovský Vepor (1356 m n. m.). Vodárenská nádrž Klenovec bola vybudovaná v rokoch 1968 až 1974, jej prevádzka začala v roku ukončenia výstavby. Účelom stavby bolo vytvoriť vodárenskú nádrž s prioritným vodárenským využitím pre potreby Rimavskosobotského skupinového vodovodu.

Odbery vzoriek sa robili na trvalých výskumných plochách č. 3 (riedka plocha) a č. 5 (hustá plocha), ktoré sa nachádzajú na pravobrežnej strane vodárenskej nádrže, v poraste č. 29. Porast má 35 rokov, zakmenenie 0,80, expozícia východná, sklon 25 %, drevinové zloženie: smrek 95 %, douglaska 5 %. Porast má nerovnomerné zakmenenie, rôznoveký, miestami je redší, po kalamite. Na TVP č. 3 sa nachádza starší zmiešaný porast smreka s nepatrnou prímiesou douglasky, značne prerieďený, priemerná hrúbka 26,5 cm, priemerná výška je 25 m. TVP č. 5 je tvorený mladším hustejším rovnorodým smrekovým porastom s priemernou hrúbkou 21,5 cm a priemernou výškou 23,2 m. Základná biometrická charakteristika smrekového porastu na oboch plochách je uvedená v tab. 1.

Tab. 1: Hlavné dendrometrické charakteristiky na skúmaných plochách v smrekových porastoch v ochrannom pásme vodohospodárskej nádrže Klenovec
Basic stand characteristics of the surveyed plots in the Norway spruce stands in the protection zone of water reservoir Klenovec

Plocha ¹	Počet stromov ² [ks.ha ⁻¹]	Kruhová základňa ³ [m ² . ha ⁻¹]	Priemerná hrúbka ⁴ [cm]	Priemerná výška ⁵ [m]	Suma koronových projekcií ⁶ [m ² . ha ⁻¹]
Hustá ⁷	1 133	44,9	21,4	25,0	6 990
Riedka ⁸	500	27,8	26,5	23,3	5 995

¹ Plot, ² Stem number, ³ Basal area, ⁴ Mean DBH, ⁵ Mean height, ⁶ Crown projection area,

⁷ High density plot, ⁸ Low density plot

Odber koreňov a spracovanie vzoriek

Biomasa a nekromasa jemných koreňov sa stanovovala zo vzoriek odobratých z oboch porastov v októbri 2010. V každom z porastov bola vytýčená jedna línia a v rámci nej bolo v rozstupe 4 metrov označených 5 miest pre odber jemných koreňov pomocou dutého vrtáka s vnútorným priemerom 8 cm. Pozícia miesta odberu voči okolo stojacim stromom bola zameraná. Vzorka nadložného humusu a zeminy v tvare valca s rozmermi 8 × 40 cm, vybratá z pôdy v prirodzenom uložení bola rozdelená do vrstiev podľa hĺbky nasledovne: nadložný humus, 0–5 cm, 5–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm and 30–40 cm. Hĺbka sa merala od rozhrania medzi vrstvou nadložného humusu a A-horizontu minerálnej pôdy. Vzorky sa po rozdelení uložili do plastových vreciek a skladovali pri teplote do 4 °C do času ana-

lýzy, maximálne však tri týždne. Pri spracovaní sa vzorka najprv rozplaví a následne premýje vodou na site s veľkosťou oka 1 mm. Počas premývania sa jemné korene vyberú pinzetou zo zvyškov zeminy. Delenie na kategóriu živých a odumretých koreňov sa vykonalo podľa bežne používaných kritérií na identifikáciu živých a odumretých koreňov a ich častí. (GÖBL, 1995). Do ďalšieho hodnotenia pomocou modelov zistených hodnôt je zahrnutá len biomasa, tj. len živé jemné korene smreka. Nekromasa predstavuje hmotnosť odumretých jemných koreňov a ich fragmentov, ktoré boli dlhšie ako 10 mm. Tým, že pri spracovaní vzoriek nie je možné spoľahlivo zachytiť fragmenty kratšie ako 10 mm dochádza k podhodnoteniu nekromasy (BAUHUS, BARTSCH 1996), na druhej strane ale v odbornej literatúre neexistuje konsenzus o tom, či sa má táto frakcia považovať na jemné korene alebo už za súčasť humusu.

Vymyté a roztriedené korene sa sušili tri dni pri teplote 70 °C, čím sa dostiahla ich konštantná hmotnosť. Po vysušení bola biomasa aj nekromasa odvážená s presnosťou na 0,1 mg.

Popis použitého modelu

Pre zistenie biomasy jemných koreňov pripadajúcich na jednotlivé stromy, resp. „štandardný“ strom s hrúbkou 60 cm sa použil polynomický model, ktorý popisujú AMMER, WAGNER (2002). Model je založený na monotónne klesajúcej polynomickej funkcii tretieho stupňa v tvare:

$$y = b_0 + b_1(x - x_0) + b_2(x - x_0)(x - x_1) + b_3(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) \dots [9]$$

kde: y je biomasa jemných koreňov vyjadrená v g.m^{-2} vo vzdialenosti x od päty kmeňa, koeficienty b sú relatívne (bezrozmerné) biomasy jemných koreňov vzťahované k biomase stromu s hrúbkou 60 cm. Model je detailne opísaný v práci AMMER, WAGNER (2002)

Maximálny dosah jemných koreňov stromu sa vypočíta podľa vzťahu [7]. Povrch rotujúcej funkcie [9] predstavuje biomasu jemných koreňov jedného stromu.

Pre každý jeden strom stojaci na ploche bola vypočítaná biomasa jeho živých jemných koreňov a rovnako bola vypočítaná biomasa pre jeden modelový strom na danej ploche. V poslednom kroku boli vypočítané priebehy kriviek koncentrácií jemných koreňov modelových stromov pre obidve plochy.

VÝSLEDKY

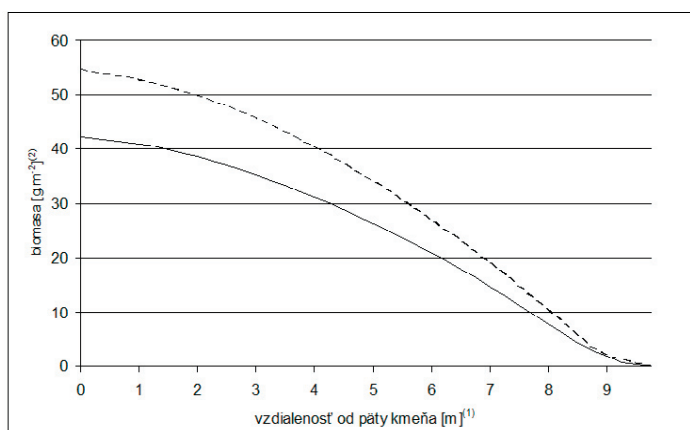
Priemerná hmotnosť nekromasy a biomasy jemných koreňov na riedkej ploche predstavuje spolu $1\,785 \text{ kg.ha}^{-1}$, biomasa tvorí viac ako 90 % ($1\,613 \text{ kg.ha}^{-1}$) z celkovej hmotností. Na hustej ploche predstavovala celková hmotnosť $2\,631 \text{ kg.ha}^{-1}$, z toho biomasa tvorí $2\,205 \text{ kg.ha}^{-1}$ (84 %). Viac ako polovica živých jemných koreňov je sústredených vo vrstve do 20 cm (tab. 2). V nadložnom humuse na riedkej ploche neboli zistené žiadne jemné korene smreka. Rozdiely v biomase, nekromase a celkovej hmotnosti koreňov na 1 ha nie sú na základe výsledkov t-testu štatisticky významné.

Tab. 2: Biomasa v kg na 1 ha porastu a koncentrácie jemných koreňov v mg jemných koreňov na 100 cm³ zeminy na výskumných plochách v jednotlivých skúmaných pôdnych vrstvách. Údaj o koncentrácii za celý profil predstavuje vážený aritmetický priemer koncentrácií po vrstvách, kde váhou bola hrúbka vrstvy, s_x je smerodajná odchýlka

Biomass in kg per 1 ha of the stand area and the fine root concentrations in mg of fine roots per 100 cm³ of the soil in the research plots in particular soil layers. The concentration of the entire profile is calculated as the weighted arithmetic mean of the concentrations according to the layers, where the weight was the layer thickness

	Biomasa jemných koreňov ¹ [kg.ha ⁻¹]				Koncentrácia ² [mg. koreňov na 100 cm ³ zeminy]			
	Riedka plocha ⁴		Hustá plocha ⁵		Riedka plocha		Hustá plocha	
	Priemer ⁶	s_x ⁷	Priemer	s_x	Priemer	s_x	Priemer	s_x
OF + OH	0	0	138,6	158,6	0	0	81,5	50,3
0 - 5 cm	478,9	332,0	949,3	560,0	95,7	66,4	189,8	112,0
5 - 10 cm	370,4	356,3	446,2	487,6	74,0	71,2	89,2	97,5
10 - 20 cm	321,6	302,7	457,9	152,5	32,1	30,2	45,7	15,2
20 - 30 cm	387,5	619,1	176,8	228,9	38,7	61,9	17,6	22,8
30 - 40 cm	54,5	61,8	36	30,2	5,4	6,1	3,6	3,0
Celý profil ³	1 612,9	967,2	2 204,9	964,7	39,3		52,3	

¹fine root biomass, ²fine root concentration, ³entire profile, ⁴low density plot, ⁵high density plot, ⁶mean, ⁷standard deviation



Obr. 2: Biomasa jemných koreňov na 1 m² v závislosti od vzdialenosti od päty kmeňa pre modelový strom s hrúbkou 60 cm. Prerušovaná čiara predstavuje riedku plochu, súvislá čiara je hustá plocha

Distance dependent fine root biomass per 1m² calculated per standard tree with DBH of 60 cm. Dashed line refers to the low density plot, solid line refers to the high density plot.

¹distance from tree trunk, ²fine root biomass

Biomasa jemných koreňov pripadajúca na jeden strom s hrúbkou 60 cm je na riedkej ploche 6,658 g a na hustej ploche 5,152 g. Predpokladaný rovnaký bočný dosah jemných koreňov modelových stromov je 10 metrov pre obidve plochy. Z toho vyplývajú rozdielne koncentrácie jemných koreňov pre modelový strom na oboch plochách (obr. 2). Východisková koncentrácia jemných koreňov je na hustej ploche nižšia a predstavuje cca 77 % z hodnoty na riedkej ploche.

Pôdny profil je na obidvoch plochách dokonale obsadený jemnými koreňmi. Ak sa platí, že bočný dosah je závislý od hrúbky stromov podľa vzťahu [7], potom predstavuje vypočítaná suma plôch koreňových systémov na hustej ploche 50 017 m² a na riedkej ploche 30 848 m² na 1 ha porastovej plochy. Napriek takémuto intenzívnemu prekrytiu koreňových systémov nie je prekorenenie pôdneho priestoru homogénne, čo dokumentujú tiež vysoké hodnoty smerodajných odchýlok biomasy a koncentrácií jemných koreňov.

Na hustej ploche predstavujú stromy s hrúbkou do 20 cm 42 % z počtu ale tvoria iba necelých 22 % biomasy jemných koreňov. Na druhej strane tvoria stromy s hrúbkou väčšou ako 30 cm menej ako 10 % z počtu, ale viac ako 38 % biomasy jemných koreňov.

DISKUSIA

Biomasy jemných koreňov zistené na obidvoch plochách korešpondujú s údajmi o kvantite biomasy jemných koreňov, ktoré pre smrekové porasty v podobných stanovištných podmienkach uvádzajú MURACH 1991, AMMER, WAGNER| 2002, JACKSON et al. 1996, GADOW, MURACH 2002 v rozpätí od 1 500 do viac ako 5 000 kg.ha⁻¹. Rovnako aj vysoká variabilita biomasy prípadne koncentrácií koreňov je prirodzeným a výskumne zdokumentovaným javom. Dôležitým zdrojom vysokej variability je nerovnomerné rozmiestnenie stromov po ploche a ich často výrazne diferencované dimenzie. NIELSEN, MACKENTHUN (1991) zistili, že podľa okolností je podiel variability biomasy jemných koreňov vysvetliteľnej rozstupmi a hrúbkami stromov je 26–84 % . Takýto vysoký podiel a teda v podstate rušivý vplyv obidvoch spomenutých faktorov spôsobuje, že je veľmi ťažké zistiť súvislosť medzi chemickými alebo fyzikálnymi vlastnosťami pôdy a parametrami jemných koreňov. Vytvorenie modelov horizontálnej distribúcie jemných koreňov je motivované možnosťou ich využitia na izolovanie vplyvov heterogenity nadzemnej časti porastu na koreňové systémy.

Biomasa jemných koreňov pripadajúca na jeden modelový strom na hustej a riedkej ploche zodpovedá hodnotám ktoré prezentujú AMMER, WAGNER| (2002) ako aj NIELSEN, MACKENTHUN (1990). AMMER, WAGNER(2002) uvádzajú pre plochu s biomasou 2 404 kg.ha⁻¹ (240,4 g.m⁻²) a 545 stromov na 1 ha modelovú hmotnosť 1 831 g jemných koreňov pre strom s hrúbkou 30 cm (Ribbensov model). V našom prípade bola pri použití polynomickeho modelu vypočítaná biomasa 1 166 g jemných koreňov pre strom s hrúbkou 30 cm.

Rozdielna hustota porastu na skúmaných plochách sa prejavila jednak v rozdielnej empiricky zistenej biomase koreňov, ako aj v rozdieloch v poklese biomasy v smere od kmeňa modelových stromov s hrúbkou 60 cm. Rozdiely v koreňových

systémoch sú však menšie v porovnaní s rozdielmi v nadzemných častiach a to jednak v biomase jemných koreňov pripadajúcej na jeden modelový strom, ako aj v modelových závislostiach biomasy od vzdialenosti od päty kmeňa. Viac ako dvojnásobný počet stromov v prepočte na 1 ha na hustej ploche v porovnaní s riedkou sa odráža vo vyššom prekrytí ich jemných koreňových systémov. Výsledkom prekrytia koreňových systémov spolu s nižšou biomasou jemných koreňov na 1 modelový strom je nižšia skutočná variabilita biomasy jemných koreňov, tj. homogénnejšie prekorenenie pôdy na hustej ploche. Na druhej strane sa pri menej ako polovičnej hustote riedkej plochy dosahuje úplné využitie pôdneho priestoru, hlavne vďaka prítomnosti vyššieho počtu hrubších stromov. Tenké stromy s hrúbkami do 20 cm síce výrazne zvyšujú hustotu nadzemnej časti, ale málo ovplyvňujú celkovú biomasu jemných koreňov.

ZÁVER

Rozdielna hustota smrekového porastu v rastovej fáze tenkej kmeňoviny je výsledok výchovných zásahov, ktorých cieľom je ovplyvnenie objemovej produkcie, stability, kvality a funkčnej účinnosti porastov. Okrem toho, že sa rozdiely v hustote odrazia v tvare kmeňa a koruny, zmenia sa aj kvantitatívne a morfológické vlastnosti koreňových systémov, vrátane jemných koreňov. Prekrytie a vzájomné ovplyvňovanie koreňových systémov je vzhľadom na limitovaný pôdny priestor väčšie ako ovplyvňovanie v korunovom priestore porastu. Zároveň platí, že stromy s rovnakými hrúbkami sa pri predpokladanom rovnako veľkom obsadenom pôdnom priestore líšia v kvantite jemných koreňov a teda aj v intenzite prekorenenia.

Homogénne prekorenenie pôdneho priestoru, fixáciu pôdy a udržiavanie vhodných fyzikálnych vlastností (pórovitosti) pôdy pre zabezpečenie transformácie povrchového odtoku vody na podpovrchový je možné dosiahnuť aj pri takom pestovnom režime v poraste, ktorého výsledkom je nižší počet stromov s väčšou hrúbkou.

POĎAKOVANIE

Práca vznikla vďaka podpore projektu VEGA, číslo 1/0809/09.

LITERATÚRA

- AMMER CH., WAGNER S. 2002. Problems and options in modeling fine root biomass of single mature Norway spruce trees at given points from stand data. *Canadian Journal of Forest Research*, 32: s. 581-590.
- AMMER CH., WAGNER S. 2005. An approach for modeling the mean fine-root biomass of Norway spruce stands. *Trees*, 19: s. 145-153.
- BAUHUS J., BARTSCH N. 1996. Fine root growth in beech (*Fagus sylvatica*) forest gaps. *Canadian Journal of Forest Research*, 26: s. 2153-2159.
- BÖHM W. 1979. *Methods of studying root systems*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York: s. 1-50.
- GALE M. R., GRIGAL D. F. 1987. Vertical root distributions of northern tree species in relation to successional status. *Canadian Journal of Forest Research*, 17: s. 829-834.

- GADOW K. V., MURACH D. 2002. Strukturdynamik in Abhängigkeit von Standortseigenschaften, Baumarten und Mischungsanteilen. Arbeitsbericht des Teilvorhabens FO-2.1: s. 1-13.
- GÖBL F. 1995. Mykorrhiza- und Feinwurzeluntersuchungen in einem Wald- und Weidegebiet. FBVA Berichte, 87: s. 201-213.
- JACKSON R. B., CANADELL J., EHRLINGER J. R., MOONEY H. A., SALA O. E., SCHULZE E. D. 1996. A global analysis of root distributions for terrestrial biomes. *Oecologia*, 108: s.389-411.
- JAKUBIS M., TRNAVSKÝ P. 2000. Výskum prítokov vodárenskej nádrže Klenovec z hľadiska stupňa ustálenosti korýt. *Acta facultatis forestalis*, 42: s. 355-366.
- KÖSTLER J. N., BRÜCKNER E., BIBELRIETHER H. 1968. Die Wurzel der Waldbäume. Paul-Parey-Verlag. Berlin, Hamburg: 282 s.
- MURACH D. 1991. Feinwurzelumsätze auf bodensauerer Fichtenstandorten. *Forstarchiv* 62(1): s. 12-17.
- NIELSEN C. CH. N., MACKENTHUN G. 1990. Die horizontale Feinwurzelintensität in Waldböden in Abhängigkeit von der Bestockungsdichte. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 162 (5-6): s. 112-119.
- RIBBENS E., SILANDER J. A., PACALA S. W. 1994. Seedling recruitment in forests: calibrating models to predict patterns of tree seedling dispersion. *Ecology* 75: s. 1794-1806.

Adresa autorov:

Ing. Stanislav Kucbel, Ph.D.,

Ing. Peter Jaloviar, Ph.D.,

Ing. Jozef Špišák,

Katedra pestovania lesa, lesnícka fakulta, Technická Univerzita,

Masarykova 24, 960 53 Zvolen

Příloha – Seznam sborníků z předcházejících symposií
Appendix – List of proceedings from preceding symposiums



Příloha – Seznam sborníků z předcházejících symposií
Appendix – List of proceedings from preceding symposiums



Příloha – Seznam sborníků z předcházejících symposií

Appendix – List of proceedings from preceding symposiums

KANTOR P. (ed.). 1999. **Pěstování lesů v podmínkách antropicky změněného prostředí**. Sborník referátů z 1. česko-slovenského vědeckého semináře pedagogickovědeckých a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesů. Křtiny 14. – 15. 9. 1999. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta – Ústav zakládání a pěstění lesů a ŠLP Masarykův les Křtiny: 217 s. ISBN 80-7157-392-2

SANIGA M., JALOVÍAR P. (eds.). 2000. **Pestovanie lesa v zmenených ekologických podmienkach**. Zborník referátov z 2. česko-slovenského vedeckého sympózia pedagogickoveckých a vedeckovýskumných pracovísk v odbore Pestovanie lesa. Zvolen 5. – 6. 9. 2000. Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta – Katedra pestovania lesa: 137 s. ISBN 80-228-0974-8

SLODIČÁK M., NOVÁK J. (eds.). 2001. **Současné otázky pěstování horských lesů**. [Actual Problems of Silviculture in Mountain Forests]. Sborník z III. česko-slovenského vědeckého sympoza pedagogickovědeckých a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa. Opočno 13. – 14. 9. 2001. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno: 370 s. ISBN 80-86461-13-0

KARAS J., PODRÁZSKÝ V. V. (eds.). 2002. **Současné trendy v pěstování lesů**. Sborník z výročního mezinárodního semináře pracovišť zabývajících se pěstováním lesů v České a Slovenské republice. Kostelec nad Černými lesy 16. – 17. 9. 2002. Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pěstování lesů Lesnické fakulty: 32 s. + CD ROM. ISBN 80-213-0938-5

PEŇÁZ J., MARTINEK J. (eds.). 2004. **Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století**. [Main Assignments of Silviculture at the Beginning of 21st Century]. Sborník z 5. česko-slovenského vědeckého sympoza pedagogickovědeckých a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa. Křtiny 14. – 16. 9. 2004. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta – Ústav zakládání a pěstění lesů: 411 s. + CD ROM. ISBN 80-7157-778-2

SANIGA M., JALOVÍAR P. (eds.). 2005. **Súčasný otázky pestovania lesa**. [Actual Problems of Silviculture]. Zborník referátov zo VII. česko-slovenského vedeckého sympózia pedagogickoveckých a vedeckovýskumných pracovísk v odbore Pestovanie lesa. Zvolen 6. – 7. 9. 2005. Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta – Katedra pestovania lesa: 229 s. ISBN 80-228-1489-X

JURÁSEK A., NOVÁK J., SLODIČÁK M. (eds.). 2006. **Stabilisation of Forest Functions in Biotopes Disturbed by Anthropogenic Activity**. [Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností]. Výsledky výzkumu prezentované na mezinárodní vědecké konferenci v rámci výzkumného záměru Mze-0002070201. Opočno 5. – 6. 9. 2006. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, Výzkumná stanice Opočno: 560 s. ISBN 80-86461-71-8

SANIGA M., JALOVÍAR P., KUCBEL S. (eds.). 2007. **Management of Forests in Changing Environmental Conditions**. [Obhospodarovanie lesa v meniacich sa podmienkach prostredia]. Zborník pôvodných vedeckých prác. Zvolen 2007. Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta – Katedra pestovania lesa: 408 s. ISBN 978-80-228-1779-0

KUPKA I. (ed.). 2008. **Pěstování lesů na počátku 21. století**. [Silviculture at the Beginning of 21st Century]. Sborník recenzovaných příspěvků z konference. Kostelec nad Černými lesy 9. – 10. 9. 2008. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská – Katedra pěstování lesů: CD ROM. ISBN 978-80-213-1805-2

ŠTEFANČÍK I., KAMENSKÝ M. (eds.). 2009. **Pestovanie lesa ako nástroj cieľavedomého využívania potenciálu lesov**. [Silviculture as a Tool of Purposeful Utilization of Forest Potential]. Zborník recenzovaných príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie. Zvolen 8. – 9. 9. 2009. Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav Zvolen: 346 s. ISBN 978-80-8093-089-9

KNOTT R., PEŇÁZ J., VANĚK P. (eds.). 2010. **Pěstování lesů v nižších vegetačních stupních**. [Silviculture at Lower Forest Vegetation Zones]. Sborník původních vědeckých prací. Křtiny 6. – 8. 9. 2010. Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta – Ústav zakládání a pěstění lesů: 172 s. ISBN 978-80-7375-422-8