

7 ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

REPORTS OF FORESTRY RESEARCH



VĚDECKÝ RECENZOVANÝ ČASOPIS
SCIENTIFIC REVIEWED JOURNAL

SPECIAL
2017

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of Forestry Research

ROČNÍK/VOLUME 56

ISSN 0322-9688

SPECIAL 2011

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

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

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

Redakční rada

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

Ediční rada

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

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

Je excerptován v

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

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

OBSAH - CONTENT

VILÉM PODRÁZSKÝ - IVO KUPKA

Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na základní pedofyzikální charakteristiky lesních půd

Effects of douglas fir (*Pseudotsuga Menziesii* /Mirb./ Franco) on basic soil physical characteristics of forest soils 1

JAN BARTOŠ - DUŠAN KACÁLEK

Douglaska tisolistá - dřevina vhodná k zalesňování bývalých zemědělských půd

Douglas-fir - a tree species suitable for afforestation of formerly-agricultural land 6

VILÉM PODRÁZSKÝ - IVO KUPKA

Vliv borovice vejmutovky a metasekvoje čínské na stav nadložního humusu na stanovišti potočního luhu

Effect of white pine and dawn redwood on the status of surface humus on the fluvial site 14

JIŘÍ REMEŠ, KAREL PULKRAB, ROMAN SLOUP, MIROSLAV SLOUP

Modelové zhodnocení ekonomické efektivity hospodaření při uplatnění variantních pěstebních způsobů

Model evaluation of management economic efficiency in the application of alternative silvicultural systems 20

VILÉM PODRÁZSKÝ - JIŘÍ PROCHÁZKA - JIŘÍ REMEŠ

Produkce a vývoj půdního prostředí porostů na bývalých zemědělských půdách v oblasti Českomoravské vrchoviny

Production and development of soil environment of forest stands on former agricultural lands in the region of Czech-Moravian Highland 27

IVAN KUNEŠ - MARTIN BALÁŠ - ONDŘEJ ŠPULÁK - DUŠAN KACÁLEK - VRATISLAV BALCAR - JAN ŠESTÁK - KATEŘINA MILLEROVÁ

Stav výživy smrku ztepilého jako podklad pro zvážení potřeby přihnojení listnáčů a jedle vnášených do jehličnatých porostů

Nutritional status of Norway spruce as an information source for decision whether to fertilize the broadleaves and silver
fir introduced to coniferous stands 36

VILÉM PODRÁZSKÝ - JIŘÍ VIEWEGH - KAREL MATĚJKA

Vliv douglasky na rostlinná společenstva lesů ve srovnání s jinými dřevinami

Effect of Douglas fir on plant communities in forest ecosystems compared to other tree species 44

IVO KUPKA - KONSTANTIN DIMITROVSKÝ

Výsledky testování vybraných dřevin pro lesnické rekultivace na Sokolovsku

Test results of selected tree species for forestry reclamations in the Sokolov region: Review 52

ONDŘEJ ŠPULÁK - VRATISLAV BALCAR - DUŠAN KACÁLEK

Vliv mletého vápence v jamce na prosperitu výsadby, fluorescenci chlorofylu a obsah živin v listech břízy karpatské a buku lesního

Effect of ground limestone in planting hole on plantation prosperity, chlorophyll fluorescence and foliar nutrients of Carpathian birch
and European beech 57

KAREL PULKRAB - ROMAN SLOUP - MIROSLAV SLOUP - JAN BUKÁČEK

Optimum nákladů na ochranu lesa podle souborů lesních typů

Optimum costs of forest protection according to ecosite classes 65

ROMAN SLOUP - KAREL PULKRAB

Potenciální intenzita hospodaření

Potential intensity of management 75

VLIV DOUGLASKY TISOLISTÉ (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* /MIRB./ FRANCO) NA ZÁKLADNÍ PEDOFYZIKÁLNÍ CHARAKTERISTIKY LESNÍCH PŮD

EFFECTS OF DOUGLAS FIR (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* /MIRB./ FRANCO) ON BASIC SOIL PHYSICAL CHARACTERISTICS OF FOREST SOILS

VILÉM PODRÁZSKÝ - IVO KUPKA

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

ABSTRACT

Paper compares the status of soil physical characteristics in stands of forest tree species on forest soils as well as on afforested agricultural lands. Younger forest stands (age 24 – 55 years) of Norway spruce, giant fir, broadleaved tree species, Scots pine and especially of Douglas fir were studied. The soil sampling was performed using Kopecký's columns from the uppermost layer of the mineral soil under the surface humus horizons. It was analyzed: actual soil moisture, volume (particle) and bulk density, porosity, maximum water and minimum air capacity. Results confirmed favorable effects of the afforestation of agricultural lands on the soil physical characteristics as well as the unfavorable effects of harvesting, at least temporary. Douglas fir showed the slightest favorable effects among studied forest tree species, probably due to intense increment, nutrient uptake and fast litter decomposition, without more intense mixing of the organic and mineral soil compartment.

Klíčová slova: půdní fyzika, lesní dřeviny, lesní půdy, douglaska

Key words: soil physics, tree species, forest soils, Douglas fir

ÚVOD

Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) představuje nejperspektivnější introdukovanou dřevinu v podmínkách nejen České republiky (PODRÁZSKÝ et al. 2009), ale v podstatě v temperátních podmínkách v globálním měřítku. Patří k nejrozšířenějším komerčně využívaným dřevinám nejen v oblasti svého původního rozšíření, ale i v mnoha zemích na jiných kontinentech. V současné době je i z našich podmínek dostatek údajů, které dovolují usuzovat na douglasku jako na velmi perspektivní dřevinu se značným produkčním potenciálem v různých stanovištních podmínkách, která si zasluhuje všestrannou pozornost (KANTOR 2008; KANTOR, MAREŠ 2009; KANTOR et al. 2001, 2010; MARTINÍK 2003; MARTINÍK, KANTOR 2007; PODRÁZSKÝ et al. 2009; REMEŠ et al. 2010). Navíc může představovat více než rovnocennou náhradu za smrk v nižších polohách, díky své větší toleranci k vlhkostním výkyvům a obecně efektivnějšímu využívání půdní vody (EILMANN, RIGLING 2010; URBAN et al. 2010). Je tak v zahraničí často označována za „suchý smrk“ nebo „smrk pro sucho“.

Rovněž vliv na stav půd byl předmětem dostatečného zájmu, tak aby bylo možno vyloučit jednoznačně negativní působení douglasky na tuto složku lesního ekosystému. Bylo přitom prokázáno příznivé složení jejího opadu s rychlou transformací a mineralizací (MENŠÍK et al. 2009; PODRÁZSKÝ et al. 2002, 2009; PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). Jistá rizika, například problémy týkající se koloběhu dusíku, musí ozřejmit

další výzkum (ZELLER et al. 2010). Na druhé straně vodohospodářské či hydrické roli douglasky z hlediska stavu lesních půd zatím nebyla věnována cílená pozornost, a proto je předkládán příspěvek prvním dokladem o vlivu této dřeviny na pedofyzikální vlastnosti, determinující z podstatné části její environmentální účinky.

METODIKA

Výzkumné práce byly soustředěny do dvou sérií porostů v typických stanovištních podmínkách širokých oblastí středočeského regionu. Porosty se nacházejí na území Školního lesního podniku ČZU v Praze, se sídlem v Kostelci nad Černými lesy.

První série byla založena v porostech různých dřevin na trvale lesních půdách (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). Typologicky se jedná o svěží stanoviště třetího, tj. dubo-bukového vegetačního stupně, nadmořská výška lokalit je 350 m n. m., půdní typ je určen jako luvizem, průměrná roční teplota kolem 7,5 °C, průměrné roční srážky byly v minulých desetiletích kolem 650 mm, v roce 2001 přes 850 mm a v r. 2002 více než 900 mm (meteorologická stanice provozovaná naším pracovištěm se nachází několik set metrů od sledované lokality). Charakteristiky porostů jsou uvedeny v tab. 1. Plochy byly založeny v porostech smrku ztepilého, douglasky tisolisté, smíšených listnáčů, jedle obrovské a na holině, rok po těžbě jehličnatého porostu. Odběr vzorků, tedy Kopeckého válečků, byl proveden v r. 2000.

Tab. 1.

Charakteristika studovaných porostů v sérii 1
Description of examined forest stands in the Series 1

Plocha/ Plot	1	2	3	4	5	6
Porost/ Stand	118B5	118B3	118B5	118B2	118B3	121A
Lesní typ–LT/ Ecosite	3S1	3S1	3S1	3S1	3S1	3S1
Nadm. výška/ Altitude	350	350	350	350	350	350
Druh/ Species	DB, HB	DG	SM	SM	JDo	Holina
Věk (roky)/ Age (years)	55	39	55	24	35	0

Captions: DB – oak, HB – hornbeam, DG – Douglas fir, SM – Norway spruce, JDo – Grand fir, Holina – Clearcut; 3S1 – Fresh, nutrient-medium Oak – Beech forest

Tab. 2.

Charakteristika studovaných ploch v sérii 2
Description of examined forest stands in the Series 2

Plocha/ Plot	1	2	3	4	5
Porost/ Stand	706A 4	706A 4	706A 4	706A 4	
Lesní typ–LT/ Ecosite	4Q1	4Q1	4Q1	4Q1	4Q1
Nadm. výška/ Altitude	430	430	430	430	430
Druh/ Species	BO	SM	BR	DG	Pole
Věk (roky)/ Age (years)	39	39	39	39	39

Captions: BO – Scots pine, SM – Norway spruce, BR – white birch, DG – Douglas fir, Pole – Field; 4Q1 – Nutrient-poor Oak – Fir forest

Tab. 3.

Základní pedofyzikální charakteristiky svrchní vrstvy minerální půdy v porostech různých dřevin v sérii 1
Basic hydrophysical properties of the upper layer of the mineral soil in forest stands with various tree species composition in the Series 1

Dřevina/ Species	1 Objemová vlhkost %	2 Objemová hmotnost g/cm ³	3 Měrná hmotnost g/cm ³	4 Pórovitost %	5 Max vodní kapa- cita dle Nováka %	6 Min vzdušná kapacita %
1 Listnáče	31,1 d	0,82 a	2,50 a	67,5 d	45,0 d	22,5 b
2 DG	13,1 ab	1,05 c	2,57 b	59,0 b	38,8 bc	20,2 ab
3 SM1	16,1 c	0,92 ab	2,57 b	64,1 cd	33,7 a	30,4 c
4 SM2	12,3 a	0,97 bc	2,58 b	62,4 bc	42,1 cd	20,3 ab
5 JDo	15,4 bc	0,97 bc	2,58 b	62,3 bc	43,9 d	18,4 ab
6 Holina	29,8 d	1,25 d	2,55 ab	51,0 a	36,4 ab	14,6 a

Note: For forest tree species see Tab.1; 1 – Volume moisture, 2 – Bulk density, 3 – Particle density, 4 – Porosity, 5 – Max. water capacity by Novák, 6 – Min. air capacity

Druhá série se nachází na zalesněných zemědělských půdách nedaleko vesnice Krymlův, polesí Kostelec, v porostech 706A 4a, 4b, 4c. Všechny byly založeny výsadbou v roce 1967. Nadmořská výška lokality je kolem 430 m n. m., průměrné srážky kolem 600 mm ročně a teplota kolem 7,5 °C. Jako stanoviště odpovídající lesní typ byl rekonstruován LT 4Q1, půdní typ jako pseudoglej. Šetření probíhala v porostech čtyř dřevin (smrk ztepilý, douglaska tisolistá, bříza bělokorá, borovice lesní) a na sousedním poli, odběr Kopeckého válečků se uskutečnil na podzim r. 2008. Charakteristiky uvádí tab. 2.

Kromě základních pedochemických vlastností a zásoby holorganických horizontů (GREEN et al. 1993), jejichž výsledky již byly publikovány (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008; PODRÁZSKÝ et al. 2009) byly stanoveny základní pedofyzikální vlastnosti pomocí Kopeckého válečků. Ty byly z nejsvrchnější vrstvy minerálních půdních horizontů (v podstatě z horizontu Ah) odebrány na pěti místech v každém porostu a analyzovány v laboratoři Tomáš se sídlem ve VÚLHM VS Opočno. Výsledky byly zpracovány pomocí jednofaktorové analýzy variance a následně post-hoc Tukeyovým testem na významnost rozdílů středních hodnot na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ v programu STATISTICA 9.1.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky šetření v sérii 1 uvádí tab. 3. Předně byla doložena vyšší momentální vlhkost půdy na holině a v porostu listnáčů, statisticky průkazně nižší v porostu smrku a dále v porostu douglasky. Nejnižší obsah vody byl ve druhém porostu smrku, v sousedství jedle obrovské. Douglaska se tak jeví jako dřevina s výraznou desukční funkcí a schopností využívat půdní vodu, což indikují i další výzkumy (URBAN et al. 2010). To může přispívat k vysušení stanoviště a zvýšení vodního deficitu lokality, na druhé straně vysoký potenciál douglasky (DG) v příjmu vody znamená stabilizaci lesních porostů i v klimaticky méně příznivých podmínkách (EILMANN, RIGLING 2010). Ve srovnání se sousedním porostem smrku (SM1) a listnáči byla objemová hmotnost v porostu douglasky (DG) vyšší a pórovitost nižší. Nejméně příznivé podmínky byly doloženy na holině. Douglaska byla při těchto trendech statisticky významně potvrzena jako nejméně příznivá po holině. Jedle obrovská a smrk představovaly homogenní skupinu. Měrná hmotnost se odlišovala pouze v případě listnatého porostu, další výrazné trendy doloženy nebyly. Podobné trendy byly zjištěny i v případě maximální vodní a minimální vzdušné kapacity půdního svršku. Lze tak konsta-

tovat, že na holině dochází k průkaznému zhoršení pedofyzikálních charakteristik s dosud neznámými časovými parametry; nepříznivější stav, i když s absolutně poměrně malými a jakkoli průkaznými rozdíly, byl dokumentován v porostu listnatých dřevin. Douglasska se ze srovnávaných konifer jevila jako nejméně příznivě ovlivňující stav pedofyzikálních vlastností lesních půd.

Také ve druhé sérii byla v porostu douglasky doložena nízká vlhkost půdy. Objemová vlhkost zde byla nejnížší ze všech sledovaných porostů dřevin, a to významně; nejvyšší byla tato charakteristika naopak na poli. Naproti tomu objemová hmotnost se nelišila od ostatních sledovaných dřevin, ty se jako komplex odlišovaly od nelesní půdy. Měrná hmotnost byla na všech plochách velmi vyrovnaná. Nejnížší, sice neprůkazně, ale patrně, byla mezi lesními dřevinami pórovitost v porostu douglasky, průkazný rozdíl pak byl doložen mezi lesní a zemědělskou půdou (tab. 4).

Při srovnání lesních a nelesních půd vychází příznivější pedofyzikální charakteristiky ve prospěch půd lesních, s výjimkou objemové vlhkosti na holině, ale zde je předpoklad revitalizace během odrůstání následného porostu. Ze sledovaných dřevin vykazovala douglaska poměrně nejslabší vliv na stav hydrofyzikálních vlastností lesních půd. Do jaké míry to souvisí s jejím intenzivním růstem, rychlým rozkladem opadu s poměrně pomalejším míšením organické a minerální půdní složky, popřípadě intenzivním odběrem živin (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008; PODRÁZSKÝ et al. 2002), to je otázka pro další výzkum. V každém ohledu mají lesní porosty zásadní význam pro hydrický režim krajiny (KANTOR, ŠACH 2002).

ZÁVĚR

Výsledky sledování doložily určité změny ve stavu hydrofyzikálních charakteristik lesních půd v závislosti na dřevinné skladbě, těžbě porostu nebo na zalesnění zemědělské půdy. Zalesnění zemědělských půd vede podle předběžných výsledků, zřejmě v důsledku aktivity kořenových systémů, edafonu a míšení organické a minerální půdní hmoty, k významnému snížení objemové hmotnosti půdy, měrné hmotnosti půdy a naopak k výraznému zvýšení pórovitosti a provzdušnění. Těžební aktivity působí výrazným opačným trendem. Ze sledovaných lesních dřevin vykazovala douglaska tisolistá poměrně nejméně výrazné vlivy, což je dáno jejím intenzivním růstem spojeným s nároky na

vodu a živiny a rychlostí rozkladu jejího opadu. Lesnická opatření na druhé straně zřejmě neohrožují výrazným způsobem retenční vlastnosti lesních půd, naopak zalesnění vede k lepším retenčním a vodohospodářským poměrům v krajině. Pěstování douglasky ve vhodně zvolené příměsi pak vodní režim lesních půd významně neovlivní.

Poděkování:

Príspevek vznikl v rámci řešení projektu NAZV QI112A172 „Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR“.

LITERATURA

- EILMAN B., RIGLING A. 2010. Douglas fir – a substitute species for Scots pine in dry inner-Alpine valleys? In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Abstracts. October 18 – 20, 2010. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg: 11. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, 85.
- GREEN R.N., TROWBRIDGE R.L., KLINKA K. 1993. Towards a taxonomic classification of humus forms. Forest Science Monograph, 29: 49 s.
- KANTOR P., KNOTT R., MARTINÍK A. 2001. Production potential and ecological stability of mixed forest stands in uplands - III. A single tree mixed stand with Douglas fir on a eutrophic site of the Křtiny Training Forest Enterprise. Journal of Forest Science, 47: 45-59.
- KANTOR P., ŠACH F. 2002. Možnosti lesů při tlumení povodní. Lesnická práce, 81: 494-495.
- KANTOR P. 2008. Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. Journal of Forest Science, 54: 321-332.
- 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: 312-322.
- KANTOR P., BUŠINA F., KNOTT R. 2010. Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) a její přirozená obnova na

Tab. 4.

Základní pedofyzikální charakteristiky svrchní vrstvy minerální půdy v porostech různých dřevin v sérii 2

Basic hydrophysical properties of the upper layer of the mineral soil in forest stands with various tree species composition in the Series 2

Dřevina/ Species	1 Objemová vlhkost %	2 Objemová hmotnost g/cm ³	3 Měrná hmotnost g/cm ³	4 Pórovitost %	5 Max vodní kapacita dle Nováka %	6 Min. vzdušná kapacita %
1 BO Scots pine	11,0 a	1,14 a	2,54 a	55,2 a	25,8 a	29,4 a
2 SM Norway spruce	9,3 a	1,10 a	2,54 a	56,6 a	33,2 a	23,5 a
3 BR Birch	9,7 a	1,15 a	2,54 a	54,7 a	30,0 a	24,7 a
4 DG D. fir	6,1 b	1,12 a	2,57 a	52,2 a	32,8 a	19,4 a
5 Pole Field	16,4 c	1,15 b	2,60 b	43,9 b	35,7 a	8,2 a

Note: 1 – Volume moisture, 2 – Bulk density, 3 – Particle density, 4 – Porosity, 5 – Max. water capacity by Novák, 6 – Min. air capacity

- Školním polesí Hůrky Středních lesnických škol Písek. Zprávy lesnického výzkumu, 55: 251-263.
- MARTINÍK A. 2003. Possibilities of growing Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) in the conception of sustainable forest management. Ekológia (Bratislava), 22 (Suppl. 3): 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), 26: 223-239.
- MENŠÍK L., KULHAVÝ J., KANTOR P., REMEŠ J. 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 Sciences, 55: 345-356.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., LIAO CH.Y. 2002. Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) na stav humusových forem lesních půd – srovnání se smrkem ztepilým. Zprávy lesnického výzkumu, 46: 86-89.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 27-33.
- 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: 299-305.
- 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. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 21. října 2010. Praha, ČZU v Praze: 68-69.
- URBAN J., ČERMÁK J., KANTOR P. 2010. Srovnání tloušťkového přírůstu a transpirace douglasky tisolisté a smrku ztepilého. In: Aktuality v pěstování introdukovaných dřevin. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 21. října 2010. Praha, ČZU v Praze: 77-81.
- ZELLER B., ANDRIANARISOA S., JUSSY J.H. 2010. Impact of Douglas-fir on the N cycle: Douglas fir promote nitrification? In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Abstracts. October 18 – 20, 2010. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg: 11. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, 85.

EFFECTS OF DOUGLAS FIR (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* /MIRB./ FRANCO) ON BASIC SOIL PHYSICAL CHARACTERISTICS OF FOREST SOILS**SUMMARY**

Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) represents one of the most promising exotic tree species in the temperate zone. It was introduced in many countries of the other continents from its native range and represents one of the most important commercial timbers. This species has also a considerable production potential in the Czech Republic, however, it is not used enough. Besides production characteristics, its environmental effects should be also an important topic of forestry research. Therefore, the aim of this study is the documentation of its effects on the soil physical characteristics. They were studied in two series of stands: (i) on long-time forested soil, (ii) on the agricultural soil afforested in the year 1967 (Tab. 1, 2). Its effects were compared in two series: (i) with Norway spruce, native hardwoods, Grand fir and clear-cut, (ii) with birch, Norway spruce, Scots pine and field. The soil sampling was performed using Kopecký's columns from the uppermost layer of the mineral soil under the surface humus horizons in 5 replications. Actual soil moisture, particle and bulk density, porosity, maximum water and minimum air capacity were analyzed. Results confirmed favorable effects of the afforestation of agricultural lands on the soil physical characteristics, and unfavorable effects of harvesting, at least temporary. Douglas fir showed the slightest favorable effects among studied forest tree species, probably due to intense increment, nutrient uptake and fast litter decomposition, without more intense mixing of the organic and mineral soil compartment. In the Douglas fir stands, the lowest soil moisture, highest bulk density and porosity among all studied species were especially documented. Douglas fir cultivation in proper mixtures should help avoid undesirable soil effects of this species on the forest soils.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika
tel.: 224 383 403; e-mail: podrazsky@fld.czu.cz

DOUGLASKA TISOLISTÁ - DŘEVINA VHODNÁ K ZALESŇOVÁNÍ BÝVALÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD

DOUGLAS-FIR - A TREE SPECIES SUITABLE FOR AFFORESTATION OF FORMERLY-AGRICULTURAL LAND

JAN BARTOŠ^{1,2} - DUŠAN KACÁLEK¹¹ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno² Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

ABSTRACT

Tree species used to afforest formerly-agricultural land influence total production of the forest. Among well-performing species, Douglas-fir is the one that is considered to have positive effects on soil fertility and forest crop stability on many ecosites. Three-year-old plantation of Douglas-fir is able to achieve a mean height of 1.5 m. Therefore, new crops can meet requirements of established plantations even at this age. We examined performance of Douglas-fir under conditions of beech (north aspect) and beech-with-fir (south aspect) ecosites on former meadows. In the 10th year after planting, Douglas-fir began to keep up with the initially best-growing European larch on the north-facing site. There is, however, some risk related to growing Douglas-fir; this species can be prone to infection by needle-cast fungi. The drier conditions seem to influence negatively the performance of the species on the south-facing site. In the 6th year after planting, Douglas-fir remains lower along with Norway spruce compared to European larch.

Klíčová slova: douglaska tisolistá, zalesňování, smíšený porost

Key words: Douglas-fir, afforestation, mixed-species crop

ÚVOD

Zemědělské půdy mohou z lesnického pohledu představovat relativně velmi kvalitní stanoviště. Tento potenciál je třeba využít vhodnou volbou dřevinné skladby. Dalším podnětem pro efektivní využití zalesňovaného pozemku jsou výrazně nižší dotace do lesního hospodářství oproti zemědělskému sektoru. Chceme-li tedy zvýšit efektivnost využití půdy v lesním hospodářství, musíme při založení nového lesa využít a zachovat potenciál úrodnosti stanoviště a využít produkční potenciál dřevin. Jednou z možností, jak dosáhnout tohoto cíle je využití douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco) jako produkčně velmi zdatné dřeviny. Douglaska je navíc v některých cílových hospodářských souborech (Příloha č. 4, vyhláška č. 83/1996 Sb.) uvedena jako meliorační a zpevňující dřevina. Pokud jde o meliorační funkci douglasky, je u ní uváděn nižší potenciál acidifikace půdního prostředí než u smrku ztepilého (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008), nicméně vyšší než u listnáčů (AUGUSTO et al. 2003). Máme tedy za to, že douglaska může být považována za dřevinu, která nezhoršuje nadměrně půdní prostředí. Navíc se domníváme, že je vzhledem ke své růstové dynamice (OLIVER, LARSON 1996) vhodnou dřevinou pro zakládání smíšených porostů. Cílem našeho příspěvku je ověření vývoje zdravotního stavu a růstu douglasky tisolisté v prvních deseti (lokalita Bystré) a šesti (lokalita Uhřínov) letech po zalesnění bývalé louky.

MATERIÁL A METODIKA

Růst douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco) byl sledován na třech trvalých výzkumných plochách (tab. 1) a byl porovnáván se smrkem ztepilým (*Picea abies* /L./ Karsten), jako naší hlavní hospodářskou dřevinou, a modřínem opadavým (*Larix decidua* Mill.).

Na jaře 2001 byla založena na stanovišti typologicky zařazeném jako kyselá bučina na svahu se severní expozicí trvalá výzkumná plocha (TVP) Bystré I (BARTOŠ, KACÁLEK 2011). Na této TVP byla vysazena douglaska a smrk na nesmíšené plošce o velikosti cca 1,5 aru vždy ve dvou opakováních a modřín jako jednotlivá příměs do pestře smíšeného porostu.

TVP Bystré II byla založena na jaře 2002 v těsné blízkosti TVP Bystré I. Zde je douglaska vysazena na plošce o velikosti cca 2 aru v řadovém smíšení s bukem a s lípou. Obě plochy mají střední nadmořskou výšku 520 m; stanoviště bylo typologicky zařazeno jako kyselá bučina.

TVP Uhřínov se nachází také v Přírodní lesní oblasti (PLO) 26 – Předhoří Orlických hor v katastrálním území Malý Uhřínov na pozemku o výměře 1,5 ha, do té doby zemědělsky využívaném jako louka. Experimentální plocha se nachází na jihozápadním svahu se střední nadmořskou výškou 530 m. Typologicky bylo stanoviště zařazeno jako svěží jedlová bučina. Na této TVP, která je rozčleněna na čtvercové par-

Tab. 1.

Charakteristiky výzkumných ploch
Description of research plots

Výzkumná plocha ¹	Rok výsadby ²	SLT ³	Expozice ⁴	GPS
Bystré I	2001	4K	S (N)	50°19'40.938"N 16°14'58.102"E
Bystré II	2002	4K	S (N)	50°19'40.405"N 16°14'55.028"E
Uhřínov	2005	5S	J (S)	50°13'35.017"N 16°19'56.514"E

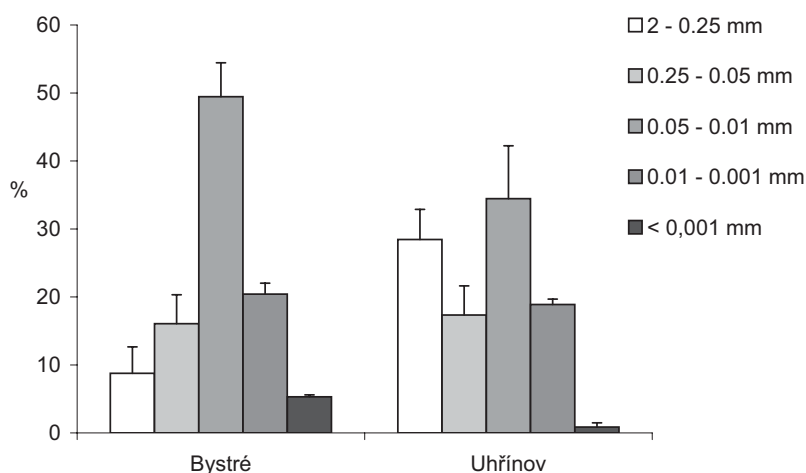
Captions: ¹research plot; ²year of planting; ³ecosite; (4 – beech climatic domain, 5 – beech with fir climatic domain, K – acidic soil, S – nutrient-medium soil); ⁴aspect

Tab. 2.

Vlhkost svrchní vrstvy (0 – 20 cm) půdy na TVP Uhřínov
Moisture of 0-20 cm topsoil, Uhřínov research plot

	Buřň ¹	Vyžnuto ²
13. 7. 2010		
Vlhkost/Moisture (%)	6,0	3,5
N	171	182
Sx	2,48	2,25
21. 7. 2010		
Vlhkost/Moisture (%)	18,7	14,9
N	200	198
Sx	10,36	4,90

Captions: ¹weeds left on site; ²weeds manually cut; N – number of moisture measurements; Sx – standard deviation

**Obr. 1.**

Textura půdy (zrnatostní složení) 0 – 10 cm půdy na TVP Bystré a Uhřínov. Chybové úsečky znázorňují velikost směrodatné odchylky. Vysvětlivky k frakcím (viz SINGER, MUNNS 1996): 2 – 0,25 mm (velmi hrubý až střední písek); 0,25 – 0,05 mm (jemný až velmi jemný písek); 0,05 – 0,01 mm (hrubý až střední prach); 0,01 – 0,001 mm (jemný prach až jíl); < 0,001 mm (jíl)

Fig. 1.

Soil texture (particle-size percentage) in 0-10 cm topsoil, Bystré and Uhřínov research plots. Error bars denote standard deviation. Captions (see SINGER, MUNNS 1996): 2 – 0,25 mm (very coarse to medium sand); 0,25 – 0,05 mm (fine to very fine sand); 0,05 – 0,01 mm (coarse to medium silt); 0,01 – 0,001 mm (fine silt to clay); < 0,001 mm (clay)

cely o velikosti cca 4 ary, byla vysazena douglaska a smrk na nesmíšené parcely. Douglaska zde byla dále vysazena v řadovém smíšení s bukem lesním a s javorem klenem. Modřín je na této TVP řadově přimíšen k dalším dřevinám, které rychle předrostl a jež tak neovlivňují jeho růst. Na všech TVP bylo použito obdobné prostorové uspořádání dřevin s rozestupy řad cca 1,6 m.

Od výsadby je u sledovaných dřevin každoročně zjišťován zdravotní stav a měřen výškový přírůst. Výčetní tloušťka je měřena každoročně od stadia, kdy většina dřevin v dané variantě dosáhla tohoto parametru. Vzhledem k tomu, že se u experimentálních výsadeb objevily problémy s usycháním stromků, bylo v červenci 2010 provedeno ambulantní měření vlhkosti půdy přístrojem HH2 Moisture Meter (User Manual 2005). Měření bylo provedeno ve dvou termínech, 13. a 21. 7. Probíhalo za teplého slunečního počasí na ploškách, kde bylo možné

přímo pozorovat nejčastější symptomy usychání pokusných výsad. Získané výsledky byly porovnávány s daty vlhkosti půdy (hloubka 20 cm) z automatické meteorologické stanice Noel instalované (od roku 2006) na TVP Uhřínov. V říjnu 2010 byly odebrány vzorky svrchních 10 cm minerální půdy za účelem zjištění podílu zrnatostních frakcí (LANÍK, HALADA 1956; SINGER, MUNNS 1996; ZBÍRAL et al. 1997) na obou stanovištích. Zrnatostní analýzu provedla laboratoř Tomáš se sídlem ve VÚLHM, v. v. i., VS Opočno.

Dosažená výška dřevin byla srovnávána pomocí aritmetického průměru výšky všech jedinců měřených v jednotlivých letech. Také podíl zrnatostních frakcí v minerální půdě byl hodnocen pomocí aritmetických průměrů; variabilita hodnot byla vyjádřena pomocí směrodatné odchylky.

VÝSLEDKY

Zdravotní stav douglasky na TVP Bystré I a Bystré II dosahoval již od založení výsadby velmi dobrých výsledků. Průměrné ztráty na sadebním materiálu za prvních sedm let po výsadbě činily pouze 1 %. Takto nízké ztráty lze přičíst zejména vhodné expozici (severní) TVP, příznivému průběhu počasí v době zakládání ploch (dostatek srážek v období výsadby na jaře 2001 a 2002) a pečlivé ochraně proti buření a zvěři (kvalitní oplocení).

Výrazně vyšší ztráty douglasky byly doloženy na TVP Uhřínov, kde v období šest let od výsadby již uhynulo 18 % z 500 vysázených jedinců. V naprosté většině případů byly příčinou uhynutí (uschnutí jedinců) abiotické faktory.

Z výsledků měření vlhkosti půdy (na ploškách s nejvíce poškozenými sazenicemi buku) v prostoru kořenů sadebního materiálu za teplého slunečního počasí kolem desáté hodiny vyplývá, že svrchní vrstva půdy do hloubky cca 5 cm na vyžnutých ploškách vykazuje v průměru extrémně nízkou vlhkost půdy 3,5 % (tab. 2). Na nevyžnutých ploškách činila průměrná vlhkost půdy 6 %. V druhém termínu měření (21. 7.) byly zjištěny absolutně vyšší hodnoty vlhkosti v důsledku srážky ze dne 17. 7. (46 mm za 24 hodin). Podstatné je, že i v tomto případě však byla zjištěna nižší vlhkost půdy na vyžnuté variantě. Vlhkost půdy sledovaná meteorologickou stanicí Noel v hloubce 20 cm pod povrchem půdy klesla 13. 7. na hodnotu 11,1 % a 21. 7. na hodnotu 16,4 %. Potvrdil se tedy předpoklad stoupající vlhkosti půdy s hloubkou. Minimální hodnota vlhkosti byla v automatické stanici zaznamenána 17. 7. (9,8 %). V tento den byla zaznamenána maximální teplota vzduchu ve výšce 2 m, a to 32,1 °C, ve výšce 30 cm nad povrchem půdy dokonce 38,2 °C. Před takto vysokými teplotami dokáže částečně ochránit vysázené stromky přítomná buřeň, což dokazuje zjištěná vyšší vlhkost půdy v kořenové vrstvě. Na takto extrémních stanovištích lze proto doporučit ponechání buřene v době teplých letních dnů.

Na stanovišti Uhřínov je geologickým podložím granodiorit a v půdě se nachází velmi málo jemných jílových částic schopných vázat půdní vlhkost. Půda tak obsahuje zřetelně malý podíl částic menších než 0,001 mm (obr. 1). Půda zde také obsahuje významně větší podíl částic o velikosti 2 – 0,25 mm oproti lokalitě Bystré (příznivé stanovištní podmínky). Za hlavní příčinu relativně vysokých ztrát na TVP Uhřínov lze tak považovat jihozápadní expozice TVP v kombinaci s méně příznivými fyzikálními vlastnostmi půdy.

Další problémy se zdravotním stavem douglasky tisolisté (již ve stadiu tyčkovin) se objevily v květnu 2011 na TVP Bystré I a II. U třiceti jedinců bylo pozorováno zasychání, rezavění a následný opad jehlic (obr. 2). Obdobné méně výrazné symptomy poškození se vyskytly již v předchozím roce 2010. Z odebraných vzorků poškozených jedinců určila Lesní ochranná služba VÚLHM, v. v. i. ve Strnadlech příčiny poškození jako kombinaci nadměrného vytranspirování jedinců během uplynulé zimní sezóny a výskyt skotské sypavky douglasky (*Rhabdocline pseudotsugae* Sydow). Následkem poškození došlo v roce 2011 k uschnutí horní poloviny koruny, nebo celé koruny u cca 2 % jedinců na obou TVP Bystré.

Výškový přírůst douglasky tisolisté na TVP Bystré I se odvíjel od velmi dobrého zdravotního stavu v prvních letech po výsadbě. Průměrná výška douglasky při výsadbě činila 58 cm (obr. 3). Douglaska již od druhého roku po výsadbě překonala šok z přesazení a začala velmi intenzivně přirůstat. Třetím rokem po výsadbě dosahovala průměrné výšky 145 cm, což bylo o 70 % více než smrk. Rychleji přirůstal pouze při výsadbě obdobně velký modřín, kdy největší rozdíl v průměrných výškách byl zaznamenán ve třetím a čtvrtém roce po výsadbě (38 % ve prospěch modřínu). Po deseti letech se průměrné výšky vyrovnaly a douglaska má jasnou tendenci k předstihnutí modřínu. Pozvolnější výškový růst byl dle očekávání pozorován u smrku, který dosahoval při výsadbě průměrné výšky 38 cm. Desátým rokem po výsadbě dosa-

huje douglaska o 36 % větší průměrnou výšku než smrk a stejnou výšku jako modřín.

Také na TVP Bystré II, založené v roce 2002, vykazovala douglaska velmi dobrý výškový přírůst (obr. 4). Z relativně velké průměrné výšky při výsadbě (69 cm) obnovila rychle výškový přírůst a třetím rokem dosahovala průměrné výšky 192 cm. Douglaska tak na této TVP dosáhla již po třech letech stadia, kdy odrostla negativnímu působení buřene a teoreticky i škodám zvěři (TVP Bystré II je oplocena). Tato dřevina se zde tak dokonce takřka vyrovnala rychlostí růstu v prvních šesti letech modřínu.

Dynamika vývoje průměrné výšky byla ovlivněna i tím, že v průběhu sedmého a osmého roku po výsadbě byl v modřínu proveden první výchovný zásah, což lze dobře rozpoznat na poklesu nárůstu průměrné výšky na obr. 4. Odstraňování byli jedinci s neprůběžným kmenem, relativně velkými větvemi a větší jedinci potlačující příměšené dřeviny, čímž byla ovlivněna průměrná výška porostu. Výchovný zásah v douglasce byl započat o rok později, tedy v osmém roce po výsadbě, ale hlavní objem vytěžených stromů připadá na devátý a desátý rok. I zde lze v tomto období pozorovat určité zpomalení nárůstu průměrné výšky (obr. 4). Smrk přirůstal dle očekávání pomaleji a parametrů pro zajištění dosáhl ve čtvrtém až pátém roce. Největší relativní rozdíl v průměrné výšce smrku oproti douglasce lze pozoro-

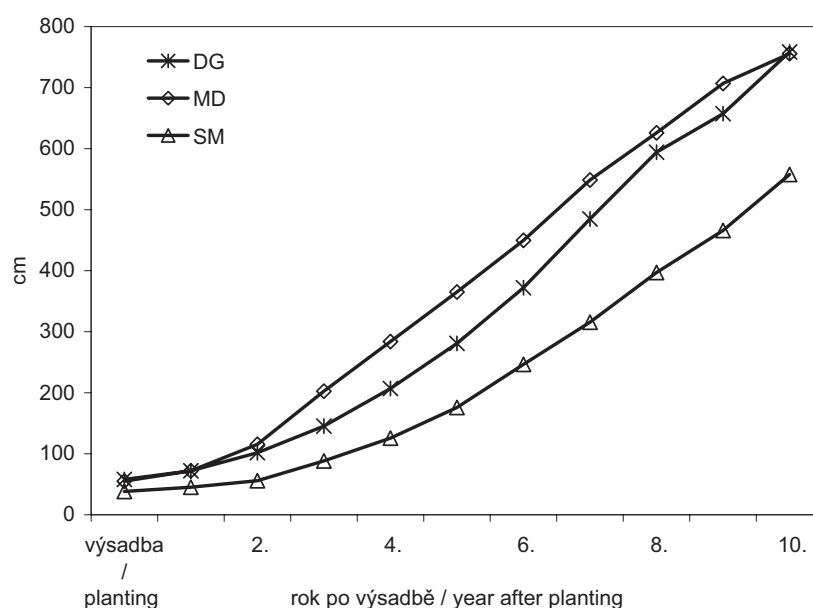


Obr. 2.

Ukázka poškození douglasky tisolisté fyziologickým vysycháním a sypavkou z roku 2011 na TVP Bystré II (foto J. Bartoš)

Fig. 2.

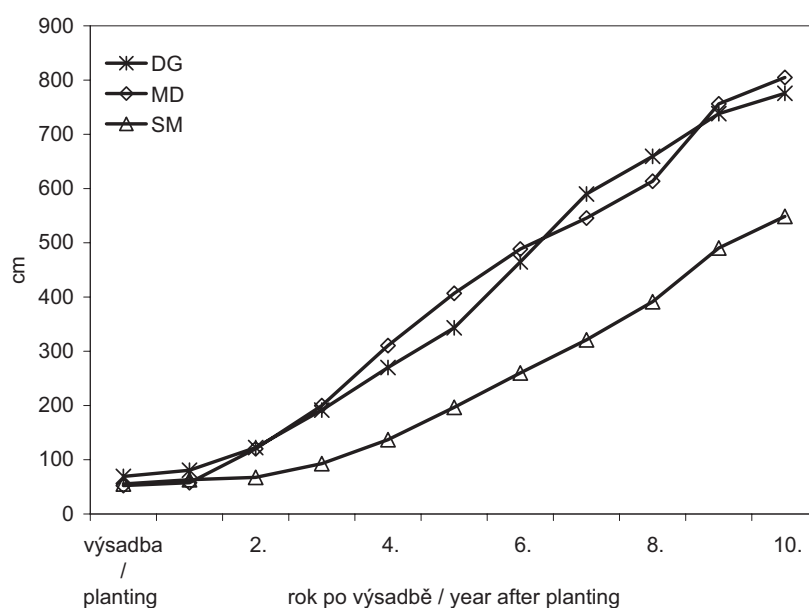
Dried-out needles of Douglas-fir infested by needle-cast fungus in 2011, Bystré II research plot (photo J. Bartoš)

**Obr. 3.**

Vývoj výškového růstu douglasky (DG), modřínu (MD) a smrku (SM) během prvních 10 let po výsadbě, TVP Bystré I

Fig. 3.

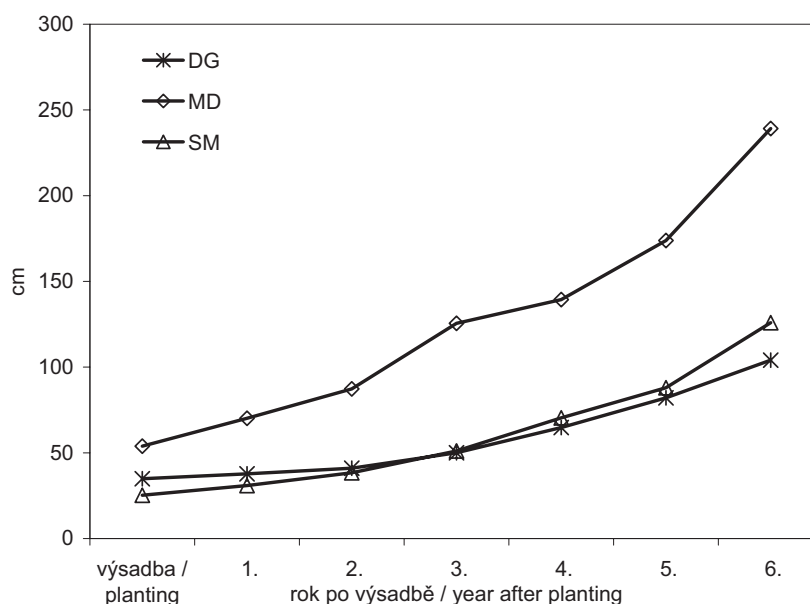
Growth performance of Douglas-fir (DG), European larch (MD) and Norway spruce (SM) over the first 10 years after planting, Bystré I research plot

**Obr. 4.**

Vývoj výškového růstu douglasky (DG), modřínu (MD) a smrku (SM) během prvních 10 let po výsadbě, TVP Bystré II

Fig. 4.

Growth performance of Douglas-fir (DG), European larch (MD) and Norway spruce (SM) over the first 10 years after planting, Bystré II research plot

**Obr. 5.**

Porovnání výškového růstu douglasky (DG), modřínu (MD) a smrku (SM) během prvních 6 let po výsadbě, TVP Uhřínov

Fig. 5.

Growth performance of Douglas-fir (DG), European larch (MD) and Norway spruce (SM) over the first 6 years after planting, Uhřínov research plot

vat ve třetím roce, kdy rozdíl výšek přesahoval 100 %, po 10 letech je douglaska vyšší o 40 %.

Dynamika výškového přírůstu douglasky na TVP Uhřínov se výrazně lišila od obou TVP Bystré. Sadební materiál douglasky první tři roky po výsadbě vykazoval pouze minimální přírůst (obr. 5). Nečekaně byla tato stagnace růstu (šok z přesazení) větší než u smrku, který dosahuje od třetího roku po výsadbě dokonce větší průměrné výšky než douglaska. Douglaska vykazuje menší průměrnou výšku i šestý rok po výsadbě (104 cm), kdy je o 17 % menší než smrk (126 cm). Oproti douglasce se na této lokalitě dobře dařilo modřínu, který třetí rok po výsadbě (2007) dosahuje o 151 % (126 cm) a v šestém roce o 130 % větší průměrné výšky oproti douglasce. Tyto výsledky výškového růstu douglasky jsou zcela odlišné od výše popisovaných TVP Bystré I a II.

DISKUSE

Textura neboli zrnitost udává zastoupení (%) jednotlivých půdních frakcí, na základě kterého jsou stanovovány jednotlivé půdní druhy. Využívána je především jako jedna z charakteristik úrodnosti půd a dále jako kritérium třídění pro hodnocení ekologických vlastností (NĚMEČEK et al. 2001; HAUPTMAN et al. 2009). Na základě provedených rozborů lze půdu z TVP Bystré zařadit podle Novákovy stupnice jako písčitohlinitou (půdy střední), zatímco TVP Uhřínov již spadá do rozmezí kategorií písčitohlinitá a hlinitopísčítá s procentem částic menších než 0,01 mm (jemný prach a jíl) pod 20 % (Příloha č. 8 k vyhlášce č. 275/1998 Sb.). Půdy obou lokalit se od sebe liší zejména podíly krajních frakcí (hrubší písek a jíl, viz obr. 1). Právě tyto rozdíly hrají významnou roli v utváření vlastností stanoviště. Při popisu textury jsme vycházeli z rozmezí velikostí půdních částic. Vzhledem k odlišným rozmezím velikostních frakcí uváděných v domácí literatuře (LANÍK, HALADA 1956; ZBÍRAL et al. 1997) jsme byli nuceni sdružit některé frakce, které uvádí SINGER a MUNNS (1996). Navíc v USA je jíl

definován jako částice menší než 0,002 mm a v České republice jako menší než 0,001 mm. Vzhledem k prokázané silné lineární závislosti uvádí NĚMEČEK et al. (2001) postup k převodu mezi těmito hodnotami. Podíl zrnitostních frakcí má dopad na proudění vody v půdě. SINGER a MUNNS (1996) a PERRY et al. (2008) uvádějí, že půdy hrubě zrnité (písčité) vykazují vyšší hydraulickou vodivost v podmínkách blízkých nasycení půdy vodou. Nicméně jak půda vysychá, v prostředí nenasyčeném vodou je hydraulická vodivost u půd s jemnější texturou (vyšší obsah jílu) vyšší. Půda na ploše Uhřínov vykazuje vyšší podíl hrubého a středního písku a nižší podíl jílu. Můžeme tedy očekávat, že tyto její vlastnosti spolu s jižní expozicí povedou k výraznějšímu stresu suchem.

Na vysychavém stanovišti TVP Uhřínov se vyskytuje spíše řidší a ne příliš vysoký travní kryt. POLENO, VACEK (2009) považují vyžínání kultur douglasky za efektivnější než kultur smrku, protože douglaska je náročnější na světlo a je sázena na suchší stanoviště než smrk. Kryt přízemní vegetace může však působit na vysazené stromky příznivě, kdy může bránit jejich přehřátí a výrazně tak omezit výsušné větry. Z našich měření na vysychavém stanovišti TVP Uhřínov jsme opakovaně zjistili větší vlhkost v povrchové vrstvě půdy (v kořenové vrstvě 5 cm pod povrchem) ve variantě s ponechaným krytem vegetace oproti vyžnutým částem. Nicméně tento efekt vegetace na půdní vlhkost může být i opačný, jak dokládá KOLB et al. (1990). Tito autoři měřili půdní vlhkost v 10 cm na stanovišti s jihovýchodní expozicí. Doložili, že půda v podmínkách krytu travní vegetace nebo kapradin vykazovala menší vlhkost než v podmínkách bez vegetace. Je pravděpodobné, že námi zjištěné rozdíly vlhkosti půdy ve svrchních 5 cm mají vztah spíše k fyzikálnímu výparu než k přítomnosti vegetace. SINGER a MUNNS (1996) totiž uvádějí, že vodu v půdě lze šetřit odstraněním rostlin, což je v souladu se zjištěními, která přinesl již dříve KOLB et al. (1990). Zkušenosti s douglaskou z oblasti Středomoří, kde lesní hospodáři čelí mnohem více problémům s nedostatkem vody, ukazují i další možnost podpory přežívání, kterou je mechanická příprava půdy při výsadbě

(FONSECA et al. 2011). Tito autoři konstatovali nejvyšší mortalitu před i po období sucha u výsadeb s nejmenší intenzitou narušení půdy a nejnižší mortalitu na středně silně narušené půdě.

Pro dosažení srovnatelného ekonomického efektu z lesnického využití půdy s bohatě dotovaným zemědělským hospodařením je třeba využít vysoce produkční dřeviny. Douglasska tisolistá svůj vysoký produkční potenciál ukazuje zejména na TVP Bystré I a II. Tři dřeviny hodnocené na ploše Uhřínov zaostávají v šestém roce růstu za stejnými dřevinami z obou ploch u Bystrého. Zaostávání v růstu pravděpodobně souvisí se stresy suchem (SINGER, MUNNS 1996). Douglasska i přesto splňuje naše očekávání a předpokládáme i budoucí dobrou produkci. Například PERIĆ et al. (2006) dokládá srovnatelné nebo významně větší hodnoty výšky a výčetní tloušťky modřínu a douglasky ve srovnání se smrkem ve 32. roce po výsadbě. MAETZKE (1996) píše o možnosti těžby pilářské kulatiny již při výchovných zásadách v 25 – 30 let starých porostech douglasky na bývalé zemědělské půdě v Toskánsku. KANTOR (2010) konstatuje ve starších (61 – 80 let) smíšených porostech na živných stanovištích (cílový hospodářský soubor 45) 2 – 3krát vyšší zásobu douglasky než u smrku a modřínu. Douglasska předstihuje produkčně i starší porosty jiných dřevin. TAUCHMAN et al. (2010) zdokumentoval ve 41 let starém porostu douglasky 1,2krát vyšší zásobu dřeva ($646 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) než v 63 let starém porostu smrku a 2,4krát vyšší zásobu než v 63 let starém smíšeném listnatém porostu habru obecného a dubu letního. Máme tedy za prokázané, že produkční potenciál douglasky převyšuje naše domácí dřeviny. Přesto se u douglasky vyskytuje riziko ztrát na přírůstu. Tyto ztráty jsou ve vztahu k defoliaci způsobované houbami. Příznaky poškození popisuje a na možné nebezpečí sypavky při pěstování douglasky tisolisté upozorňuje PEŠKOVÁ (2003). Jiní autoři (MAGUIRE et al. 2011) se zabývali postižením douglasky švýcarskou sypavkou (*Phaeocryptopus gaumannii* Rohde). Ztráty způsobované touto houbou považují za srovnatelné se ztrátami působenými ostatními defoliátory.

Při výchovném zásahu na TVP Bystré II (a v případě modřínu i na TVP Bystré I) ve smíšených porostech byli mimo netvárných jedinců přednostně odstraňováni jedinci, kteří potlačovali přimíšené cílové stromy. Odstraňování jedinců modřínu a douglasky tak mnohdy patřili k nejvzrostlejší na dané ploše. Proto lze tuto skutečnost zaznamenat na propadu nárůstu průměrné výšky sledovaných dřevin. Zpomalení výškového přírůstu modřínu po provedeném výchovném zásahu popisuje i SLODIČÁK a NOVÁK (2008). Pokud jde o směsi douglasky se smrkem, modřínem a bukem, KANTOR et al. (2010) zmiňuje nutnost radikálních prostřihávek v nárostech z přirozené obnovy na kyselých stanovištích, protože douglasska v tomto juvenilním stadiu ostatní dřeviny předrůstá. Domníváme se, že přenesené to platí i pro výsadby dřevin. Bez podpory příměsí při výchově může douglasska brzy ovládnout disponibilní prostor v porostu. Je prokázána také její schopnost samovolně se šířit tam, kam byla z počátku zaváděna jenom jako příměs (KANTOR et al. 2010), anebo dokonce invazivně ovlivňovat původní společenstva, jak na příkladu z Argentiny uvádějí ORELLANA a RAFFAELE (2010).

ZÁVĚR

- Z výsledků sledování zdravotního stavu douglasky tisolisté vysazené na bývalé louce lze na základě našeho experimentu říci, že výše ztrát závisí na vhodnosti stanoviště a charakteru počasí po výsadbě. Severní expozice svahu je vhodnější než jižní a navíc v půdě TVP Bystré (severní expozice) jsme konstatovali významně vyšší podíl jílových částic a v půdě TVP Uhřínov (jižní expozice) vyšší podíl hrubého a středního písku. Ztráty na obou lokalitách se výrazně lišily (1 % na TVP Bystré I a II oproti 18 % na TVP Uhřínov).
- Za možné riziko při pěstování douglasky tisolisté na bývalé zemědělské půdě lze považovat kombinaci fyziologického vysychání v zimním období a houbového napadení sypavkou, v důsledku kterého může dojít k hynutí jedinců i ve stadiu tyčkovin.
- Z výsledků ambulantního měření vlhkosti povrchové vrstvy půdy na vysychavém stanovišti TVP Uhřínov byly při slunečném červencovém počasí zjištěny extrémně nízké hodnoty vlhkosti půdy. V kořenovém prostoru sadebního materiálu s ponechaným rostlinným krytem byla naměřena průměrná vlhkost půdy 6 % a u varianty s odstraněnou buřní dokonce pouhých 3,5 %. Opakovaným měřením se potvrdila větší vlhkost půdy v kořenové vrstvě při ponechání travního krytu oproti variantě, kde bylo provedeno odstranění vegetačního krytu. Pro potvrzení možného vlivu rozdílu vlhkosti svrchní půdy na mortalitu mlazin je nutné pokračovat ve sledování experimentálních výsadeb.
- Z výsledků porovnání růstové dynamiky dřevin vyplývá, že na stanovišti se severní expozicí douglasska již od prvních let výrazně převyšuje výškovou dynamikou smrk a na TVP Bystré se nejpozději od desátého roku vyrovnává v mládí rychle rostoucímu modřínu. Na tomto příznivějším stanovišti dosahuje douglasska třetím rokem po výsadbě průměrné výšky cca 1,5 m. Na sušším stanovišti v rámci TVP Uhřínov roste douglasska, ale i modřín a smrk pomaleji.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“ a projektu NAZV QI112A172 „Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směrů v podmínkách ČR“ a v rámci doktorského studia na Katedře pěstování lesa Fakulty lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze.

LITERATURA

- AUGUSTO L., DUPUEY J.-L., RANGER J. 2003. Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. *Annals of Forest Science*, 60: 823-831.
- BARTOŠ J., KACÁLEK D. 2011. Produkce mladých porostů první generace lesa na bývalé zemědělské půdě. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56, 2: 118-124.
- FONSECA F., FIGUEIREDO T. de, MARTINS A. 2011. Survival and early growth of mixed forest stands installed in a Mediterranean Region: effects of site preparation intensity. *Forest Ecology and Management*, 262: 1905-1912.
- HAUPTMAN I., KUKAL Z., POŠMOURNÝ K. (ed.) 2009. Půda v České republice. Praha, Consult: 255 s.
- KANTOR P. 2010. Postavení a produkční možnosti douglasky tisolisté na Školním lesním podniku ML Křtiny. In: Knott R. et al. (eds.): Pěstování lesů v nižších vegetačních stupních. [Sborník z mezinárodní konference. Brno – Křtiny, 6. – 8. 9. 2010]. Brno, Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta: 51-58.
- KANTOR P., BUŠINA F., KNOTT R. 2010. Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) a její přirozená obnova na školním polesí Hůrky Středních lesnických škol Písek. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55: 251-263.
- KOLB T.E., BOWERSOX T.W., MCCORMICK L.H. 1990. Influences of light intensity on weed-induced stresses of tree seedlings. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: 503-507.
- LANÍK J., HALADA J. 1956. Rozbory půd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 235 s.
- MAETZKE F. 1996. La produttività in impianti di douglasia coltivati in Toscana. *Italia Forestale e Montana*, 51: 172-179.
- MAGUIRE D. A., MAINWARING D. B., KANASKIE A. 2011. Ten-year growth and mortality in young Douglas-fir stands experiencing a range in Swiss needle cast severity. *Canadian Journal of Forest Research*, 41: 2064-2076.
- NĚMEČEK J. et al. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, Česká zemědělská univerzita: 79 s.
- OLIVER Ch.D., LARSON B.C. 1996. Forest stand dynamics. New York, Wiley: 520 s.
- ORELLANA I. A., RAFFAELE E. 2010. The spread of the exotic conifer *Pseudotsuga menziesii* in *Austrocedrus chilensis* forests and shrublands in northwestern Patagonia, Argentina. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 40: 199-209.
- 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: 99-108.
- PERRY D. A., OREN R., HART S. C. 2008. Forest ecosystems. Baltimore, The Johns Hopkins University Press: 606 s.
- PEŠKOVÁ V. 2003. Nebezpečné sypavky na douglasce v České republice. *Lesnická práce*, 82: 244-245.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53: 29-36.
- 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: 64-65.
- SINGER J.S., MUNNS D.N. 1996. Soils: an introduction. New Jersey, Prentice Hall: 480 s.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2008. Výchova porostů náhradních dřevin. Recenzovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 28 s. Lesnický průvodce, 3/2008.
- TAUCHMAN P., HART V., REMEŠ J. 2010. Srovnání produkce porostu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco) s porostem smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) a stanovištěně původním smíšeným porostem středního věku na území ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55: 187-194.
- User Manual. 2005. Version 4.0 for the Moisture Meter, type HH2. Delta-T Devices Ltd: 117 s.
- Vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků. Příloha č. 8: 71.
- ZBÍRAL J., HONSA I., MALÝ S. 1997. Analýza půd III – Jednotné pracovní postupy. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 150 s.

DOUGLAS-FIR - A TREE SPECIES SUITABLE FOR AFFORESTATION OF FORMERLY-AGRICULTURAL LAND**SUMMARY**

Agricultural land is considered to be a site of very good quality from forestry point of view. To use an afforested land sufficiently while keeping site fertile is an important task for forestry practice. Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco) is a species which can help foresters to meet both requirements.

The objective of our article was to investigate the performance of Douglas-fir over ten and six years after afforestation of two meadow sites.

Three research plots with tree species plantations were established in 2001, 2002 (Bystré, adjacent plots), and 2005 (Uhřínov) on sites of abandoned meadow (Tab. 1). The height achieved by tree species was compared using arithmetic mean of height over 6 – 10 years after afforestation. We measured 0-20 cm topsoil moisture using HH2 Moisture Meter. In addition to moisture investigation, we collected soil samples to analyze a soil texture, i.e. the share of fine-earth fraction (ZBÍRAL et al. 1997). The share was calculated as arithmetic mean with standard deviation (Fig. 1).

Results from Uhřínov site showed worse Douglas-fir survival (82%) compared to Bystré site (99%). We attributed the difference to southern aspect of the former site and northern aspect of the latter site which influences water supply in soils. Douglas-fir growing on formerly-cultivated soil can be also afflicted by winter drought and needle-cast fungi (Fig. 2) which can lead to increased mortality in small-pole stands.

The Uhřínov site is threatened by drought. Soil moisture was found to be extremely low under conditions of summer sunny day (July 13th). The results of soil moisture investigation prove an important role of weed cover. Weed management (WM) is usually done to remove herb vegetation to support forest crop, i.e. to prevent weeds from competition for water and nutrients. However, our results show better soil moisture conditions (6%) in the treatment where all vegetation was left on the site. The other treatment with herb removal showed only 3.5% soil moisture (Tab. 2). The role of vegetation cover was confirmed eight days later. Soil moisture was lower in WM treatment again, though the value was increased due to rain occurring on July 17th (47 mm per 24 hrs).

As for growth, Douglas-fir height exceeded Norway spruce over first years after afforestation of Bystré I and Bystré II plots reaching 1.5 m in the 3rd year. Douglas-fir growth rate shortened time necessary to establish a new plantation; fencing was needed to protect Douglas-fir from game. Between the 6th and 10th year, Douglas-fir seemed to keep up with well-growing European larch (Fig. 3, 4). Dry conditions on Uhřínov south-facing site seemed to influence growth of Douglas-fir negatively. In the 6th year after afforestation, Douglas-fir grew similarly to Norway spruce remaining lower compared to European larch (Fig. 5).

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

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

VLIV BOROVICE VEJMUTOVKY A METASEKVOJE ČÍNSKÉ NA STAV NADLOŽNÍHO HUMUSU NA STANOVIŠTI POTOČNÍHO LUHU

EFFECT OF WHITE PINE AND DAWN REDWOOD ON THE STATUS OF SURFACE HUMUS ON THE FLUVIAL SITE

VILÉM PODRÁZSKÝ - IVO KUPKA

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

ABSTRACT

The paper documents soil forming effects of eastern white pine (*Pinus strobus* L.) and dawn redwood (*Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng) on the rich fluvial site of the School Training Forest in Kostelec nad Černými lesy (Central Bohemia). In these conditions – 250 m a.s.l., average year temperature 8°C, average year precipitation 600 mm, soil type fluvisol – the surface humus accumulation was studied as well as the basic soil chemical characteristics: pH, soil adsorption complex characteristics, exchangeable acidity, oxidable carbon (humus) and total nitrogen content, content of plant available nutrients. The age of stands is between 42 – 48 years. The surface humus layers and uppermost mineral soil were sampled in 4 replications and compared. Results confirmed relatively favorable effects of the dawn redwood on the surface soil layers (soil reaction, soil adsorption complex characteristics, nutrient content), whereas relatively degrading effects of the white pine.

Klíčová slova: introdukované dřeviny, vejmutovka, metasekvoj čínská, lesní půdy, humusové formy, půdní chemismus, živiny

Key words: introduced species, eastern white pine, dawn redwood, forest soils, humus forms, soil chemistry, nutrients

ÚVOD

V současné době je problematice pěstování introdukovaných dřevin věnována v českých zemích poměrně malá pozornost. Souvisí to především se situací v lesnickém sektoru, s neschopností státní správy prosadit jejich větší využití i s dosud nižším zájmem dřevozpracujícího průmyslu. Tomu odpovídá i poměrně nízká úroveň znalostí o vlivu jednotlivých dřevin na životní prostředí, přestože důvodů pro jejich pěstování je v environmentální i ekonomické rovině dostatek, stejně tak i provozních podkladů a znalostí o celé problematice (např. CAFOUREK 2006; BERAN, ŠINDELÁŘ 1996; HOFMAN 1963, 1964). Nicméně širší báze znalostí je v každém případě nutná, již jen kvůli odborné diskusi se státní správou a dalšími subjekty. Také mezi jednotlivými dřevinami jsou z tohoto hlediska značné rozdíly.

Zatímco některým dřevinám, například douglasce, je věnováno poměrně dost pozornosti co se týká produkce (např. CASTIN-BUCHET, ANDRÉ 1998; HART, REMEŠ 2006; PODRÁZSKÝ et al. 2009, 2010; KANTOR 2008; KANTOR, MARTINÍK 2000; MARTINÍK, KANTOR 2007; KANTOR, MAREŠ 2009; KANTOR et al. 2010) i např. půdotvorných funkcí (FINCH, SZUMELDA 2007; JUSSY et al. 2000; MARTINÍK 2001; MENŠÍK et al. 2009; KUPKA, PODRÁZSKÝ 2011; URBAN et al. 2009), jiné dřeviny jsou studovány minimálně, ať již pro svoji vzácnost nebo předpokládanou okrajovost pro lesnickou praxi (např. HRÍB et al. 2003; PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2005, 2008, 2009; PODRÁZSKÝ et al. 2010; ŠIKA 1983; VANČURA 1990).

Nicméně v minulosti založené plochy umožňují hodnotit různé aspekty introdukce jednotlivých dřevin a získávat tak údaje uplatnitelné při eventuálních změnách v lesním hospodářství a jeho správě. Cílem předkládaného příspěvku je proto dokumentovat předběžné výsledky vlivu dvou méně běžných introdukovaných dřevin, borovice vejmutovky (*Pinus strobus* L.) a metasekvoje čínské (*Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng) na stav humusových forem a přispět tak k diskusi o jejich ekologických vlivech.

MATERIÁL A METODIKA

Sledování vlivu vejmutovky a metasekvoje čínské bylo prováděno na bývalém území Školního lesního podniku (ŠLP) v Kostelci nad Černými lesy, dnes majetku města Český Brod. Studie byla zaměřena na nejvíce pozměněnou část půdního profilu, na holorganické horizonty a na nejsvrchnější minerální horizonty, kde se vlivy prostředí projevují nejvýrazněji a v nejkratší době, tj. na humusové formy (GREEN et al. 1993) a nejsvrchnější část horizontu B. Stav humusových forem v porostech sledovaných dřevin byl srovnáván s porostem víceméně přirozené druhové skladby (tab.1). Nadmořská výška lokality je zhruba 250 m n. m., průměrná roční teplota kolem 8 °C, průměrné srážky 600 mm.

Porosty umožňují posoudit změny související s přechodem od porostu s přirozeným složením (jasan, dub letní, lípa) na dřevinu, u které se předpokládá výrazné degradační působení (vejmutovka) a na dřevinu, která prozatím nebyla více studována. Jedinou výjimku představuje starší sledování téhož porostu (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). Sazenice metasekvoje pocházely z materiálu importovaného ze země původu v 50. letech 20. století a množeno vegetativně. Stanoviště je charakterizováno jako potoční, olšový luh, půdy jako fluvizemě.

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 – diferenciacie podle GREENA et al. 1993) byly provedeny v polovině listopadu 2008 pomocí ocelových rámečků 25 x 25 cm, svrchní horizont minerální zeminy (Ah) a svrchní část horizontu B nebyly odebírány kvantitativně. Počet jednotlivých odběrů byl pět v každém porostu, analyzovány byly individuálně.

Pro analýzy odebraných vzorků byly použity standardní metody, zajištěné laboratorii Tomáš v Opočně. Bylo stanoveno: 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, stavu sorpčního komplexu podle Kappena (S – obsah bází, H – hydrolytická acidita, T – kationtová sorpční kapacita, V – nasycení sorpčního komplexu bázemi). Byla stanovena výměnná acidita ve výluhu HCl a její složky, výměnný H a Al. Obsah přístupných živin byl stanoven ve výluhu 1% kyselinou citrónovou a paralelně metodou Mehlich III, obsah P spektrofotometricky, obsah K kolorimetricky, obsahy Mg, Ca pomocí AAS. Příspěvek uvádí výběr ze zjištěných výsledků. Statistické hodnocení dat bylo prováděno softwarem STATISTICA v. 9.1. Po zhodnocení normality dat bylo provedeno hodnocení významnosti rozdílů multifaktoriální ANOVOU na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Dále byl proveden post hoc test Tukey. Hodnoty, které se nelišily na zvolené hladině významnosti byly označeny stejným písmenem.

Tab. 1.

Stanovištní a porostní charakteristiky studovaných porostů
Site and stand characteristics of studied stands

Plocha/Plot	1	2	3
Porost (označení r. 2000)/Stand (2000)	13L3	13L3	13L4
SLT/Ecosite	2L	2L	2L
Nadmořská výška/Altitude (m)	250	250	250
Druh/Species	(List.) smíř. listnáče/ natural hardwoods	(MT) metasekvoj/ dawn redwood	(VJ) vejmutovka/ white pine
Věk (v roce 2008) /Age (2008)	48	42	48

Note: Ecosite is based on the climatic domain of tree species, resp. altitudinal zone (2: Oak – Beech) and soil (site) characteristics (L – fluvial soils)

Tab. 2.

Akumulace nadložního humusu, obsah a poměr celkového uhlíku a dusíku v půdách jednotlivých porostů
Surface humus accumulation, content and ratio of total carbon and nitrogen in soils of particular tree species

Dřevina/ Species	Horizont/ Horizon	Nadl. humus/ Surface humus t.ha ⁻¹	Celk. humus/ Total humus %	Celk. N/ Total N %	C : N
1. listnáče/ nat. hardwoods	L+F+H	9,6	53,0 a	1,99 a	26,6
	Ah		7,3 b	0,41 b	17,8
	B	Suma 9,6	4,9 c	0,22 bc	22,3
2. metasekvoj/ dawn redwood	L+F1	3,6	44,2 a	1,23d	35,9
	F2+H	8,4	27,0 d	0,80 e	33,8
	Ah		4,4 c	0,23 bc	19,1
3. vejmutovka/ white pine	B	Suma 12,0	2,8 c	0,16 c	17,5
	L+F1	5,8	59,0 a	1,19 d	49,6
	F2+H	18,6	29,0 d	0,80 e	36,2
	Ah		8,3 b	0,30 bc	27,7
	B	Suma 24,4	3,2 c	0,16 c	20

Pozn: odlišné indexy označují statisticky významné rozdíly na úrovni významnosti 0,05, tučný text na hladině 0,01

Note: different indexes indicate statistically significant differences at 0.05 level, bold figures at 0.01 level

VÝSLEDKY A DISKUSE

Listnatý smíšený porost, podle očekávání akumuloval nejmenší množství nadložního humusu, konkrétně 9,6 t/ha (tab. 2). Tento stav se liší od situace před osmi lety, kdy v tomto porostu nebyl nadložní humus zaznamenán (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008), alespoň tedy ne ve stavu vhodném k diferenciaci a separaci od hlubších vrstev minerální půdy. To souvisí do jisté míry s dosud nedokončeným opadem listových orgánů při předchozím odběru (konec léta 2000), což při roční úrovni opadu až několika t/ha (GREEN et al. 1993) může hrát svoji roli. Stejně tak při uzavírání zápoje během růstu porostů může nastat situace, kdy je nadložní humus již diferencovatelný a je možnost jej reálně odebrat – tím především lze vysvětlit skokové navýšení množství povrchového humusu v roce 2008. K podobnému jevu došlo i v porostu metasekvoje (r. 2000 – 6,7 t/ha, r. 2008 – 12,0 t/ha), což představuje zhruba zdvojnásobení registrovaného množství. Nadále není možno diferencovat a bezpečně separovat jednotlivé holorganické horizonty. I v odrůstajícím porostu metasekvoje mohlo dojít k vlivu dokončeného opadu v roce 2008, k jeho pomalejšímu rozkladu v odrůstajícím porostu metasekvoje a také k vlivu podrostu na utváření povrchových holorganických horizontů – zde se uplatňuje především kopřiva (*Urtica dioica*). V porostu vejmutovky je pozorován v daném období spíše pokles zásoby nadložního humusu (r. 2000 – 35,8 t/ha) – zde můžeme předpokládat po uvolňování zápoje ve vyšším věku rychlejší dekompozici opadu. Volný, prosvětlený porost vejmutovky má podrost tvořený bezem černým (*Sambucus nigra*) a dalšími druhy, což rovněž může přispívat k rychlejšímu rozkladu opadu a intenzivnější humifikaci, ale i dekompozici.

Obsah celkového uhlíku (tab. 2) souvisí obecně s intenzitou bioturbace, popřípadě iluviálními procesy. Na daném, velmi bohatém stanovišti můžeme předpokládat spíše intenzivní biologickou aktivitu půd. Nejvyšší, i když statisticky neprůkazně, obsah C v opadu byl doložen u vejmutovky, což platí i pro spodní holorganický horizont – rozklad zde zřejmě probíhá nejpomaleji. V minerálních horizontech byl nejvyšší obsah neprůkazně doložen v porostu listnáčů, nejmenší pak v porostu metasekvoje. Podobný trend byl prokázán i v případě obsahu celkového dusíku. V porostu vejmutovky pak byly

prokázány vesměs nejvyšší poměry C : N, vzniká zde tak nejméně příznivá humusová forma. Situace v porostu listnáčů a metasekvoje byla v případě sledované charakteristiky podobná. Naopak mísení organické hmoty (spolu s obsaženým dusíkem) u metasekvoje probíhá pomaleji ve srovnání s ostatními sledovanými dřevinami, což bylo do jisté míry prokázáno i při předešlém odběru (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008).

Vejmutovka vykázala výraznou a statisticky významnou acidifikaci sledovaného půdního profilu (tab. 3), ve shodě se starším výzkumem (PODRÁZSKÝ 1995; PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). Nejvyšší pH, aktivní i výměnné, bylo sice doloženo v listnatém porostu, nicméně hlouběji byly hodnoty vesměs nejnižší v porostu vejmutovky a nejvyšší v porostu metasekvoje, a to statisticky významně a s velkými rozdíly absolutních hodnot.

Obsah výměnných bází (hodnota S podle Kappena – tab. 3) jeví sestupnou, statisticky významnou tendenci listnáče : metasekvoj : vejmutovka. Statistické rozdíly se projeví především v holorganických horizontech, tedy v opadu v různém stupni transformace. Hlouběji nebyly rozdíly tolik výrazné a převážil charakter fluvizemí jako bohatých půd. Naproti tomu hydrolytická acidita byla nejvýraznější v půdách v porostu vejmutovky, třebaže díky velké variabilitě nebyly výsledky příliš průkazné, s výjimkou horizontů nadložního humusu. V důsledku toho již rozdíly v charakteristice T – celkové výměnné kapacitě byly méně výrazné, třebaže v holorganických horizontech zůstal výše zmíněný gradient zachován. Jako výsledek těchto trendů plynou hodnoty nasycení sorpčního komplexu báze-mi. V holorganických horizontech byly v porostu listnáčů a metasekvoje dokumentovány hodnoty téměř úplného nasycení sorpčního komplexu. Výrazný pokles byl zaznamenán v porostu vejmutovky. V minerálních horizontech byly nevyšší hodnoty doloženy v porostu metasekvoje, poté v listnáčích a nejmenší opět pod vejmutovkou, nebyly však statisticky významné.

Dané výsledky není možné srovnávat s jinými experimentálními šetřeními v podmínkách českých zemí, až na výjimky. Podobný trend byl na daném stanovišti prokázán již při vyhodnocení odběrů z přelomu milénia (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). Také na stanovišti po imisních těžbách na Trutnovsku bylo prokázáno srovnatelné působení vejmu-

Tab. 3.

Půdní reakce a stav půdního sorpčního komplexu v půdách jednotlivých porostů
Soil reaction and soil adsorption complex characteristics in soils of particular tree species

Dřevina/ Species	Horizont/ Horizon	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	S	T	H	V
				mval.100 g ⁻¹			%
1. listnáče/ nat. hardwoods	L+F+H	7,29 a	6,70 a	89,93 a	90,59 a	0,66 a	99,3 a
	Ah	5,40 c	4,63 c	16,65 b	20,40 b	3,75 ab	79,7 ab
	B	4,59 b	3,54 b	11,10 b	17,28 b	6,17 ab	63,7 b
2. metasekvoj/ dawn redwood	L+F1	6,41 d	6,07 d	40,26 c	41,76 c	1,50 abc	96,8 a
	F2+H	6,35 d	5,99 d	56,71 c	58,39 c	1,69 abc	97,0 a
	Ah	5,57 c	4,64 c	12,77 b	16,52 b	3,76 abc	76,6 b
	B	5,32 c	4,29 bc	10,79 b	14,58 b	3,79 abc	73,7 b
3. vejmutovka/ white pine	L+F1	4,56 b	4,06 bc	22,82 b	42,89 c	20,07d	53,8 b
	F2+H	4,43 b	3,83 bc	17,44 b	31,78 bc	14,34 d	54,9 b
	Ah	4,07 b	3,34 b	11,60 b	21,10 b	9,50 bc	55,0 b
	B	4,66 b	3,67 b	9,55 b	15,02 b	5,47 abc	63,6 b

Pozn: odlišné indexy označují statisticky významné rozdíly na úrovni významnosti 0,05, tučný text na hladině 0,01
Note: different indexes indicate statistically significant differences at 0.05 level, bold figures at 0.01 level

tovky (PODRÁZSKÝ 1995; PODRÁZSKÝ, KANTOR 1990), tuto dřevinu lze pokládat i při poměrně malém objemu experimentálních podkladů za dřevinu s poměrně výrazným acidifikačním vlivem na stav lesních půd.

Tab. 4 uvádí výsledky stanovení titrační acidity a jejích složek a obsahy přístupných živin podle Mehlicha. Titrační acidita se výrazně odlišovala ve výše transformovaných holorganických horizontech porostu vejmutovky, v horizontu Ah se hodnoty této veličiny lišily významně v sestupném pořadí vejmutovka : listnáče : metasekvoj. V půdě porostu metasekvoje byly významně nejnižší hodnoty i v horizontu B. Prakticky stejný trend dokumentují i hodnoty výměnného hliníku a vodíku. Obsah přístupného fosforu v holorganických horizontech živin klesal v pořadí listnáče: metasekvoj: vejmutovka, a to rovněž průkazně. V minerálních horizontech rozdíly průkazné nebyly, přesto pod listnáči byly prokázány zhruba poloviční hodnoty než v případě ostatních sledovaných dřevin. Vyšší nároky listnáčů na fosfor a jeho intenzivní cyklus v listnatém porostu se tak zřejmě projevil účinnou fixací z hlubších horizontů půdy a vyšším obsahem v opadu s rychlou recyklací, což nebylo zjištěno poprvé (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). Ve stejném pořadí klesaly i hodnoty obsahu přístupného draslíku, i v tomto případě byla statisticky vysoce významně prokázána důležitost listnáčů pro jeho efektivní koloběh v ekosystému lesa. A stejný trend, i když s menší statistickou významností, byl prokázán pro dvoumocné báze, vápník a hořčík. Vcelku tedy vykazovala metasekvoj velmi příznivý vliv na stav sledovaných lesních půd, a to na rozdíl od vejmutovky, která jevila zřejmé degradační tendence.

ZÁVĚR

V daných podmínkách velice bohatých fluvizemí se vliv jednotlivých dřevin projevuje především ve vrstvě nadložního humusu, tedy v holorganických horizontech. Při srovnání porostu listnáčů, přibližně odpovídajících přirozené druhové skladbě, s dominancí jasanu, s porostem vejmutovky a velmi vzácným případem porostu metasekvoje čínské, byly získány poměrně ojedinělé podklady hodnocení půdotvorných potenciálů obou konifer.

Vejmutovka na daném stanovišti hromadila poměrně značné množství nadložního opadu, třebaže maxima svého akumulačního vlivu dosáhla již v minulých desetiletích; v rozvolněném starším porostu již dochází k opětovnému poklesu zásoby nadložních holorganických horizontů. Zato porost metasekvoje pokračuje v tvorbě efektivního zápoje a v akumulaci nadložního humusu, třeba v podstatně menší míře ve srovnání s vejmutovkou.

Analýzy vybraného souboru pedochemických charakteristik, respektive půdní reakce, charakteristik půdního sorpčního komplexu, obsahu celkového humusu a dusíku a přístupných živin prokázaly poměrně příznivé působení metasekvoje na stav lesních půd, srovnatelné s listnáči. Na druhé straně bylo doloženo relativně silné acidifikační působení vejmutovky, kterou je tak možno považovat za dřevinu s negativním působením na stav půd a tomu přizpůsobit i strategii jejího pěstování, tedy převážně v příměsi spolu s melioračními dřevinami nebo dřevinami eliminujícími její nepříznivé působení na lesní půdy. Uvážit je také nutno její invazivní charakter.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QL102A085 Optimalizace pěstebních opatření pro zvyšování biodiverzity v hospodářských lesích. Předběžné výsledky byly publikovány na konferenci formou krátkého sdělení.

Tab. 4.

Výměnná acidita, její složky a obsah přístupných živin podle Mehlicha III v půdách jednotlivých porostů
Exchangeable acidity, its components and content of plant available nutrients in Mehlich III solution in soils of particular tree species

Dřevina/ Species	Horizont/ Horizon	Titř.acid mval/kg	H ¹⁺	Al ³⁺	P	K	Ca	Mg
					mg/kg			
1. listnáče/ nat. hardwoods	L+F+H	13,48 a	4,98 a	8,50 a	174,4 a	2564 a	10 008 a	1 731 a
	Ah	3,67 b	0,70 b	2,97 b	21,2 b	231 b	2 675 b	332 bc
	B	20,81 a	1,03 b	19,78 c	12,6 b	168 b	1 687 b	200 b
2. metasekvoj/ dawn redwood	L+F1	8,20 a	6,28 d	1,92 b	181,3 a	1674 c	5 090 c	769 c
	F2+H	6,72 a	4,16 a	2,56 b	110,0 c	636 d	5 226 c	521 c
	Ah	0,025 d	0,025 c	-	70,4 b	152 b	2 141 b	169 b
	B	2,47 b	0,135 c	2,34 b	66,0 b	141 b	2 057 b	159 b
3. vejmutovka/ white pine	L+F1	22,08 a	11,12 e	10,96 a	66,8 b	766 d	2536 b	541 c
	F2+H	33,64 c	5,52 a	28,12 d	64,4 b	322 bd	2 612 b	280 b
	Ah	19,60 a	0,87 b	18,74 c	53,2 b	145 b	1 620 b	150 b
	B	11,61 a	0,63 b	10,98 a	52,6 b	122 b	1 797 b	134 b

Pozn: odlišné indexy označují statisticky významné rozdíly na úrovni významnosti 0,05, tučný text na hladině 0,01

Note: different indexes indicate statistically significant differences at 0.05 level, bold figures at 0.01 level

LITERATURA

- BERAN F., ŠINDELÁŘ J. 1996. Perspektivy vybraných cizokrajných dřevin v lesním hospodářství České republiky. Lesnictví – Forestry, 42: 337-355.
- CAFOUREK J. 2006. Provenienční pokusy douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v oblasti středozápadní Moravy. In: Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy 12. – 13. 10. 2006. Praha, ČZU: 7-15.
- CASTIN-BUCHET V., ANDRÉ P. 1998. The influence of intensive thinning on earthworm populations in the litters of Norway spruce and Douglas fir. Pedobiologia, 42: 63-70.
- FINCH O. D., SZUMELDA A. 2007. Introduction of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) into Western Europe: Edaphic arthropods in intermediate-aged pure stands in north-western Germany. Forest Ecology and Management, 242: 260-272.
- GREEN R.N., TROWBRIDGE R.L., KLINKA K. 1993. Towards a taxonomic classification of humus forms. Forest Science Monograph, 29: 49 s.
- HART V., REMEŠ J. 2006. Porovnání porostů douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) ve středním věku na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy. In: Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy 12. – 13. 10. 2006. Praha, ČZU: 57-64.
- HOFMAN J. 1963. Pěstování jedle obrovské. Praha, SZN: 116 s.
- HOFMAN J. 1964. Pěstování douglasky. Praha, SZN: 253 s.
- HRÍB M., KADAVÝ J., KNEIFL M. 2003. Growth of Black Walnut (*Juglans nigra* L.) in the floodplain forests of the Židlochovice Forest Enterprise. Ekológia (Bratislava), 22: 162-176.
- JUSSY J.H., COLIN-BELBRAND M., RANGER J. 2000. Production and root uptake of mineral nitrogen in a chronosequence of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) in the Beaujolais Mountains. Forest Ecology and Management, 128: 197-209.
- KANTOR P., MARTINÍK A. 2000. Produkce douglasky tisolisté ve smíšených porostech chlumních oblastí. In: Arboréta: premenlivost a introdukcia drevín. Zvolen, Lesnícky výskumný ústav: 199-204.
- KANTOR P. 2008. Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. Journal of Forest Science, 54: 321-332.
- 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: 312-322.
- KANTOR P., BUŠINA F., KNOTT R. 2010. Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) a její přirozená obnova na školním poli Hůrky Středních lesnických škol Písek. Zprávy lesnického výzkumu, 55: 251-263.
- KUPKA I., PODRÁZSKÝ V. 2011. Species composition effects of forest stands on afforested agricultural land on the soil properties. Scientia Agriculturae Bohemica, 42 (1): 19-23.
- MARTINÍK A. 2001. Působení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na půdní prostředí. In: Funkčně integrované lesné hospodářstvo a trvalo udržitelný rozvoj lesů a krajiny. Zvolen, Technická univerzita: 215-219.
- 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): 26: 223-239.
- MENŠÍK L., KULHAVÝ J., KANTOR P., REMEŠ J. 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: 345-356.
- PODRÁZSKÝ V., KANTOR P. 1990. Meliorační účinky porostů náhradních dřevin. Závěrečná zpráva úkolu R-331-108-02. Opočno, VÚLHM VS: 28 s.
- PODRÁZSKÝ V. 1995. Vliv porostů náhradních dřevin na svrchní vrstvu půdy. Práce VÚLHM, 80: 33-40.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2005. Retenční schopnost svrchní vrstvy půd lesních porostů s různým druhovým složením. Zprávy lesnického výzkumu, 50: 46-48.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 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: 533-539.
- 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: 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: 12-17.
- ŠÍKA A. 1983. Introdukce jedle obrovské v ČSR. Zprávy lesnického výzkumu, 28 (1): 1-3.
- URBAN J., ČERMÁK J., NADYEZHINA N., KANTOR P. 2009. Growth and transpiration of the Norway spruce and Douglas fir at two contrasting sites. In: Water issues in dryland forestry. Sede Boquer, Ben Gurion University: 47.
- VANČURA K. 1990. Provenienční pokus s jedlí obrovskou série IUFRO ve věku 13 let. Práce VÚLHM, 75: 47-66.

EFFECT OF WHITE PINE AND DAWN REDWOOD ON THE STATUS OF SURFACE HUMUS ON THE FLUVIAL SITE

SUMMARY

The presented study documents soil forming effects of eastern white pine (*Pinus strobus* L.) and dawn redwood (*Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng) on the rich fluvial site of the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy (Central Bohemia) (Tab. 1). The altitude of the locality is 250 m a.s.l., average year temperature 8 °C, average year precipitation ca. 600 mm, site is represented by fluvisols. The humus form quantity and quality was studied, holorganic samples were taken quantitatively using iron frame 25 x 25 cm, the mineral soil horizons 0 – 10 and 10 – 20 cm as well, not quantitatively, in 4 replications in each stand. Standard analytical and statistical methods were used for the analyses of results. It was determined: soil reaction (H₂O, 1N KCl), soil adsorption complex characteristics (Tab. 2), amount of the holorganic horizons as DM at 105 °C, total carbon (humus) and total nitrogen content (Tab. 3), exchangeable acidity, its compartments and plant available nutrients by Mehlich III method (Tab. 4). Results confirmed relatively significant effects of tree species change in the studied site conditions, especially for the white pine. The native hardwoods accumulated relatively small amount of the surface humus, determined as 9.6 t/ha, dawn redwood a little more, 12.0 t/ha, but white pine double – 24.4 t/ha. As for soil chemistry, dawn redwood did not affect big changes, whereas white pine increased soil acidity which was reflected in pH, exchangeable acidity characteristics, soil adsorption complex indicators, and plant available nutrients content. The species specific demands of particular tree species were detectable in the soil composition – e.g. the high demand of broad-leaved species for phosphorus. White pine must be used carefully in forestry because of its invasive character and soil degradation potential.

Recenzováno

ADRESY AUTORŮ/CORRESPONDING AUTHORS:

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika
tel.: 224 383 403; e-mail: podrazsky@fld.czu.cz

prof. Ing. Ivo Kupka, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika
tel.: 224 383 791; e-mail: kupka@fld.czu.cz

MODELOVÉ ZHODNOCENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVITY HOSPODAŘENÍ PŘI UPLATNĚNÍ VARIANTNÍCH PĚSTEBNÍCH ZPŮSOBŮ

MODEL EVALUATION OF MANAGEMENT ECONOMIC EFFICIENCY IN THE APPLICATION OF ALTERNATIVE SILVICULTURAL SYSTEMS

JIŘÍ REMEŠ - KAREL PULKRAB - ROMAN SLOUP - MIROSLAV SLOUP

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

ABSTRACT

Models of management measures and direct costs of cultivation and felling operations as well as revenues from harvesting have been constructed. For this purpose model arrangements (clear cutting, shelterwood and selection) were established at the experimental forest stand in the forest district Klokočná, forest enterprise Konopiště belonging to Lesy České republiky, s. p. (Forests of the Czech Republic, state enterprise). The comparison shows that considerable cost saving in cultivation operations in case of shelterwood and selection system can be influenced significantly by used felling technology. Despite the considerable scatter of the results of model calculations, it seems that selection system (with the highest credit of close-to-nature forest management) can be given in this growth conditions a full-fledged alternative of forest management. In most model variants the selection system remained economically the most efficient way of forest management.

Klíčová slova: holosečný hospodářský způsob, podrovní hospodářský způsob, výběrný způsob, náklady pěstební a těžební činnosti, výnosy z těžby, ekonomická efektivnost

Keywords: clear-felling management system, shelterwood management system, selection management system, costs of cultivation and felling operations, revenues from harvesting, economic effectiveness

ÚVOD

V posledních dvou desetiletích můžeme v České republice i v dalších lesnicky vyspělých státech pozorovat zvýšené úsilí změnit dlouhodobě uplatňované modely hospodaření, založené na pěstování monokulturálních a stejnověkých porostů. Ty přinesly v minulosti řadu nesporných pozitivních důsledků. Trvalost produkce byla v tomto systému zajištěna na bázi věku a plochy. Propracovaný časový a prostorový pořádek smrkového lesa věkových tříd představoval na tehdejší dobu moderní racionální způsob obhospodařování, nejpřiměřenější vrcholící průmyslové a agrární revoluci. Tento systém je dosud funkční a byl by i ekonomicky efektivní, pokud by nebyl rozvracen přírodními kalamitami a pokud by při opakování neohrozil produkční základ lesa (TESAŘ et al. 2004). Poslední zmíněné aspekty jsou hlavními negativními důsledky, které s sebou zavedení velkoplošného holosečného hospodářství přineslo. Proto v současné době v transformačním procesu roste tlak na změny struktury lesů, na způsoby a intenzitu jejich využívání, na větší uplatnění přírodního charakteru lesních porostů. Vedle toho se však čím dál více klade důraz na zefektivňování úrovně hospodaření, a to nejen u soukromých vlastníků lesů. Tento požadavek zvýšené ekonomické efektivnosti hospodaření je často v českých zemích považován za obtížné slučitelný s masovým zaváděním pří-

rodě bližších forem pěstování lesů. V zahraničí je tomu spíše naopak, protože zde jsou často hlavní motivací praktické realizace přírodě bližších postupů jejich předpokládané či již reálně dosažené kladné ekonomické výsledky (OTTO 1992; REININGER 1997; REMEŠ 2008; PULKRAB et al. 2010).

Hledání ekologicko-ekonomického optima obhospodařování lesních porostů je jednou z priorit Národního lesnického programu pro období do roku 2013, přijatého usnesením vlády ČR č. 1221 ze dne 1. října 2008, které mimo jiné ukládá „zpracování analýzy ekonomické efektivnosti různých modelů hospodaření v různých přírodních podmínkách a závěry promítnout do platné legislativy a dotační politiky státu“. Z těchto důvodů byla vypracována i tato studie.

METODIKA

V souladu se zahraničními zkušenostmi (HANEWINKEL 2002) byla analýza ekonomické efektivnosti variantních způsobů hospodaření postavena na modelovém hodnocení jednotlivých pěstebních systémů na základě známých souborů parametrů a předpokladů. Provedení empirické studie konkrétních hospodářských jednotek se uká-

zalo nereálné, a to především z důvodu obtížnosti nalezení objektivně porovnatelných subjektů.

Modelové hodnocení bylo provedeno na příkladu porostu 626 A9/01b v rámci lesního úseku Klokočná (LÚ), Lesní závod Konopiště (Lesy České republiky, s. p.). Průměrná roční teplota zájmového území je přibližně 7,5 °C, vegetační doba trvá kolem 150 dní ročně, celkový průměrný roční úhrn srážek je 600 – 650 mm. Srážky ve vegetačním období činí přibližně 65 % celkových ročních srážek. Langův deštný faktor má průměrnou hodnotu 75, což odpovídá semihumidní klimatické charakteristice. Z hlediska lesnické typologie je analyzovaný porost zařazen do souboru lesních typů 4P – kyselá dubová jedlina (*Querceto-abietum*). Hlavním atributem zde uplatňovaného lesnického hospodaření je přestavba porostů původně obhospodařovaných holosečným způsobem na porosty strukturně bohatší (přírodě bližší), kdy dochází k plošnému uplatnění výběrných principů (REMEŠ, KOZEL 2006).

Porost 626 A9/01b má výměru 4,46 ha, jde o porost různověký se zastoupením 2 – 3 etáží ve věkovém rozpětí 1 – 90 let. Hlavní dřevinou tohoto porostu je smrk, a to ve všech etážích.

Vzhledem k tomu, že se dřevinná skladba zkoumaného porostu na LÚ Klokočná významně liší od doporučeného standardu (výše zákonného procenta minimálního podílu MZD 25 %, skutečnost 3 %), bylo analyzováno pět modelových variant:

- 1) holosečné hospodářství s dodržení zákonného podílu MZD (25 %);
- 2) holosečné hospodářství s předpokládaným podílem MZD podle současně dosahované skutečnosti na objektu Klokočná (3 %);
- 3) podrovní hospodářství s dodržení zákonného podílu MZD (25 %);
- 4) podrovní hospodářství s předpokládaným podílem MZD podle současně dosahované skutečnosti na objektu Klokočná (3 %);
- 5) výběrný způsob hospodaření, do kterého se ovšem promítá současný stav modelového porostu, ve dvou pěstebních variantách:
 - s maximálním využitím přirozených procesů, tj. bez úpravy druhové skladby podsadbami
 - s dodatečnou umělou obnovou cílových dřevin formou individuálních výsad do vhodných mikrostanovišť modelového porostu.

Pro holosečný a podrovní způsob hospodaření byly dále uvažované varianty s různým podílem přirozené obnovy. U holosečného způsobu ve výši 30 a 40 %, u podrovního způsobu 100 a 75 %.

Detailní rozbor ukazatelů pěstební a těžební činnosti podrovního a výběrného způsobu hospodaření je k dispozici v publikované nákladové studii (PULKRAB et al. 2010).

Pro výběrné hospodářství byly navrženy 2 varianty pěstební činnosti a dvě varianty výpočtu etátu.

I. Výběrné hospodaření s maximálním využitím přirozených procesů (tj. zcela bez umělé obnovy)

Pěstební činnost je omezena pouze na individuální ochranu cílových dřevin v přirozené obnově, obnovní a výchovné zásahy se nerozlišují a realizují se vždy dvakrát za decennium, dominuje těžba tlustých stromů, plně se uplatňuje přirozená obnova a procesy diferenciací a autoredukce. Cílem je dosažení výběrné struktury porostu a ekonomické zásoby. Těžební etát se odvozuje induktivně podle přílohy 5 k vyhlášce č. 84/1996 Sb., případně, z důvodu probíhající přestavby porostu v období před dosažením odpovídající výběrné porostní struktury, bylo využito dalších vzorcových metod. Pro ekonomické analýzy byly vybrány dvě varianty výše etátu, v první variantě byla

výše těžby spočtena na základě Melárdova vzorce, v druhé variantě výše těžby odpovídala celkovému běžnému přírůstu.

II. Výběrné hospodaření s postupnou úpravou druhové skladby porostů pomocí umělé obnovy

- těžební postupy jsou stejné jako u varianty I., spontánní vývojové procesy jsou však doplněné pěstebními opatřeními upravujícími druhovou skladbu porostů;
- umělá obnova formou jednotlivých až hloučkovitých podsadeb jedle, event. buku prováděná vždy po těžbě v počtu 50 ks/ha (celkem 1 000 ks za 100 let); výsadby je nutné dlouhodobě chránit před zvěří individuálním či skupinkovým oplocením, počítá se také s pomístním výchovným zásahem v hustých skupinách nárůstu.

Pro řešení této problematiky byla nejprve vypracována modelová studie přímých nákladů, která byla pro podrovní a holosečný způsob publikovaná v roce 2010 (PULKRAB et al. 2010). Zde je k dispozici detailní rozbor ukazatelů pěstební a těžební činnosti těchto dvou způsobů hospodaření. Modely hospodářských opatření a přímých nákladů těžební činnosti přitom vycházely z těchto předpokladů:

- výchovné zásahy i výše mýtní těžby jsou stejné pro holosečné i podrovní hospodářství, výše těžby pro výběrné hospodaření je stanovena na základě běžného objemového přírůstu a podle stavu modelového porostu;
- všechny kalkulace jsou provedeny pro produkční cyklus 100 let;
- výše předpokládané mýtní úmyslné těžby pro holosečný a podrovní hospodářský způsob (ve 100 letech) vychází z údajů LHP pro daný porost v 90 letech (tab. 1), dopočtem přírůstu do 100 let a přepočtem na průměrné hodnoty zakmenění (ve výši 0,88);
- pro kalkulaci byly zvoleny tyto technologie:
 - pro holosečné hospodářství se předpokládá těžba harvestory (sortimentní metoda) a přibližování vyvážecími soupravami na vzdálenost 500 m
 - pro podrovní hospodářství se předpokládá těžba JMP a přibližování v kombinaci potah (do 100 m) a následně UKT (do 400 m) s navazující manipulací
 - pro výběrné hospodářství se předpokládá těžba JMP a přibližování UKT s následnou manipulací

Výpočet přímých nákladů pro holosečné a podrovní hospodářství vychází z následující výše zásoby zkoumaného porostu (tab. 1).

Pro výběrné hospodaření byla v prvním kroku stanovena výše těžby na základě Melárdova vzorce (varianta a), který je doporučován pro stanovení výše těžby v porostech ve fázi přestavby:

$$e = \frac{V_B}{u} + \frac{1}{2} \cdot V_B \cdot t + \frac{1}{q} \cdot V_M + V_J + t$$

V_B – zásoba starých stromů (nad 100 let)

V_M – zásoba středně starých stromů (51 – 100 let)

V_J – zásoba mladých stromů (1 – 50 let)

u – stanovené obmýtl (zpravidla 150 let)

t – přírůstové procento starých stromů

t' – přírůstové procento středně starých a mladých stromů

q – přírůstový poměr starých mladých stromů

Druhou variantou bylo stanovení etátu odvozeného z celkového běžného přírůstu (varianta b). Ten byl odvozen na základě známého vzta-

hu:

$$CBP = \frac{Z_k - Z_p + T - D}{t}$$

Z_k – zásoba na konci inventarizačního období

Z_p – zásoba na začátku inventarizačního období

T – těžba

D – dorost do kmenoviny

t – délka inventarizačního období

Aby bylo možné do vzorců dosadit všechny proměnné, byla provedena detailní analýza přírůstů na jedné trvalé výzkumné ploše. Napříč tloušťkovým spektrem porostu bylo vybráno cca 80 vzorníků reprezentujících všechny tloušťkové stupně. Z nich byly odebrány vždy dva vývrtky, které se dále standardně analyzovaly. Hlavním cílem bylo stanovit:

- běžný a průměrný tloušťkový přírůst,
- běžný a průměrný přírůst na výčetní kruhové základně,
- přírůstové procento na výčetní základně,
- mýtní zralost podle přírůstového kritéria (POLENO 1999, 2000),
- celkový běžný objemový přírůst (CBP) metodou tarifových diferencí (HALAJ 1963),
- etát.

Pro sestavení modelů výnosů byla provedena sortimentace těžebního fondu (PAŘEZ 1987). Pařezovy tabulky uvádí procentické zastoupení tloušťkových tříd ze zásoby porostů, ale bohužel nikoliv podíly sortimentů v tloušťkové třídě. Podíly sortimentů byly proto doplněny na základě rozboru, který provedli pracovníci Hradecké lesní a dřevařské společnosti, a. s. Tento přístup byl zvolen proto, že uvedená organizace má nejvíce zkušeností s tržním prostředím v České republice a podle vyjádření jejích pracovníků je jimi předložená sortimentace dostatečně objektivní v rámci České republiky. Pro tuto kalkulaci byl zohledněn i jejich návrh zpeněžení jednotlivých sortimentů.

Tab. 1.

Základní produkční údaje z modelového porostu
Basic production data from the model forest stand

Dřevina/ Species	Zásoba/Volume stock (m ³ /ha)	Průměrná tloušťka/ Mean diameter (cm)	Průměrná výška/ Mean height (m)	Průměrná hmotnatost/ Mean volume (m ³)
Smrk/Spruce	206	32	23	0,86
Borovice/Pine	123	38	24	1,25
Bříza/Birch	23	34	24	0,96
Modřín/Larch	35	45	27	1,65
Dub/Oak	16	34	22	1,03
Celkem/Total	403			

Tab. 2.

Těžební zásah u výběrného způsobu hospodaření na 1 hektar plochy - varianta a (výše těžby vypočtena na základě Melárdova vzorce), varianta b (výše těžby odpovídá celkovému běžnému přírůstu)
Selection cutting on 1 hectare - a variant (the cutting amount calculated on the basis of Melárd's formula), b variant (cutting volume corresponds to the total current volume increment)

Dřevina/ Species	Počet stromů/ Number of trees	Průměr/Mean			Celkový objem/ Total volume (m³)
		d _{1,3} /DBH (cm)	Výška Height (m)	Objem/Volume (m³)	
Varianta a/a variant					
SM ¹	11	39,2	27,4	1,6	17,1
BO ²	10	42,1	26,4	1,6	16,4
BR ³	9	33,3	25,8	0,9	8,1
MD ⁴	1	55,6	32,4	3,1	3,1
Celkem/Total	31				44,7
Varianta b/b variant					
SM ¹	24	39,2	27,4	1,6	38,4
BO ²	10	42,1	26,4	1,6	16,4
BR ³	9	33,3	25,8	0,9	8,1
MD ⁴	1	55,6	32,4	3,1	3,1
Celkem/Total	44				66,0

Captions: ¹Norway spruce, ²Scots pine, ³European birch, ⁴European larch

VÝSLEDKY

Náklady na těžební činnost

Na zkoumané TVP byl zjištěn poměrně nízký CBP – 6,6 m³/ha.rok (na LÚ Klokočná byl v jiných porostech zjištěn CBP v rozmezí 7,3 – 8,8 m³/ha.rok). Nízký CBP je do značné míry způsoben vysokým podílem borovice, u které byl zjištěn ve všech tloušťkových stupních nižší CBP i přírůstové procento v porovnání se smrkem. Etát stanovený Melárdovým vzorcem byl vyčíslen na 4,5 m³/ha.rok, což představuje 45 m³ za decennium. To je necelých 70 % CBP a znamenalo by to nárůst hektarové zásoby o cca 20 m³ za decennium. Hlavní příčina disproporce mezi CBP a etátem spočívá v tom, že porost není ještě v cílovém stavu výběrné struktury a není také dosažen stav rozdělení zásob vyrovnaného výběrného lesa. Modelový těžební zásah pro obě varianty výše etátu je uveden v tab. 2.

Do modelů ekonomických kalkulací nákladů a výnosů těžební činnosti na období 100 let (aby bylo možné porovnání s ostatními hospodářskými způsoby) byly použity v současnosti dostupná data – tedy vypočtený a induktivně umístěný etát. Jak již bylo výše naznačeno, je třeba chápat provedené kalkulace jako předběžné a se značnou pravděpodobností také podhodnocené.

Na základě výše uvedených zadání byly vykalkulovány přímé náklady na těžbu a přibližování mýtní zásoby ve výši:

- 147 200 Kč pro holosečné hospodářství (v rozpětí od 124 400 do 170 100 Kč)
- 216 008 Kč pro podrostní hospodářství
- 223 200 Kč pro výběrné hospodářství – varianta a
- 327 300 Kč pro výběrné hospodářství – varianta b

Vykalkulovány byly i přímé náklady na těžbu a přibližování probírkové hmoty ve výši 23 040 Kč pro holosečné hospodářství a 37 352 Kč

pro podrostní hospodářství. Při výběrném způsobu se výchovná těžba nerozlišovala.

Výnosy za těžební činnost

V tab. 3 jsou uvedeny potenciální výnosy za celou dobu obmýtní pro jednotlivé uvažované hospodářské způsoby. Rozdíl mezi holosečným a podrostním způsobem na jedné straně a výběrným na straně druhé je způsoben rozdílnou uvažovanou výší mýtní těžby. Ta u podrostního a holosečného způsobu odpovídá současné porostní zásobě stoletého porostu a u výběrného odpovídá současnému ročnímu běžnému přírůstu vynásobenému uvažovanou produkční dobou 100 let. Ve druhé variantě je pak odvozena z Melárdova vzorce. Vzhledem ke zvolené metodice jsou kalkulované výnosy pro podrostní a holosečný způsob stejné (441 tis. Kč/ha). Ty jsou přitom velmi vyrovnané s výnosy při použití Melárdova vzorce pro odvození etátu výběrného způsobu (458 tis. Kč/ha). Pokud se použije jako vstup do výnosových kalkulací běžný roční objemový přírůst coby ukazatel těžebních možností, zvýší se očekávaný výnos za 100 let o více než 300 tis. Kč (764 tis. Kč/ha).

Po započtení režijních nákladů vyplývá z rozdílů výnosů a úplných vlastních nákladů pro analyzovaný porost 626A9/01b konečná efektivnost hospodaření reprezentovaná zde hrubým ziskem. Výsledky jednotlivých analyzovaných variant jsou uvedené v souhrnných tab. 4 a 5. Efektivnost hospodaření je velmi variabilní, u holosečného způsobu hospodaření kolísá hrubý zisk od 6,6 tis. po 67,5 tis. Kč/ha.rok. Klíčovým parametrem jsou přitom náklady na pěstební činnost, které se zásadně liší podle nastavených pěstebních podmínek. U podrostního způsobu hospodaření je tomu podobně, nicméně výsledky obou alternativ závazného podílu MZD jsou méně diferencované (18,1, resp. 53,9 tis. Kč/ha.rok). Absolutně nejvyšší difference poskytly výsledky při hodnocení analyzovaných variant výběrného způsobu (17,4 – 302,8 tis. Kč/ha.rok). Zde je efektivnost hospodaření zásadně ovlivňována výší těžby a pěstebními náklady na úpravu druhové skladby.

Tab. 4.

Přímé náklady na hospodaření [tis. Kč/ha] podle jednotlivých variant
Direct costs of forests management [thousands CZK/ha] by variations

	Podíl MZD 3 % SSS ⁸ proportion 3%		Podíl MZD 25 % SSS proportion 25%		Výběrný hospodářský způsob/ Selection silvicultural system					
	Holosečné/ Clear cutting	Podrostně/ Shelterwood	Holosečné/ Clear cutting	Podrostně/ Shelterwood	Bez umělé obnovy/ No artificial regeneration		Úprava druhové skladby umělou obnovou/Artificial regeneration			
					Etát Melárd ⁶	Etát vyhl. ⁷	Etát Melárd ⁶	Etát vyhl. ⁷		
Přirozená obnova ¹	40 %	0 %	96 %	30 %	0 %	75 %	100 %	100 %	96 %	96 %
Pěstební činnost ²	117,3	151,2	44,6	138,5	164,2	72,1	27,7	27,7	115,7	115,7
Výchova porostů ³	23,0	23,0	37,4	23,0	23,0	37,4	0	0	0	0
Mýtní úmyslná těžba ⁴	147,2	147,2	216,0	147,2	147,2	216,0	223,2	327,3	223,2	327,3
Celkem⁵	287,5	321,4	298	308,7	334,4	325,5	250,9	355	338,9	443

Captions: ¹natural regeneration, ²silviculture measures, ³tending, ⁴final cut, ⁵total, ⁶amount of final cut according to the Melárd's formula, ⁷amount of final cut corresponds to the total current volume increment, ⁸soil improving and stand stabilizing species

DISKUSE A ZÁVĚR

Exaktní ekonomické hodnocení a zejména vzájemné srovnání jednotlivých způsobů hospodaření je velmi složité, protože je nutné brát v úvahu i některé parametry, které jsou obtížně zjistitelné a v čase značně proměnlivé. Především jde o změnu hodnoty dřevní produkce v průběhu dlouhé obnovní doby, do které se promítají nejen změny kvantitativní, ale i kvalitativní, přesuny do jiných sortimentních tříd v důsledku zvětšování tloušťky a změny v cenách těchto sortimentů způsobené oscilacemi trhu. Kromě toho je také nutné počítat s faktorem času, druhovým složením porostů a s proměnlivostí stanoviště (bonita, lesní typ či hospodářský soubor). K tomu je navíc nutné připojit zhodnocení i nově vznikajícího porostu (PULKRAB et al. 2010).

V České republice standardně široce aplikovaný podrovní a holosečný způsob hospodaření vyšly z provedených analýz jako ekonomicky efektivní postupy se vzájemně srovnatelnými výsledky. Zatímco podrovní způsob hospodaření vykazuje významně nižší náklady na pěstební činnost, holosečná obnova je levnější z hlediska těžebních nákladů. Pokud bychom z hodnocených variant uvažovali ty nejpravděpodobnější (tj. dodržet podíl MZD 25 % a holosečné hospodaření bez přirozené obnovy), pak je podrovní způsob hospodaření ekonomicky efektivnější než hospodaření holosečné (18 tis. Kč/ha.rok vers. 6,6 tis. Kč/ha.rok). Tyto relace hrubého zisku lesní výroby odpovídají i některým předchozím zjištěním (PULKRAB 2006). Pokud bychom kalkulovali určitý podíl harvesterových těžeb v rámci podrovního způsobu hospodaření, rozdíl v efektivitě hospodaření se ještě více zvýší.

Výsledky hodnocení ekonomické efektivity výběrného hospodářského způsobu jsou zatíženy značnou nejistotou v oblasti vývoje výnosů (varianty a, b). Jak se bude vyvíjet produkce porostu v dalších letech, lze v současnosti jen těžko předvídat. Jisté je, že bude nutné dosáhnout vyrovnání těžeb a přírůstků, aby došlo k dosažení vyrovnané ekonomické zásoby porostu. Vzhledem k tomu, že v prvních obdobích se bude těžit především dnes již slabě přirůstající borovice, která původ-

ně vytvářela stejnověký porost, lze předpokládat postupné zvyšování CBP i etátu. Na druhou stranu jsou známé výsledky z porostů ve fázi přestavby na výběrný les, kde sice došlo v první fázi přestavby ke vze-stupu CBP, následně však byl zaznamenán poměrně výrazný pokles běžného objemového přírůstu (TRUHLÁŘ 1996; ŠILHÁNEK 2008).

Velký vliv na efektivitu hospodaření ve výběrném lese mají také náklady. Zde je ekonomická rentabilita významně ovlivněna intenzitou pěstební činnosti. Ta by měla být obecně ve výběrném lese nízká (to reprezentuje varianta bez umělé obnovy). Nižší náklady na zalesňování jsou obecně považovány za ekonomickou výhodu u přírodě blízkých způsobů hospodaření (MAYER 1968; LEIBUNDGUT 1975, 1983; MOHR, SCHORI 1999). Pokud však kromě porostní diferenciace chceme dosáhnout i významnější změny druhové skladby (což by měl být i jeden z cílů na modelovém území LÚ Klokočná, kde je druhová skladba od přirozené značně vzdálená), je tato činnost naopak ve strukturně diferencovaném porostu náročnější a výsledně i nákladnější (což je ovšem významně ovlivněno tlakem zvěře – varianta s umělou obnovou). Náklady na těžební činnost jsou u všech analyzovaných variant výběrného způsobu hospodaření jednoznačně nejvyšší. Přitom bylo v minulosti naopak poukazováno na nižší těžební náklady (především nižší jednotkové těžební náklady) při uplatnění přírodě blízkých způsobů pěstování lesů (LEIBUNDGUT 1983). V poslední době se však s nárůstem využívání výkonnějších, a tím i efektivnějších harvesterových technologií významně snižují těžební náklady při holosečném hospodaření a dochází tak k zužování nákladového rozpětí mezi různými variantami hospodaření (HANEWINKELE 2002). Je však třeba mít na paměti, že ceny harvesterových technologií značně kolísají v závislosti na dodavateli a také v závislosti na nabídce a poptávce po těchto službách.

V úvahu je nutné vzít i předpokládané vyšší režijní náklady při obhospodařování strukturně diferencovaných porostů, do kterých by se promítly i vyšší náklady na zpracování lesních hospodářských plánů a na zpřístupnění porostů. Pokud bychom v našem modelu například uvažovali režijní náklady u výběrného hospodaření o 15 % vyšší než u pasečného hospodaření, dojde k poměrně výraznému snížení poten-

Tab. 5.

Hrubý zisk [tis. Kč/ha] dosažený pro jednotlivé modelové varianty (*výsledky při zvýšené režii o 15 %)
Gross profit [thousands CZK/ha] achieved for the individual model variants (* results in increased overhead by 15%)

	Podíl MZD 3 % SSS ⁶ proportion 3%		Podíl MZD 25 % SSS ⁶ proportion 25%		Výběrný hospodářský způsob/ Selection silvicultural system							
	Holosečně/ Clear cutting		Podrovně/ Shelterwood		Holosečně/ Clear cutting		Podrovně/ Shelterwood		Bez umělé obnovy/ No artificial regeneration		Úprava druhové skladby umělou obnovou/Artificial regeneration	
									Etát Melárd ⁷	Etát vyhl. ⁸	Etát Melárd ⁷	Etát vyhl. ⁸
Přirozená obnova ¹	40 %	0 %	96 %	30 %	0 %	75 %			100 %	100 %	96 %	96 %
Výnosy ² (tis. Kč/ha)	441,3	441,3	441,3	441,3	441,3	441,3			458,0	764,3	458,0	764,3
Přímé náklady ³ (tis. Kč/ha)	287,5	321,4	298	308,7	334,4	325,5			250,9	355,0	338,9	443,0
Úplné vlastní náklady ⁴ (tis. Kč/ha)	373,8	417,8	387,4	401,3	434,7	423,2			326,2 363,8*	461,5 514,8*	440,6 491,4*	575,9 642,4*
Hrubý zisk ⁵ (tis. Kč/ha)	67,5	23,5	53,9	40	6,6	18,1			131,8 94,2*	302,8 249,5*	17,4 -33,4*	188,4 121,9*

Captions: ¹natural regeneration, ²revenues, ³direct costs, ⁴complete prime costs, ⁵gross profit, ⁶soil improving and stand stabilizing species, ⁷amount of final cut according to the Melárd's formula, ⁸amount of final cut corresponds to the total current volume increment

ciálního výnosu u výběrného hospodaření (viz druhý řádek v tabulce úplných vlastních nákladů a výnosů u výběrného způsobu hospodaření). V případě uvažované přeměny druhové skladby (nákladově nejvýhodnější varianta výběrného hospodaření) by se rentabilita tohoto způsobu hospodaření dokonce dostala do záporných čísel. Ukazuje se tedy, že není ekonomicky efektivní uplatňovat výběrný způsob hospodaření a zároveň se snažit významně změnit druhovou skladbu porostů. Ekonomickou náročnost, resp. snížení efektivity hospodaření při zásadní změně druhové skladby od původní dominance smrku směrem ke zvýšení zastoupení listnatých dřevin potvrzují např. MÖHRING a RÜPING (2008).

Ve všech ostatních modelových variantách však výběrný způsob zůstal ekonomicky nejefektivnější. To koresponduje s některými publikovanými pracemi (MAYER 1968; LEIBUNDGUT 1983; MOHR, SCHORI 1999). Naproti tomu HANEWINKEL (2002) konstatuje víceméně srovnatelnou ekonomickou efektivnost pěstování stejnověkých a různověkých (výběrných) porostů a např. VEHKAMÄKI (1996) dospěl k závěru, že stejnověké porosty jsou ekonomicky efektivnější než porosty různověké. Je tudíž zřejmé, že celkový výsledek hodnocení ekonomické efektivity hospodaření je velmi závislý na volbě parametrů a jejich hodnot, které do těchto kalkulací vstupují a také na konkrétních stanovištně-ekologických podmínkách.

Přes značný rozptyl výsledků modelových kalkulací se však zdá, že výběrný hospodářský způsob (s nejvyšším kreditem tzv. přírodě blízkého hospodaření) může být v daných růstových podmínkách plnohodnotná alternativa lesního hospodaření i po ekonomické stránce. Tento pěstební způsob by neměl v současné situaci (v této fázi přestavby porostů) znamenat finanční ztrátu pro vlastníka, ale spíše naopak ekonomický profit.

Poděkování:

Tato práce vznikla v rámci řešení projektu NAZV QI102A085 „Optimalizace pěstebních opatření pro zvyšování biodiverzity v hospodářských lesích“.

LITERATURA

- HALAJ J. 1963. Tabulky na určovanie hmoty a prírastku porastov. Bratislava, SVLP: 327 s.
- HANEWINKEL M. 2002. Comparative economic investigations of even-aged and uneven-aged silvicultural system: a critical analysis of different methods. *Forestry*, 75 (4): 473-481.
- LEIBUNDGUT H. 1975. Über den Arbeitsaufwand für Holzernte, Kulturen und Waldpflege im Plenterwald. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 126: 901-903.
- LEIBUNDGUT H. 1983. Führen naturnahe Waldbauverfahren zur betriebswirtschaftlichen Erfolgsverbesserung? *Forstarchiv*, 54: 47-51.
- MAYER H. 1968. Langfristige waldbauliche Betriebs-rationalisierung. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 23: 687-689, 711-713, 725-728, 742-743, 754-757, 770-771.
- MOHR C., SCHORI CH. 1999. Femelschlag oder Plenterung - ein Vergleich aus betriebswirtschaftlicher Sicht. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 150: 49-55.
- MÖHRING B., RÜPING U. 2008. A concept for the calculation of financial losses when changing the forest management strategy. *Forest Policy and Economics*, 10: 98-117.
- OTTO H.J. 1992. Langfristige ökologische Waldentwicklung: Ökologische Grundlagen des Regierungsprogramms. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 47: 566-568.
- PAŘEZ J. 1987. Sortimentální tabulky pro smrkové a borové porosty různé kvality. *Lesnictví*, 33: 919-944.
- POLENO Z. 1999. Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese. *Kostelec n. Č. lesy, Lesnická práce*: 128 s.
- POLENO Z. 2000. Criteria of felling maturity of individual trees in forest managed under system involving coupes. *Journal of Forest Science*, 46: 53-60.
- PULKRAK K. 2006. Economic effectiveness of sustainable forest management. *Journal of Forest Science*, 52: 427-437.
- PULKRAK K., REMEŠ J., SLOUP M. 2010. Modelová studie přímých nákladů holosečného a podrostního hospodářského způsobu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (Speciál): 16-27.
- REININGER H. 1997. Těžba cílových tloušťek anebo výběr v lese věkových tříd. Praha, Ministerstvo zemědělství: 120 s.
- REMEŠ J., KOZEL J. 2006. Structure, growth and increment of the stands in the course of stand transformation in the Klokočná Forest Range. *Journal of Forest Science*, 52: 537-546.
- REMEŠ J. 2008. Struktura porostů, jejich produkční potenciál a stav půd při uplatnění přírodě blízkého pěstování lesů. Habilitační práce. Praha, ČZU v Praze – FLD: 199 s.
- ŠILHÁNEK J. 2008. Produkce dřeva v převodu z lesa pasečného na výběrný na příkladu Klepačov na ŠLP Křtiny. Disertační práce. Brno, MZLU v Brně: 105 s.
- TESAŘ V., KLIMO E., KRAUS M., SOUČEK J. 2004. Dlouhodobá přestavba jehličnatého lesa na Hetlíně – kutnohorské hospodářství. Brno, MZLU v Brně: 60 s.
- TRUHLÁŘ J. 1996. Pěstování lesů v biologickém pojetí. Brno, MZLU: 117 s.
- VEHKAMÄKI S. 1996. Economic comparison of forest management methods. *Forest Ecology and Management*, 82: 159-169.

MODEL EVALUATION OF MANAGEMENT ECONOMIC EFFICIENCY IN THE APPLICATION OF ALTERNATIVE SILVICULTURAL SYSTEMS

SUMMARY

The purpose of the study was to calculate and analyze economic efficiency of different silvicultural systems in the model stand (described in Tab. 1) at stand conditions characterized as ecosite 4P (Acidic Oak – Fir) at two levels of proportion of ameliorating and improving species 3 and/or 25 % (presented in Tab. 4 and 5). Presented results show relative balance of direct costs of economic activity within three examined systems of forest management. In particular variants of clear-cut management the total direct costs oscillate from 287.5 to 334.4 ths CZK, while in the shelterwood management they fall between 298.0 – 325.5 ths CZK and in the selection system they range from 250.9 to 443 ths CZK. Key parameters for effectiveness assessment for all management methods are based firstly on expenses for silviculture measures and secondly on chosen harvesting technology.

Savings in silvicultural operations result above all from the application of natural regeneration. Therefore the shelterwood and selection management are markedly more economic than clear-cut management. Lower costs of reforestation are generally considered as economic advantage of close-to-nature silvicultural systems (MAYER 1968; LEIBUNDGUT 1975, 1983; MOHR, SCHORI 1999). Lower costs of silvicultural operations are also related to higher ratio of soil improving and stabilizing tree species. If the share of soil improving and stabilizing species (SSS) has to be increased (model variant 25% of SSS that is considered common in contemporary forest management), it is necessary to take into account increased expenses for artificial regeneration and further protection of cultures irrespective of used management system (Tab. 4). Particularly in the case of selection system it is connected with significantly higher costs of silvicultural measures. In the model stand this fact supports a lower proportion of SSS in natural regeneration compared to the upper layer.

Further analysis shows that considerable savings may be achieved by implemented harvesting technology. While in the past close-to-nature silvicultural methods were related to lower harvest costs (namely the unit cutting costs, see LEIBUNDGUT 1983), recently, with increasing application of more powerful and effective harvester technologies the cost range between the management variants gets closer (HANEWINKEL 2002). In our study, the highest harvesting costs were (for all variants) reached in the selection system. The lowest harvesting costs were achieved in the clear cutting system (Tab. 4). In general, it is necessary to consider price fluctuations of harvesting technologies that mostly depend on the provider and supply-and-demand balance on the market.

We must also consider higher expected overhead expenses in the selection system (uneven-aged structurally differentiated stands cultivation), which may consist of higher costs for the processing of forest management plans and for forest access.

Evaluation of economic efficiency of different silvicultural systems is loaded with considerable uncertainty in the yields of selection management (var. a, b, see Tab. 2, 3). Volume of wood production in following years is now difficult to predict. Obviously it will be necessary to achieve balance of felling volumes and increment in order to reach balanced economic standing volume. Given that in the first period mainly pine with lower increment originating from even-aged stand will be harvested, we may expect a gradual increase of current annual increment of the stand. On the other hand, actual relatively higher increment results from the transformation process to the selection forest which typically occurs in the first transformation phase, but may be followed by relatively strong increment decrease (TRUHLÁŘ 1996; ŠILHÁNEK 2008).

Despite considerable variance of the results of model calculations, the selection system (with the highest credit of close-to-nature forest management) in given growth conditions is a valid alternative to common forest management systems. In most model variants the selection system was the economically most efficient way of forest management.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

doc. Ing. Jiří Remeš, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, Česká republika
tel.: 224 382 870; e-mail: remes@fd.czu.cz

PRODUKCE A VÝVOJ PŮDNÍHO PROSTŘEDÍ POROSTŮ NA BÝVALÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH PŮDÁCH V OBLASTI ČESKOMORAVSKÉ VRCHOVINY

PRODUCTION AND DEVELOPMENT OF SOIL ENVIROMENT OF FOREST STANDS ON FORMER AGRICULTURAL LANDS IN THE REGION OF CZECH-MORAVIAN HIGHLAND

VILÉM PODRÁZSKÝ - JIŘÍ PROCHÁZKA - JIŘÍ REMEŠ

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

ABSTRACT

Presented study evaluates the stands established in the 1960s on former agricultural lands, from the production and soil forming point of view in higher elevations (610 – 640 m a.s.l.) of the Czech-Moravian Highland (Českomoravská vrchovina). The standing volume, amount and soil chemistry characteristics as well as the soil chemistry in mineral soil layers 0 – 10 and 10 – 20 cm were compared in new stands in 2 Norway spruce (*Picea abies* L. (KARST.)), 1 European larch (*Larix decidua* MILL.), 1 sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) stands and on meadow and arable soil. The production was roughly 50% superior comparing to stands on permanent forest sites. Stands of conifers accumulated considerable amount of surface humus, the soil improvement effects of sycamore were documented in the mineral soil horizons. In general, main tree species effects consisted in the nutrients uptake and in organic matter enrichment of soils.

Klíčová slova: zalesnění zemědělských půd, smrk, modřín, klen, produkce porostů, stav půd, akumulace humusu, Českomoravská vrchovina

Key words: afforestation of agricultural lands, spruce, larch, sycamore, stand production, soil conditions, humus accumulation, Czech-Moravian Highland

ÚVOD

Zalesňování zemědělských půd patří k historii krajiny Českomoravské vrchoviny stejně jako k historii jiných, především podhorských a horských oblastí České republiky. Zejména období padesátých a šedesátých let minulého století představovalo významnou etapu ve změnách využití půdy, kdy docházelo k rozsáhlému zalesňování půd, které neměly další perspektivní zemědělské využití (HATLAPATKOVÁ, PODRÁZSKÝ 2011; PODRÁZSKÝ, PROCHÁZKA 2009; ŠPULÁK 2006). Vyhodnocení stavu a vývoje porostů založených na těchto půdách je důležité pro jejich další obhospodařování. Diskutovaná nadprůměrná produkce jehličnanů na těchto stanovištích je v kontrastu s kvalitou dříví, jež je zhoršená častými hnilobami. Velký význam má pak především kvalita půdního prostředí, které jsou různé dřeviny do jisté míry schopny ovlivnit. Do popředí se dostává otázka obnovení humusových vrstev a koloběhu látek typického pro lesní půdy (KACÁLEK et al. 2006, 2010; PODRÁZSKÝ et al. 2010a). Aktuální jsou poznatky, do jaké míry jsou jednotlivé dřeviny a jejich směsi schopné využít dostupné živiny v půdě a zároveň přispět k obnovení lesního charakteru půd, především doplněním půdy o organickou hmotu. Cílem této práce bylo proto zjistit produkční schopnost různých dřevin, a to smrku ztepilého (*Picea abies* L. (KARST.)), modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.)

a javoru kleny (*Acer pseudoplatanus* L.) na bývalých zemědělských půdách v oblasti Českomoravské vrchoviny a dále na základě rozborů vzorků půdy a humusu popsat vliv těchto dřevin na dynamicky se vyvíjející půdní prostředí a přispět tak k rozšíření poznatků v problematice vývoje půdního prostředí po zalesnění (např. BARTOŠ et al. 2007; MAREŠ 2006; NOVÁK, ŠLODIČÁK 2006; PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNÍK 2002; PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008; HAGEN-THRON et al. 2004; KACÁLEK et al. 2010) v rámci dané případové studie.

MATERIÁL A METODIKA

Zájmová lokalita se nachází u obce Krucemburk v PLO 16 – Českomoravská vrchovina. Soubor výzkumných ploch je situován na mírném svahu se severní expozicí v nadmořské výšce 610 – 640 m n. m. Roční srážkový úhrn je 700 – 800 mm, průměrné roční teploty činí 5 – 6 °C. Horninové podloží tvoří především metamorfity fylit a metaryolit. Jako původní půdní typy lze předpokládat oglejené kambizemě, na zamokřených místech až gleje (NĚMEČEK et al. 2001), zemědělským hospodařením ale výrazně změněné. Na přelomu padesátých a šedesátých let minulého století zde bylo zalesněno cca 45 ha zemědělské půdy. Jednalo se především o vlhké, nebo naopak velmi suché louky

bez perspektivy dalšího rentabilního zemědělského využití. Zalesnění bylo provedeno do naoraných brázd, místy byla půda připravena celoplošně, vlhké části byly odvodněny systémem struh. Různorodost stanovištních podmínek se odrazila ve výběru dřevin. Byly použity především dřeviny: smrk ztepilý (*Picea abies* L.), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) a olše (*Alnus glutinosa* (L.) GAERTN., *Alnus incana* L., nehodnoceno), místy modřín evropský (*Larix decidua* MILL.), javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.), bříza bradavičnatá (*Betula pendula* L., nehodnoceno) a jiné vtroušené dřeviny. V září 2010 bylo založeno pět trvalých výzkumných ploch na poměrně homogenní části v porostech smrku (tři plochy), modřínu a kleny na bývalé zemědělské půdě (tab. 1). Kontrolní plochy na trvalé lesní půdě byly založeny ve dvou stanovištně i věkově odpovídajících smrkových porostech mezi obcemi Košinov a Vortová (vzdálené 3 a 6 km).

Plochy byly založeny jako kruhové o velikosti 0,1 ha, pouze plocha kleny je vzhledem k tvaru a rozloze porostní skupiny obdélníková o velikosti 0,06 ha (15 x 40 m). Pro založení ploch byly vybrány souvislé, plně zapojené části porostů, aby bylo možno demonstrovat maximální produkční možnosti dřevin na těchto stanovištích. Inventarizace zásoby porostů byla provedena podle metodiky ŠMELKA (2000). Plochy byly vyprůměrkovány naplno, sestaveny tloušťkové grafikonky. V každém zastoupeném tloušťkovém stupni bylo vybráno 3 – 7 stromů, u kterých byla změřena výška. Počet vybraných stromů na měření výšky odpovídal četnosti zastoupení jednotlivých tloušťkových stupňů. Celkově byla měřena výška u 30 – 40 stromů na každé ploše. Byly sestaveny výškové křivky porostů. Využita byla Michajlovova funkce: kde h je výška stromu, $d_{1,3}$ je výčetní tloušťka, e základ přirozeného logaritmu. Koeficienty a, b byly vypočteny na základě regresní analýzy pro každou plochu zvlášť. Byl vypočten objem hroubí s kůrou každého stromu podle objemových rovnic PETRÁŠE, PAJTÍKA (1991) a údaje přepočteny na plochu jednoho hektaru. Zásoby porostů byly porovnány s růstovými a taxačními tabulkami (ČERNÝ et al. 1996).

Odběr vzorků půdy a humusu byl proveden v září 2010 ve zhruba padesátiletých porostech na bývalé zemědělské půdě (plochy SM I, SM II, KL, MD), pro kontrolu také na přilehlém poli a louce. Kvantitativní odběry holorganických horizontů v jehličnatých porostech byly provedeny pomocí kovového rámečku o rozměrech 25 x 25 cm, byly odebírány jednotlivé humusové vrstvy L+F1, F2, H (GREEN et al. 1993). Na rozdíl od uvedených autorů, horizont F byl diverzifikován do dvou vrstev díky dosud iniciálnímu stavu vývoje nadložních horizontů. Méně rozložená část tak byla při odběru zahrnuta

do vrstvy opadu. Dále byly odebrány vzorky minerálních horizontů v hloubkách 0 – 10 a 10 – 20 cm u všech porostů a na poli a louce. Ani v minerálních půdních vrstvách nebyly dosud výrazně diferencovány pedogenetické horizonty. Na každé ploše byla provedena čtyři opakování odběru. Laboratorní analýzu vzorků provedla laboratoř Tomáš se sídlem ve VÚLHM v Opočně podle standardně používaných metodik:

- zásoba sušiny holorganických horizontů (t/ha) při 105 °C,
- pH aktivní a výměnné v 1 N KCl, potenciometricky,
- vlastnosti sorpčního komplexu podle Kappena (S – obsah bází, T – kationtová výměnná acidita, H – hydrolytická acidita, V – nasycení sorpčního komplexu bázemi)
- obsah celkových živin v holorganických horizontech po mineralizaci kyselinou sírovou a selenem (N, P, K, Ca, Mg),
- obsah celkového oxidovatelného uhlíku (humusu) a dusíku podle Kjeldahla,
- obsah přístupných živin (P, K, Ca, Mg) metodou Mehlich III a ve výluhu kyseliny citrónové (např. PODRÁZSKÝ 2006).

Pro statistické zpracování byla použita analýza rozptylu pro vícenásobné porovnávání (ANOVA), následně byly statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými plochami stanoveny metodou párového srovnávání pomocí Tukeyho testů. Testy byly provedeny na hladině významnosti 95 % (software Statistica). Porovnávány byly odpovídající si horizonty.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Přes zaznamenané či předpokládané rozdíly ve stanovištních podmínkách (6O, 6P), mírné rozdíly ve věku i dosavadním vývoji porostů představuje sledované lokality v našich podmínkách jednu z nejvhodnějších pro studium dané problematiky. Do inventarizace zásob byly zahrnuty tři porosty smrku na bývalé zemědělské půdě, k nim dva srovnávací porosty smrku na trvalé lesní půdě a dále porosty modřínu a kleny na bývalé zemědělské půdě, v co nejhomogennějších podmínkách a stavu. Výsledky inventarizace porostní zásoby ukazují na významně vyšší produkci zkoumaných porostů v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ et al. 1996) (tab. 2, 3).

Nejvyšší zásoba hroubí s. k. byla stanovena na ploše SM II, a to 866 m³/ha ve věku 53 let. Při přepočtu na věk 50 let je to 817 m³/ha, což

Tab. 1.

Výzkumné na plochy na lokalitě Krucemburk
Research plots in the locality Krucemburk

Plocha/Plot	Věk/Age (2010)	LT/Ecosite	Velikost plochy/Size of plot [ha]	Využití půdy/Land use
SM I/Spruce I	48	6P1	0,1	Bývalá zemědělská půda/ Former agricultural land
SM II/Spruce II	53	6O1	0,1	
SM III/Spruce III	38	6O1	0,1	
MD/Larch	52	6O1	0,1	
KL/Sycamore	53	6O1	0,06	
SM I kontrola/Spruce I control	52	6P1	0,1	Trvale lesní půda/Standing forest soil
SM III kontrola/Spruce III control	39	6O1	0,1	
Pole/Field	-	-	-	Zemědělské využití/ Agricultural use
Louka/Meadow	-	-	-	

Pozn.: 6P1 – kyselá smrková jedlina se třtinou, 6O1 – svěží smrková jedlina šfavelová.

Note: 6P1 – Acidic Spruce – Fir with *Calamagrostis villosa*, 6O1 – Fresh (Nutrient medium) Spruce – Fir with *Oxalis acetosella*.

je o 53 % více než pro daný porost udávají růstové a taxační tabulky. Na ploše SM I byla rovněž zjištěna zásoba o téměř 50 % přesahující tabulkové hodnoty. Takto vysoké zásoby dřeva ve smrkových porostech demonstrují velmi výmluvně vysokou produkční schopnost smrku na daných stanovištích, na druhou stranu je nutné vzít v potaz, že pro měření byly vybrány souvislé, neproředené, plně zapojené části porostů a nelze očekávat tuto zásobu na celé ploše několikahektarových porostů. Mezi plochami SM I a SM II je dobře vidět rozdíl ve výchově. Vysoká produkce obou porostů je zapříčiněna různými faktory. Zatímco u plochy SM I je to především velký počet slabších kmenů (1 730 ks/ha) o průměrné hmotnosti 0,37 m³, na ploše SM

II hraje hlavní roli výška (27,4 m) i větší tloušťka stromů. Průměrná hmotnost je zde 0,87 m³. Vyšší než tabulkové hodnoty však byly zjištěny i u kontrolních porostů na trvalé lesní půdě. Při porovnání dvou čtyřicetiletých porostů smrku (plochy SM III a SM III kontrola) byla dokonce zjištěna vyšší zásoba u kontrolního porostu na trvalé lesní půdě. V porostu modřinu byla sice zjištěna zásoba menší než tabulkové hodnoty, to bylo ovšem dáno silnou výchovou porostu. Průměrná tloušťka měřených modřinů 30,2 cm a výška 27,9 m rovněž vypovídají o vysoké produkční schopnosti této dřeviny na daném stanovišti. Celkově byla na plochách na lokalitě Krucemburk zjištěna velmi vysoká produkce porostů první generace lesa, a to u všech zkoumaných dře-

Tab. 2.

Výsledky měření porostních charakteristik na jednotlivých plochách
Results of measurements of stands characteristics on particular plots

Plocha/Plot	Věk/ Age	Dřevina/ Tree species	Zastoupení [%]/Species composition	d _{1,3}	h	V _{SK}	N/ha (ks)	G/ha	V m ³ /ha s. k.	AVB
SM I/Spruce I	48	SM/Spruce	100	19,5	22,2	0,37	1 730	56,3	632	32
SM II/Spruce II	53	SM/Spruce	100	27,8	27,4	0,84	1 030	66,8	866	38
SM III/Spruce III	39	SM/Spruce	93	19,6	19,9	0,33	1 440	52,4	477	34
		OLS/Adler	7	25,6	16,0	0,42	90	4,9	38	24
		Celkem/Total	100				1 530	57	515	
MD/Larch	52	MD/Larch	82	30,2	27,9	0,98	440	33,3	432	38
		SM/Spruce	18	29,2	24,4	0,81	120	7,1	97	36
		Celkem/Total	100				560	40	529	
KL/Sycamore	53	KL/Sycamore	100	19,5	21,7	0,37	1 217	40,0	455	32
SM I kontrola/ Spruce I control	51	SM/Spruce	100	24,9	22,1	0,56	1 000	52,5	558	32
SM III kontrola/ Spruce III control	38	SM/Spruce	100	21,3	20,1	0,38	1 350	51,7	515	34

Note: V_{SK} – Volume of mean stem, N/ha [ks] – Number of stems per ha [pcs], G/ha – Basal area per ha, V m³/ha s. k. – Volume with bark per ha, AVB Absolutní výšková bonita – Absolute height site index

Tab. 3.

Stanovení porostní zásoby a porovnání s růstovými a taxačními tabulkami (ČERNÝ et al. 1996)
Determination of stand volume and comparison with growth tables

Plocha/Plot	Reálný věk/ Real age (2010)	Věk srovnávací/ Age for comparison	Korekce věku/Age correction	V m ³ /ha *	V m ³ /ha **	V _{tab} ***	PRP m ³ /ha/rok	Zakmenění /Stocking (V/V _{tab})
SM/Spruce I	48	50	+2	632	658	444	13,2	1,48
SM/Spruce II	53	50	-3	866	817	534	16,3	1,53
SM/Spruce III	39	40	+1	513	526	380	13,2	1,39
MD/Larch	52	50	-2	526	506	530	10,1	0,95
KL/Sycamore	53	50	-3	455	429	318	8,6	1,35
SM I kontrola/ Spruce I control	51	50	-1	558	547	444	10,9	1,23
SM III kontrola/ Spruce III control	38	40	+2	515	543	380	13,6	1,43

Captions: *) V reálně naměřený na výzkumných plochách/Forest stands volume measured on research plots

**) V přepočtené na srovnávací věk pomocí průměrného ročního objemového přírůstu PRP/Recalculated volume with using of mean annual volume increment PRP

***) V pro danou dřevinu, věk a bonitu podle růstových tabulek/Volume for tree species, age and site index according to yield tables

vin, což potvrzují i vysoké hodnoty průměrného ročního objemového přírůstu, který se ve všech případech (s výjimkou kleny) pohyboval nad úrovní 10 m³/ha.rok. To je často zjišťovaný fakt doložený studiemi dalších autorů (např. DUŠEK, SLODIČÁK 2009; BARTOŠ et al. 2006; PODRÁZSKÝ et al. 2010b), včetně extrémně vysokých hodnot přírůstu.

Tab. 4.

Množství akumulovaného humusu v jednotlivých horizontech sledovaných porostů

Amount of accumulated surface humus in particular layers of studied stands

Plocha/Plot	SM I/ Spruce I	SM II/ Spruce II	MD/Larch
Horizont/Horizon	t/ha		
L+F1	9,0 a	12,7 ab	16,9 b
F2	14,76	15,13	12,40
H	39,82	54,21	47,90
Celkem/Total	63,62	82,02	77,19

Pozn.: Statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými plochami v rámci příslušného horizontu jsou označeny různými indexy

Note: Statistically significant differences among particular plots for corresponding horizons are indicated with different indexes

I zde bude ale kvalita dřeva na zkoumaných plochách otázkou dosti problematickou (MAUER 2006) vzhledem k častému výskytu kořenové hniloby i poškození zvěří na sledovaných plochách.

Významným faktorem určujícím obnovu lesního charakteru prostředí bývalé zemědělské půdy je obnova půdního prostředí, především pak vytvoření nadložních vrstev humusu typických pro lesní půdy (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008; KACÁLEK et al. 2006, 2007, 2010; KACÁLEK et al. 2007). Podobně tak tomu je i v případě degradovaných půd, například tzv. buldozerovou přípravou (PODRÁZSKÝ et al. 2006). Všechny tři zkoumané porosty (SM I, SM II a MD) akumulovaly během padesáti let poměrně velké množství nadložního humusu (tab. 4). Nejvíce humusu bylo zjištěno pod smrkovým a modřínovým porostem na LT 6O1, a to 82,02 t/ha, respektive 77,19 t/ha. Množství humusu pod smrkovým porostem na LT 6P1 je 63,62 t/ha. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny pouze u vrstvy opadu mezi porostem modřínu a smrku na LT 6P1. Akumulace humusu je dosti rychlá (1,3 – 1,5 t/ha/rok) a odpovídá výsledkům měření na jiných lokalitách (PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNÍK 2002; PODRÁZSKÝ, PROCHÁZKA 2009). V porostu kleny nebylo možno díky dobré dekompozici opadu vylišit a odebrat jednotlivé vrstvy nadložního humusu, což je při rychle rozložitelném opadu na bohatším stanovišti běžný jev.

Hodnoty půdní reakce aktivní i v 1N roztoku KCl nevykazovaly v holorganických horizontech významné rozdíly mezi jehličnatými porosty (tab. 5). V minerálních horizontech 0 – 10 a 10 – 20 cm bylo nejnižší pH (KCl) v obou porostech smrku, následované modřínem a klenem. Smrk se zde projevil jako dřevina nejvíce okyselující půdní prostředí (podobně i PODRÁZSKÝ, ŠTĚPÁNÍK (2002) a HAGEN-THORN

Tab. 5.

Půdní reakce aktivní a potenciální, stav charakteristik půdního sorpčního komplexu (S, H, T, V) v jednotlivých horizontech sledovaných ploch

Soil reaction active and potential and soil adsorption complex characteristics (S, H, T, V) in particular horizons of studied plots

Plocha/Plot	Horizont/Horizon	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	S mval/100g	H (T-S) mval/100g	T mval/100g	V %
SM I/Spruce I	L+F1	5,4	4,7	30,0	36,4 a	66,4 a	44,6
	F2	4,7	4,0	24,5	59,0	83,5	28,7
	H	4,5	3,8	16,7	60,6	77,3	21,0
	0-10	4,5	3,5 a	3,0 a	11,8 b	14,8 a	19,8 a
	10-20	4,7 ab	3,7 ab	4,3 a	7,9 b	12,2 a	33,9 a
SM II/Spruce II	L+F1	5,3	4,5	25,4	44,9 ab	70,4 ab	36,2
	F2	4,5	3,8	16,6	60,9	77,5	21,5
	H	4,3	3,6	11,9	55,3	67,2	18,5
	0-10	4,5	3,5 ab	10,3 c	11,8 b	22,1 b	46,5 bc
	10-20	4,5 a	3,6 ab	11,2 b	6,8 ab	18,1 b	62,2 c
MD/Larch	L+F1	5,3	4,3	30,7	53,1 b	83,8 b	36,8
	F2	4,6	3,8	23,2	71,7	94,8	24,1
	H	4,3	3,4	16,9	72,3	89,2	18,8
	0-10	4,7	3,9 abc	10,3 c	10,2 b	20,5 b	50,1 bc
	10-20	4,9 ab	4,2 c	13,2 b	7,3 b	20,4 b	64,4 c
KL/Sycamore	0-10	4,6	3,9 abc	12,2 c	11,2 b	23,4 b	52,4 bc
	10-20	4,7 ab	3,9 abc	10,7 b	7,9 b	18,5	57,4 bc
Pole/Field	0-10	4,7	4,1 c	6,6 b	5,2 a	11,8 a	55,2 c
	10-20	4,8 ab	4,1 bc	6,5 a	4,8 a	11,3 a	57,6 bc
Louka/Meadow	0-10	4,9	4,0 bc	4,7 ab	6,7 a	11,4 a	40,7 b
	10-20	5,0 b	4,1 bc	4,7 a	6,3 ab	11,1 a	42,2 ab

Pozn.: Statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými plochami v rámci příslušného horizontu jsou označeny různými indexy

Note: Statistically significant differences among particular plots for corresponding horizons are indicated with different indexes

et al. (2004). Nejvyšší hodnoty (4,0 – 4,1) byly zjištěny na zemědělské půdě. Celkově jsou však hodnoty půdní reakce velmi nízké. VACEK et al. (2009) hodnotí výměnnou půdní reakci zemědělské půdy v podobných poměrech okolo 4 jako extrémně kyselou a odpovídající zdejší přírodním podmínkám, tj. kyselému podloží a ovlivnění vodou. Vzhledem k těmto podmínkám lze očekávat ještě další pokles pH do započítání obnovy těchto porostů.

Stav půdního sorpčního komplexu v holorganických vrstvách nevykazoval významné rozdíly mezi jehličnatými porosty. V minerálních horizontech se však již projevil vliv stanoviště a způsobu využití půdy. Prokazatelně vyšší obsah výměnných bází (S), kationtové výměnné kapacity (T) a nasycenosti sorpčního komplexu bázemi (V) byly v porostech na bohatších stanovištích 6O1 (plochy SM II, MD, KL). Oproti tomu v porostu smrku na LT 6P1 (plocha SM I) a na louce byly hodnoty těchto charakteristik významně nižší. V orné půdě je oproti lesním porostům na LT 6O1 menší celkový obsah bází, ale nasycení sorpčního komplexu bázemi je s nimi porovnatelné (50 – 60 %). Vzhledem k vysoké produkci porostů lze očekávat další odběr bází z půdy jehličnatými porosty a jejich další pokles. Nižší obsah bází ve starších lesních porostech na trvalé lesní půdě uvádějí např. PODRÁZSKÝ, PROCHÁZKA (2009) a PODRÁZSKÝ et al. (2010b). Naopak listnaté dřeviny (v této práci klen, v jiných bříza, olše) vykazují lepší koloběh bazických živin a nevedou k jejich nadměrnému odběru a následnému okyselování půdy. Hydrolytická acidita byla vyšší pod porosty lesních dřevin ve srovnání se zemědělskou půdou. Tyto rozdíly se promítly výrazně i do hodnot kationtové výměnné kapacity, které byly významně nižší v zemědělsky využívané půdě. Rozdíly nasycení sorpčního komplexu bázemi byly výrazně nižší pod porostem smrku a na louce. Všechny tyto difference byly kromě dřevinného složení založených lesních porostů ovlivněny i stanovištními rozdíly a neznámými vlivy v minulosti.

Hodnoty obsahu celkového dusíku nevykazují mezi jednotlivými porosty v humusových vrstvách statisticky významné rozdíly. Situace se ale mění v minerálních horizontech v hloubkách 0 – 10 cm a 10 – 20 cm. Nejvyšší obsah dusíku je pod porostem kleny a pod smrkem na LT 6P1 (SM I). Nejnížší hodnoty byly naopak zjištěny na orné půdě a pod smrkem na LT 6O1 (SM II). Mezi zemědělskou a lesní půdou se přitom u ostatních porostů příliš nelišily.

Nejvyšší obsah celkového humusu (tab. 6) byl v holorganických horizontech zjištěn pod porostem modřínu, na což může mít vliv začínající podzimní opad jehličí a také opad vyvinutého bylinného a keřového patra v prosvětleném modřínovém porostu. Vyloučen není ani pomalejší rozklad a míšení organických a minerálních půdních součástí, to by bylo v souladu se staršími pracemi (PODRÁZSKÝ 2006), kdy byla v porostech modřínu také indikována pomalejší dekompozice a transformace modřínu ve srovnání se smrkem. Tomu odpovídá i nižší obsah uhlíku (humusu) v minerální půdě modřínového porostu, vyšší pod smrkem a nejvyšší ze sledovaných lesních dřevin pod klenem (0 – 10 cm, hlouběji hodnoty vyrovnanější). Nejméně humusu bylo zjištěno na orné půdě (do 2 %), což vypovídá o zdejší velmi nepříznivé bilanci uhlíku. Na louce se obsah humusu blíží 3 %. Celkově je ale obsah humusu v minerálních horizontech nových lesních porostů zatím nízký (4 – 7 %). Obvyklý obsah humusu v horizontu Ah porostů na trvalé lesní půdě je přitom násobně vyšší, v některých případech až 20 – 30 % (NĚMEČEK et al. 2001; PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). PODRÁZSKÝ, PROCHÁZKA (2009) uvádějí téměř dvojnásobně vyšší obsah humusu ve smrkovém porostu s příměsí břízy oproti čisté smrčtině na bývalé zemědělské půdě. Proces obohacování půdy humusem je tedy teprve v iniciační fázi a hodnot obvyklých pro trvalé lesní porosty bude pravděpodobně dosaženo až v další generaci lesa.

Obsah živin v celkové formě (tab. 7) bylo možno sledovat pouze v nadložních horizontech porostů smrku a modřínu. Celkového dusíku je nejméně v porostu smrku na LT 6O1, opad modřínu indikuje

rovněž pomalejší dekompozici. Nejvíce fosforu je naopak v obou sousedních porostech smrku a modřínu na LT 6O1. Tyto rozdíly souvisejí zcela určitě s charakterem stanoviště i dřívějším obhospodařováním sledovaných ploch. V horizontu L+F1 bylo doloženo nejvíce draslíku v porostu modřínu. Nejvíce vápníku je ve svrchních humusových horizontech L+F1. V nižších horizontech je patrný značný pokles obsahu této živiny (především ve smrkových porostech), což vypovídá o účinném odběru této živiny intenzivně rostoucím porostem a současně o možném vyplavování z hlubších půdních horizontů. Smrkový porost na chudším stanovišti 6P1 má výrazně menší obsah hořčíku v opadu, což je patrné především v hlubších holorganických horizontech a v budoucnu to může představovat problém z hlediska výživy hořčíkem na chudých stanovištích (NOVOTNÝ et al. 2010; VAVŘÍČEK et al. 2010).

Obsah přístupného fosforu ve výluhu činidlem Mehlich III nevykazoval významné rozdíly v humusových horizontech jehličnatých porostů, pouze ve vrstvě opadu byl obsah P významně vyšší pod modřínovým porostem, tendence vyšších hodnot byla zaznamenána i hlouběji (tab. 8). Značné rozdíly byly zjištěny v minerálním horizontu, a to mezi lesními porosty a zemědělskou půdou. Na zemědělské půdě je obsah fosforu až 5 x vyšší než v lesních porostech, což je zřejmým důsledkem

Tab. 6.

Stanovení obsahu celkového dusíku a oxidovatelného uhlíku (humusu) v jednotlivých horizontech sledovaných ploch
Total nitrogen and oxidizable carbon (humus) content in particular horizons of studied plots

Plocha/Plot	Horizont/ Horizon	N (Kjeldahl) %	C ox %	Humus %
SM I/ Spruce I	L+F1	1,66	18,43 a	31,77 a
	F2	1,52	21,46	36,99
	H	1,10	17,47	30,12
	0-10	0,31 bc	3,68 c	6,34 c
	10-20	0,25 b	2,47 bc	4,25 bc
SM II/ Spruce II	L+F1	1,52	21,78 a	37,55 a
	F2	1,37	23,06	39,76
	H	1,02	16,82	28,99
	0-10	0,19 a	2,32 b	4,00 b
	10-20	0,14 a	3,32 c	5,72 c
MD/Larch	L+F1	1,76	29,97 b	51,67 b
	F2	1,53	25,94	44,73
	H	1,18	20,76	35,80
	0-10	0,17 a	2,22 ab	3,83 ab
	10-20	0,20 ab	2,13 abc	3,67 abc
KL/ Sycamore	0-10	0,38 c	4,20 c	7,24 c
	10-20	0,23 ab	2,58 bc	4,45 bc
Pole/Field	0-10	0,15 a	1,09 a	1,88 a
	10-20	0,13 a	1,13 ab	1,94 a
Louka/ Meadow	0-10	0,24 ab	2,32 b	4,00 b
	10-20	0,19 ab	1,83 ab	3,16 ab

Pozn.: Statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými plochami v rámci příslušného horizontu jsou označeny různými indexy

Note: Statistically significant differences among particular plots for corresponding horizons are indicated with different indexes

Tab. 7.

Celkový obsah makroživin v holorganických horizontech sledovaných ploch
Total macronutrients content in particular holorganic horizons of studied plots

Plocha/Plot	Horizont/ Horizon	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
SM I/Spruce I	L+F1	1,64 ab	0,08	0,12 a	0,55	0,06 a
	F2	1,51	0,10 a	0,16	0,10 a	0,06
	H	1,16	0,10 a	0,22	0,07	0,04 a
SM II/Spruce II	L+F1	1,50 a	0,08	0,11 a	0,51	0,08 b
	F2	1,39	0,08 ab	0,12	0,12 ab	0,17
	H	1,01	0,09 ab	0,20	0,06	0,41 b
MD/Larch	L+F1	1,70 b	0,08	0,24 b	0,43	0,08 ab
	F2	1,45	0,07 b	0,14	0,23 b	0,13
	H	1,19	0,08 b	0,21	0,14	0,34 b

Pozn.: Statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými plochami v rámci příslušného horizontu jsou označeny různými indexy

Note: Statistically significant differences among particular plots for corresponding horizons are indicated with different indexes

Tab. 8.

Obsah přístupných živin ve výluhu Mehlich III v jednotlivých horizontech sledovaných ploch
Plant available macronutrients content in the Mehlich III leach in particular horizons of studied stands

Plocha/Plot	Horizont/ Horizon	P	K	Ca mg/kg	Mg
SM I/Spruce I	L+F1	23 a	407	2 185 a	286 a
	F2	24	299	1 872	260 a
	H	23	344 b	1 811	269
	0-10	5 a	70 a	414 a	77 a
	10-20	5 a	54 a	368 a	69 ab
SM II/Spruce II	L+F1	26 a	420	2 410 ab	285 a
	F2	23	273	2 014	271 a
	H	18	195 a	1 463	227
	0-10	5 a	67 a	573 a	119 a
	10-20	1 a	54 a	751 bc	164 cd
MD/Larch	L+F1	41 b	601	3 004 b	503 b
	F2	31	277	2 532	408 b
	H	34	183 a	1 733	314
	0-10	10 ab	79 a	508 a	113 a
	10-20	5 a	92 ab	1 097 cd	220 e
KL/Sycamore	0-10	2 a	359 b	903 b	231 b
	10-20	1 a	191 b	737 abc	217 de
Pole/Field	0-10	29 c	87 a	1 045 b	108 a
	10-20	24 c	87 ab	1 141 d	115 bc
Louka/Meadow	0-10	20 bc	78 a	642 a	77 a
	10-20	14 b	55 a	626 ab	51 a

Pozn.: Statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými plochami v rámci příslušného horizontu jsou označeny různými indexy

Note: Statistically significant differences among particular plots for corresponding horizons are indicated with different indexes

hnojení těchto půd. Naopak velmi intenzivně rostoucí lesní porosty v průběhu padesáti let efektivně využily přístupný fosfor a zabudovaly jej do své biomasy. Množství této živiny pod lesními porosty nyní odpovídá podobným hodnotám zjištěným na Českomoravské vrchovině (PODRÁZSKÝ, PROCHÁZKA 2009) a na ŠLP Kostelec nad Černými lesy (PODRÁZSKÝ et al. 2010b). Nejvíce přístupného draslíku bylo zjištěno v porostu kleny, a to i v porovnání se zemědělskou půdou. Nejednoznačná je situace u vápníku. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny na orné půdě, dále v porostu kleny. Nejméně Ca je na živinově chudším stanovišti ve smrků na LT 6P1. Významně vyšší obsah Mg je v humusových horizontech MD oproti SM. V minerálních horizontech je více hořčíku v porostech na LT 6O1 než ve smrkovém porostu na LT 6P1, přičemž nejvíce Mg je v porostu kleny. V porostu kleny je tedy více přístupných dvoumocných bází než v jehličnatých porostech, půdní sorpční komplex je více nasycený bázemi a příznivější je i pH půdy, což ukazuje na významný meliorační vliv této dřeviny. Vcelku se potvrdila u většiny sledovaných veličin meliorační funkce kleny, nicméně plochy pod lesními dřevinami vykazovaly do značné míry vliv předchozího zemědělského využívání. Velkým otazníkem ale bude stabilita a zdravotní stav, především předpokládaný výskyt kmenových hnilob u těchto porostů a jejich další obhospodařování bude vyžadovat velkou pozornost a pravděpodobně i časnější začátek obnovy (VACEK et al. 2009).

ZÁVĚR

Předkládaný článek rozšiřuje zatím nepočetnou řadu prací, komplexněji popisujících vývoj porostů a změny půdního prostředí na zalesněných zemědělských půdách v našich podmínkách. Porosty lesních dřevin vykazovaly značný vliv na stav půd, a to v poměrně mladém věku 40 – 50 let. Došlo především k výrazné akumulaci biomasy dřevin, přírůst vesměs dosahoval hodnot přesahujících běžnou úroveň sledované u porostů na trvale lesní půdě. Dále byla doložena značná akumulace zásob nadložního humusu v porostech jehličnatých dřevin, která dosáhla hodnot běžných pro lesní porosty v podobných stanovištních podmínkách, třebaže stupeň transformace byl dosud nižší.

Jehličnany také nejvýrazněji ovlivnily pokles půdní reakce a vzestup hydrolytické acidity minerálních půdních horizontů, což je v souladu s očekáváním, v zemědělsky využívaných půdách byla pak nižší kationtová výměnná kapacita. Díky extrémnímu stanovišti nebyly změny charakteristik výrazné a jednoznačné. Nejnižší obsah humusu a celkového dusíku vykazovala orná půda, trvalý travní porost a zejména lesní dřeviny pak přispěly výrazně ke zvýšení obsahu obou typů látek v minerálních půdních horizontech. Značná množství živin pak byla poutána v holorganických vrstvách.

Zemědělská půda si dosud uchovala značné množství přístupného fosforu jako méně pohyblivé živiny, naopak obsah bází uchoval ve srovnání s koniferami porost kleny jako výrazné meliorační dřeviny. Změny v lesních půdách probíhaly především jako důsledek odběru živin a jejich fixace v biomase, a pak dále v důsledku zvýšení obsahu organických látek v hlubších horizontech ve srovnání se zemědělskou půdou.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu NAZV QI102A085 „Optimalizace pěstebních opatření pro zvyšování biodiverzity v hospodářských lesích“.

LITERATURA

- BARTOŠ J., PETR T., KACÁLEK D., ČERNOHOUS V. 2006. Dřevoprodukční funkce porostů první generace lesa na zemědělských půdách. In: Neuhöferová, P. (ed): Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Sborník referátů. Kostelec n. Černými lesy, 17. 1. 2006. Praha, ČZU v Praze: 81-88.
- BARTOŠ J., ŠACH F., KACÁLEK D., ČERNOHOUS V. 2007. Ekonomické aspekty druhového složení první generace lesa na bývalé zemědělské půdě. Zprávy lesnického výzkumu, 52: 11-17.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy, IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů: 245 s.
- DUŠEK D., SLODIČÁK M. 2009. Struktura a statická stabilita porostů pod různým režimem výchovy na zemědělské půdě. Zprávy lesnického výzkumu, 54: 12-16.
- GREEN R.N., TROWBRIDGE R.L., KLINKA K. 1993. Towards a taxonomic classification of humus forms. Forest Science Monograph, 29: 49 s.
- HAGEN-THORN A., CALLESEN I., ARMOLAITIS K. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantation on former agricultural land. Forest Ecology and Management, 195: 373-384.
- HATLAPATKOVÁ L., PODRÁZSKÝ V. 2011. Obnova vrstev nadložního humusu na zalesněných zemědělských půdách. Zprávy lesnického výzkumu, 56: 228-234.
- KACÁLEK D., BARTOŠ J., ČERNOHOUS V. 2006. Půdní poměry zalesněných zemědělských pozemků. In: Neuhöferová, P. (ed): Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Sborník referátů. Kostelec n. Černými lesy, 17. 1. 2006. Praha, ČZU v Praze: 169-178.
- KACÁLEK D., NOVÁK J., ŠPULÁK O., ČERNOHOUS V., BARTOŠ J. 2007. Přeměna půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému – přehled poznatků. Zprávy lesnického výzkumu, 52: 334-340.
- KACÁLEK D., NOVÁK J., ČERNOHOUS V., SLODIČÁK M., BARTOŠ J., BALCAR V. 2010. Vlastnosti nadložního humusu a svrchní vrstvy půdy pod smrkem, modřínem a olší v podmínkách bývalé zemědělské půdy. Zprávy lesnického výzkumu, 55: 158-164.
- MAREŠ R. 2006. Houby v lesních porostech na bývalých zemědělských půdách – metodické přístupy k studiu jejich role. In: Neuhöferová, P. (ed): Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Sborník referátů. Kostelec n. Černými lesy, 17. 1. 2006. Praha, ČZU v Praze: 133-138.
- MAUER O. 2006. Zalesňování zemědělských půd v nadmořských výškách 400 – 700 metrů na vodou neovlivněných stanovištích. In: Neuhöferová, P. (ed): Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Sborník referátů. Kostelec n. Černými lesy, 17. 1. 2006. Praha, ČZU v Praze: 201-208.
- NĚMEČEK J. et al. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, ČZU, VÚMOP: 79 s.
- NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2006. Opad a dekompozice biomasy ve smrkových porostech na bývalých zemědělských půdách. In: Neuhöferová, P. (ed): Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Sborník referátů. Kostelec n. Černými lesy, 17. 1. 2006. Praha, ČZU v Praze: 155-162.
- NOVOTNÝ R., ČERNÝ D., ŠRÁMEK V. 2010. Nutrition of silver fir (*Abies alba* Mill) growing at the upper limit of its occurrence in the

- Šumava National Park and Protected Landscape Area. *Journal of Forest Science*, 56: 381-388.
- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis*, 37: 49-56.
- PODRÁZSKÝ V., ŠTĚPÁNÍK R. 2002. Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách – oblast LS Český Rudolec. *Zprávy lesnického výzkumu*, 47: 53-56.
- PODRÁZSKÝ V. 2006. Effects of thinning regime on the humus form state. *Ekológia (Bratislava)*, 25: 298-305.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I. 2006. Rychlost regenerace lesních půd v horských oblastech z hlediska kvantity nadložního humusu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 51: 230-234.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Rychlost obnovy charakteru lesních půd na zalesněných lokalitách Orlických hor. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53: 89-93.
- PODRÁZSKÝ V., PROCHÁZKA J. 2009. Effects of the reforestation of agricultural lands on the humus form development in the middle altitudes. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 40: 41-46.
- PODRÁZSKÝ V., KAPIČKA A., KOUBA M. 2010a. Restoration of forest soils after bulldozer site preparation in the Ore Mountains over 20 years development. *Ekológia (Bratislava)*, 29: 281-289.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., TAUCHMAN P., HART V. 2010b. Douglaská tisolista a její účinky na zalesněných zemědělských půdách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55: 12-17.
- ŠMELKO Š. 2000. *Dendrometria*. Vysokoškolská učebnica. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 399 s.
- ŠPULÁK O. 2006. Příspěvek k historii zalesňování zemědělských půd v České republice. In: Neuhöferová, P. (ed): *Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor*. Sborník referátů. Kostelec n. Černými lesy, 17. 1. 2006. Praha, ČZU v Praze: 15-24.
- VACEK S. et al. 2009. Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 792 s.
- VAVŘÍČEK D., PECHÁČEK J., JONÁK P., SAMEC P. 2010. The effect of point application of fertilizers on the soil environment of spread line windrows in the Krušné hory Mts. *Journal of Forest Science*, 56: 195-208.

PRODUCTION AND DEVELOPMENT OF SOIL ENVIROMENT OF FOREST STANDS ON FORMER AGRICULTURAL LANDS IN THE REGION OF CZECH-MORAVIAN HIGHLAND

SUMMARY

The presented study evaluates the production and soil forming characteristics of forest stands established in the 1960s on former agricultural lands and compares them with stands on the forest sites. The studied stands are located close to village Krucemburk in the Czech-Moravian Highland on water-affected sites in the 6th vegetation altitudinal zone. The set of permanent research plots was established in 2 Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) stands, 1 European larch (*Larix decidua* MILL.) and 1 sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) stands (Tab.1). In selected stands, the soil conditions were described and the humus form restoration was documented, comparing with the meadow and arable soil sites in the vicinity. Altitude ranges between 610 – 640 m a.s.l., average year temperature between 5 – 6 °C, average precipitation reaches 700 – 800 mm, bedrock is formed by acid poor metamorphites: phyllite and metarhyolite.

The standing volume inventory documents high production potential of stands on former agricultural lands. The highest standing volume was quantified in the Norway spruce stand on the ecosite LT 6O1 (Fresh (Nutrient medium) Spruce – Fir with *Oxalis acetosella*), 866 m³/ha at the age of 53 years, exceeding the model production of respective species by 50% (Tab. 3). For compared pairs of spruce stands, in one case higher standing volume was documented compared to steadily forested site, in the other this characteristic was comparable. There were determined the surface humus layers of 60 – 80 t/ha in the coniferous stands (Tab. 4). The effects of former agricultural use are still visible, especially the lowering of humus content and higher macronutrient contents. The most favorable effect was documented under sycamore; Norway spruce has a pioneer character to a certain extent, owing to rapid restoration of the surface humus (Tab. 5 – 8).

The results support the fact that the afforestation of agricultural lands represents a highly economical treatment comparing to former (agriculture in marginal condition) use. Production of new stands is high; they need a special care because of the threat of root rot danger, and also a qualified thinning for higher stability. The shortening of rotation period, earlier regeneration start and completing of species composition with site corresponding stabilizing and soil improving species represent proper management. On the contrary, the restoration of forest soil character is quite fast.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika
tel. 224 383 403; e-mail: podrazsky@fd.czu.cz

STAV VÝŽIVY SMRKU ZTEPILÉHO JAKO PODKLAD PRO ZVÁŽENÍ POTŘEBY PŘIHNODNĚNÍ LISTNÁČŮ A JEDLE VNÁŠENÝCH DO JEHLIČNATÝCH POROSTŮ

NUTRITIONAL STATUS OF NORWAY SPRUCE AS AN INFORMATION SOURCE FOR DECISION WHETHER TO FERTILIZE THE BROADLEAVES AND SILVER FIR INTRODUCED TO CONIFEROUS STANDS

IVAN KUNEŠ¹⁾ – MARTIN BALÁŠ¹⁾ – ONDŘEJ ŠPULÁK²⁾ – DUŠAN KACÁLEK²⁾ – VRATISLAV BALCAR²⁾ – JAN ŠESTÁK¹⁾ – KATEŘINA MILLEROVÁ¹⁾

¹⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

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

ABSTRACT

The paper evaluates the nutritional status of young Norway spruce stands on five forest sites that were chosen for introduction of admixture consisting of broadleaves and silver fir. Since no broadleaves and firs were present in the pure spruce stands to be diversified, Norway spruce was used as an indicator of nutritional potential (trophy) of forest sites. The concentrations of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), magnesium (Mg), calcium (Ca) and sulphur (S) were determined in the dry mass of spruce needles. The achieved macroelement concentrations were confronted with the nutritional criteria used for evaluating the nutrition of spruce to elicit the information on nutritional status of spruce on the forest sites. Authors suggest that this information could be generalized and the potential of the forest sites to supply also another native species (including broadleaves and silver fir) with nutrients could be derived from nutritional status of spruce. The obtained results suggest that the nutrition of young Norway spruce is sufficient on all five forest sites at present time; nonetheless, the uptake of nutrients from soil will probably rise to considerably higher levels than now whilst the young forest will form its crown and foliage biomass. Phosphorus and potassium seem to be the most limiting components in tree nutrition during the future development of young forest stand on the evaluated sites. Therefore, the initial fertilization of the broadleaves and silver fir introduced to the coniferous stands with slow-release PK fertilizers was recommended. To help the young plantations of broadleaves and silver fir to surmount the post-planting shock, the addition of slow-release N is also desirable in the amendment intended for the initial fertilization.

Klíčová slova: *Picea abies*, živiny, stav výživy, asimilační aparát, prosadbová centra

Key words: *Picea abies*, nutrients, nutritional status, assimilatory apparatus, enrichment centers

ÚVOD

V Jizerských horách probíhají v současnosti aktivity, jejichž cílem je obohacení druhové skladby porostů na náhorním platu Jizerských hor o příměs listnatých dřevin a místy také jedle. Principem projektů je vnášení druhové příměsi do smrkových kultur prostřednictvím tzv. prosadbových a podsadbových center (PPC), kde se uplatní nejen sadební materiál obvyklých dimenzí, ale rovněž poloodrostky a odrostky nové generace (KUNEŠ et al. 2011; BALÁŠ, KUNEŠ 2010; KUNEŠ et al. 2010; KUNEŠ, BURDA 2007). V souvislosti se zakládáním těchto center jsou prováděna stanovištní šetření, jejichž účelem je jednak stanovení výchozích růstových podmínek v zakládaných PPC, jednak posouzení potřeby podpůrných opatření, jako je úprava chemismu půdy a zlepšení výživy vnášených dřevin iniciálním přihnojením.

Iniciální cílené přihnojení může být účinným nástrojem, jak v nepříznivých ekologických podmínkách zvýšit ujmavost nově zakládaných výsadb, podpořit jejich růst, vitalitu (ÖSKARSSON et al. 2006) a omezit dopady povýsadbového šoku. Proto by iniciální přihnojení mělo být aplikováno při výsadbě nebo v krátkém časovém intervalu po ní (KUNEŠ et al. 2004).

Hnojení by mělo respektovat aktuální poměry v nabídce živin na stanovišti a doplnit především takové živiny, jejichž dostupnost je na deficitní úrovni nebo se na ni může časem dostat. Z chemismu půdy na stanovišti lze aktuální dostupnost živin pro rostliny často odvozovat jen velmi problematičticky a za spolehlivější a snáze interpretovatelnou je považována analýza chemického složení asimilačního aparátu (KOPINGA, BURG 1995). Z tohoto hlediska však u iniciálního přihnojení vzniká metodický problém, protože je třeba přihnojit nově vysazované

kultury v krátkém časovém horizontu po výsadbě, kdy ještě chemismus jejich asimilačního aparátu bude stále ovlivněn výživou z lesní školky. Myšlenkou studie je tedy snaha využít pro posouzení potřeby a pro volbu složení hnojiva k iniciálnímu přihnojení plánovaných listnatých prosadů a podsadů stav výživy přeměňovaných smrkových porostů.

Cílem předkládané práce je na základě výsledků chemických analýz a studia literatury posoudit stav výživy smrkových porostů na stanovištích prosadbových a podsadbových center, zvážit potřebu přihnojení a navrhnout způsob jeho realizace.

METODIKA

Odběr asimilačního aparátu proběhl v místech stávajících nebo budoucích prosadbových a podsadbových center. Základní údaje o lokalitách jsou uvedeny v tab. 1. Typologická klasifikace zájmových lokalit byla provedena podle mapových podkladů Ústavu pro hospodářskou úpravu lesa.

Na většině lokalit bylo provedeno rovněž stanovení půdního chemismu. Přehled vybraných základních pedochemických parametrů je uveden v tab. 2. Půdní analýzy byly provedeny v akreditované laboratoři VÚLHM Jíloviště-Strnady.

Na každé lokalitě bylo ve dnech 26. až 28. 10. 2009 odebráno jehličí ze šesti až devíti jedinců smrku ztepilého z porostů na prosadbových centrech nebo v jejich bezprostředním okolí. Podle stanoviště se věk vzorkovaných smrků pohyboval od 15 do 40 let. Za každou lokalitu byly vytvořeny tři směsné vzorky. Každý směsný vzorek obsahoval aktuální ročník (2009) plně vyvinutého jehličí odebraného ze dvou až tří stromů po obvodu korun v jejich osluněné části. Pokud to bylo možné, odběry proběhly ve směrech všech čtyř hlavních světových stran (na jeden strom čtyři výhony; z každé světové strany po jednom).

Vzorky byly usušeny při pokojové teplotě, poté bylo jehličí separováno od větviček a předáno do laboratoře k chemickým analýzám. Analýzy byly provedeny v Laboratoři Tomáš se sídlem ve VÚLHM, VS Opočno podle postupů publikovaných v práci ZBÍRAL (1994). Mineralizace byla provedena v mineralizačním bloku s regulací teploty. Dusík byl stanoven destilačně s následnou titrací na automatickém titrátoru TTT 85. Hořčík, draslík a vápník byly stanoveny absorpčně na atomovém absorpčním spektrometru Spektr AA – 400plus. Fosfor byl stanoven fotometricky na spektrálním fotometru Spekol 211. Síra byla stanovena vázkově po mineralizaci vzorku kyselinami ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$) na pískové lázni.

Koncentrace makroelementů v sušině jehličí byly porovnávány s klasifikačními limity obsahu, jak jsou uváděny institucí Forest Foliar Coordinating Centre (FFCC) (FÜRST 2005). Informativní přehled limitních koncentrací makroelementů v sušině jehličí pro klasifikaci

Tab. 1.

Přehled lokalit odběrů asimilačního aparátu
List of sampled localities

Č./No.	Název/Locality	Nadmořská výška/ Altitude [m]	SLT/ Ecosite	GPS
1	Pod Černým vrchem	920	7K ¹	50°48'52,8" N 15°18'57,2" E
2	U Lánského	870	8K ²	50°49'28,9" N 15°20'36,4" E
3	Jelenka	890	8G ³	50°50'56,4" N 15°19'34,9" E
4	U Smědavské cesty	890	8K	50°50'14,7" N 15°19'0,5" E
5	U Panelové cesty	860	8K	50°49'8,6" N 15°21'11,8" E

Captions: ¹Acidic Beech – Spruce; ²Acidic Spruce; ³Nutrient-medium, Wet Spruce

Tab. 2.

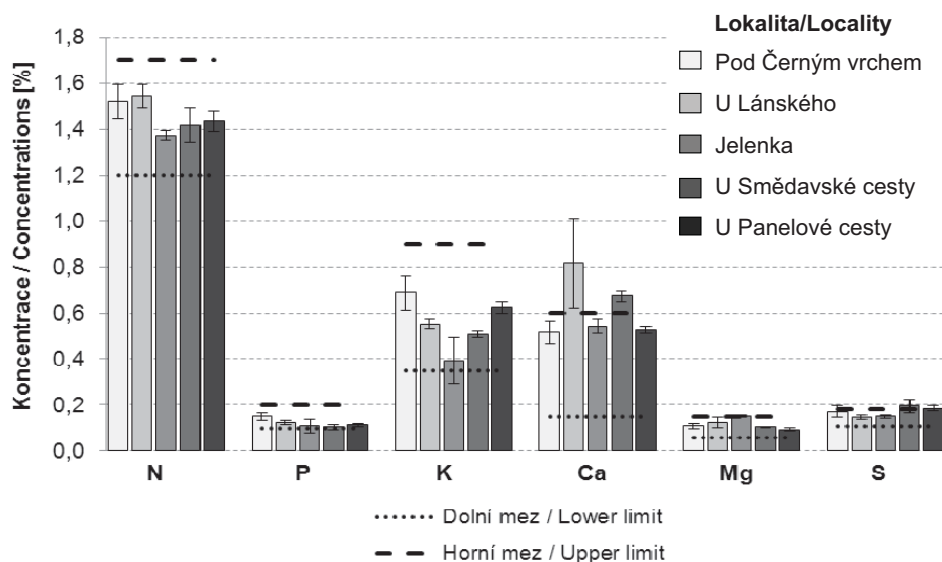
Půdní chemismus na lokalitách odběru
Soil chemistry in chosen sampled localities

Č./No.	Lokalita/ Locality	Půdní hori- zont/Soil layer	pH _(H₂O)	pH _(CaCl₂)	C _{tot}	N _{tot}	S _{tot}	P _{přist.} P _{avil.}	Al	K	Mg
		cm			mg/100 mg sušiny mg/100 mg of dry-mass		mg/kg sušiny mg/kg of dry-mass			mg/kg sušiny mg/kg of dry-mass	
1	Pod Černým vrchem	0–10	4,58	3,72	5,71	0,28	440	9,9	387	50	26
		10–30	4,70	3,80	4,37	0,20	295	11,9	326	15	26
2	U Lánského	0–10	4,57	3,53	18,33	1,01	1280	9,7	919	106	171
		10–30	4,61	3,71	2,94	0,16	150	< 5,6	442	17	32
3	Jelenka	0–10	4,58	3,50	27,09	1,22	1920	16,4	629	122	–
		10–30	4,54	3,68	4,47	0,18	290	25,7	443	12	43
4	U Smědavské cesty	0–10	4,54	3,53	12,94	0,74	950	9,8	788	105	64
		10–30	4,65	3,81	2,76	0,14	150	< 5,6	375	10	14

Tab. 3.

Přehled limitních koncentrací makroelementů v sušině jehličí pro klasifikaci stavu výživy smrku ztepilého podle různých autorů
Summary of classification limits of dry-mass concentrations of macroelements in foliage of Norway spruce according various authors

Prvek/ Macroelement	Obsah prvku v sušině jehličí/ Dry-mass concentration of macroelements in foliage [%]			Citace/Source
	Deficit Deficiency	Optimum	Luxusní zásobení Luxurious supply	
N	< 1,5	1,5–1,7	> 1,7	INGERSLEV 1999
	< 1,3	1,3–2,0	> 2,0	ŠRÁMEK et al. 2004
	< 1,2	1,2–1,7	> 1,7	VRIES et al. 1998
	< 1,2	1,2–1,5	> 1,5	RENOU-WILSON, FARRELL 2007
P	< 0,15	0,15–0,26	> 0,26	INGERSLEV 1999
	< 0,12	0,12–0,20	> 0,20	ŠRÁMEK et al. 2004
	< 0,10	0,10–0,20	> 0,20	VRIES et al. 1998
	< 0,12	0,12–0,18	> 0,18	RENOU-WILSON, FARRELL 2007
K	< 0,60	0,60–0,10	> 0,10	INGERSLEV 1999
	< 0,30	0,30–0,10	> 0,10	ŠRÁMEK et al. 2004
	< 0,35	0,35–0,90	> 0,90	VRIES et al. 1998
	< 0,50	0,50–0,70	> 0,70	RENOU-WILSON, FARRELL 2007
Ca	< 0,15	0,15–0,60	> 0,60	ŠRÁMEK et al. 2004
	< 0,15	0,15–0,60	> 0,60	VRIES et al. 1998
	< 0,07	0,07–0,10	> 0,10	RENOU-WILSON, FARRELL 2007
Mg	< 0,07	0,07–0,15	> 0,15	ŠRÁMEK et al. 2004
	< 0,06	0,06–0,15	> 0,15	VRIES et al. 1998
	< 0,03	0,03–0,07	> 0,07	RENOU-WILSON, FARRELL 2007
S	< 0,11	0,11–0,18	> 0,18	VRIES et al. 1998
	< 0,09	0,09–0,15	> 0,18	RENOU-WILSON, FARRELL 2007
			> 0,18	ŠRÁMEK et al. 2004

**Obr. 1.**

Koncentrace N, P, K, Ca, Mg a S v aktuálním ročníku jehličí (2009) smrku ztepilého na pěti lokalitách v Jizerských horách. Čárkované a tečkované linie znázorňují horní a dolní mez adekvátní výživy, chybové úsečky značí směrodatnou odchylku

Fig. 1.

Dry-mass concentrations of N, P, K, Ca, Mg and S, respectively, in the current-year needles (2009) of Norway spruce growing on five forest sites in the Jizera Mts. The dashed and dotted lines depict the lower and upper limits of normal or adequate elemental concentrations, error bars denote standard deviations

stavu výživy smrku ztepilého podle různých autorů je uveden v tab. 3. Jako kritéria pro hodnocení poměrů koncentrací živin byly použity hodnoty uváděné v práci VRIES et al. (1998).

VÝSLEDKY

Koncentrace živin v asimilačním aparátu

Koncentrace dusíku, fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku a síry v sušině asimilačního aparátu smrku ztepilého na pěti zájmových lokalitách jsou znázorněny na obr. 1.

Koncentrace dusíku v sušině asimilačního aparátu smrku ztepilého ze všech pěti lokalit byly v roce 2009 na dostatečné úrovni. Nejnížší zastoupení dusíku v jehličí bylo na lokalitě Jelenka (1,37 %), nejvyšší na lokalitě U Lánského (1,54 %).

Množství fosforu v sušině jehličí smrku ztepilého se u tří lokalit z pěti pohybuje na hodnotách jen o málo vyšších než je hranice deficitu. Jedná se o lokality U Smědavské cesty (0,104 %), Jelenka (0,109 %) a U Panelové cesty (0,113 %). Nejvyšší koncentrace fosforu je na lokalitě Pod Černým vrchem (0,150 %).

Koncentrace draslíku v jehličí je nejnižší na lokalitě Jelenka (0,39 %), kde se pohybuje blízko spodní hranice dostatečné výživy (0,35 %). Nejlépe jsou draslíkem zásobeny porosty na lokalitě Pod Černým vrchem (0,69 %).

Vápník vykazuje na všech pěti hodnocených lokalitách koncentrace, které se pro smrk ztepilý pohybují v zóně plně adekvátní až luxusní výživy. Nejvyšší obsah Ca v sušině jehličí vykazují porosty smrku na lokalitě U Lánského (0,82 %), což je více jak pětinašobek koncentrace indikující hranici mezi nízkým a adekvátním obsahem (0,15 %).

Rovněž koncentrace hořčíku v jehličí indikují plně dostačující příjem na všech pěti stanovištích. Na lokalitě Jelenka dokonce dosahují hranice luxusního příjmu (0,15 %).

Síra je v jehličí smrku obsažena v koncentracích vypovídajících o plně dostačující až luxusní úrovni výživy. Vyšší koncentrace (nad 0,18 %) byly zaznamenány na lokalitách U Smědavské cesty a U Panelové cesty.

Poměr koncentrací dusíku a dalších živin

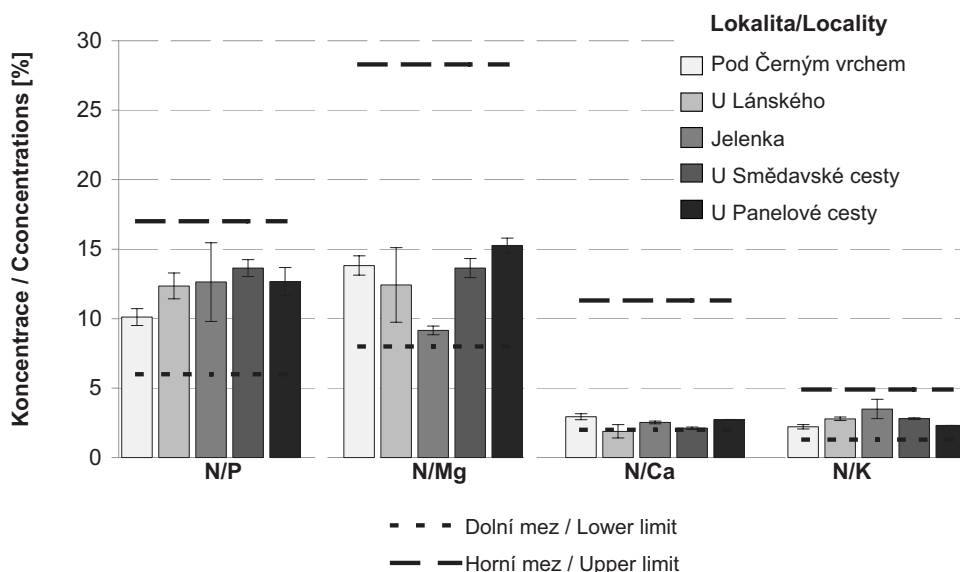
Vzájemné poměry koncentrací dusíku vůči koncentracím fosforu, hořčíku, vápníku a draslíku v sušině asimilačního aparátu smrku ztepilého na pěti zájmových lokalitách jsou znázorněny na obr. 2.

Poměr koncentrace N a P v jehličí smrku dosahuje na všech pěti stanovištích normálních hodnot, za které je pro smrk považováno rozmezí 6 až 17. Nejvyšší hodnota poměru N/P (13,6) byla zaznamenána na lokalitě U Smědavské cesty, nejnižší hodnota (10,1) na lokalitě Pod Černým vrchem.

Poměr koncentrace N a Mg v jehličí smrku se na všech stanovištích pohybuje v normálním rozmezí, které je pro smrk podle FFCC mezi 8 až 28, resp. podle novější studie autorů LOMSKÝ et al. (2011) mezi 8 až 25. Nejvyšší hodnoty (15,3) dosahuje poměr N/Mg na lokalitě U Panelové cesty, naopak nejnižší průměrná hodnota N/Mg (9,2) byla registrována na lokalitě Jelenka.

Poměr koncentrace N vůči koncentraci Ca v jehličí smrku ztepilého se na všech pěti lokalitách pohybuje v blízkosti spodní hranice rozmezí normálních hodnot, které je pro smrk mezi hodnotami 2,0 a 11,3. Na lokalitě U Lánského byla průměrná hodnota poměru N/Ca dosahující hodnoty 1,9 dokonce pod spodním limitem normálního rozmezí.

Poměr koncentrace N a K v jehličí smrku dosahuje adekvátních hodnot, které se pro smrk pohybují v rozmezí 1,3 až 4,9, přičemž nejvyšší hodnota poměru N/K (3,5) byla zaznamenána na stanovišti Jelenka a nejnižší hodnota (2,2) na lokalitě Pod Černým vrchem.



Obr. 2.

Poměry koncentrací N vůči koncentracím P, Mg, Ca a K v sušině aktuálního ročníku jehličí (2009) smrku ztepilého na pěti lokalitách v Jizerských horách. Čárkované a tečkované linie znázorňují horní a dolní mez pro normální výživu, chybové úsečky značí směrodatnou odchylku

Fig. 2.

Concentration ratios of N to P, Mg, Ca and K, respectively, in current-year needle dry-mass (2009) of Norway spruce growing on five forest sites in the Jizera Mts. The dashed and dotted lines denote the lower and upper limits of normal N/P ratios, error bars denote standard deviations

DISKUSE

Sumarizace výsledků analýz a posouzení stavu výživy

Z hodnot pedochemických analýz, jak jsou uvedeny v tab. 2, vyplývá značná proměnlivost, ačkoliv každý vzorek byl vytvořen pomocí 6 a 8 vpichů sondýrkou rovnoměrně po hodnoceném stanovišti. Je to pravděpodobně dáno velkou variabilitou půdy na lesním stanovišti, která často činí při interpretaci velké komplikace. I to je důvod, proč je chemické složení asimilačního aparátu vegetace obvykle více vypovídajícím parametrem o stavu výživy než chemismus půdních vzorků.

Koncentrace makroelementů v sušině jehličí porostů smrku ztepilého (indikační dřeviny) podle kritérií FFCC (FÜRST 2005) zatím na všech pěti vyhodnocovaných stanovištích charakterizují nabídku živin jako dostatečnou.

Zájmové území je i po výrazné redukci imisního zatížení v 90. letech 20. století (FOTTOVÁ, SKOŘEPOVÁ 1998) stále pod acidifikačním tlakem (HOŠEK et al. 2007; SLODIČÁK et al. 2005). Koncentrace Ca a Mg v jehličí smrku jsou však navzdory acidifikačnímu tlaku ve všech pěti PPC na zcela dostačující úrovni a v některých případech dosahují i hranic luxusního zásobení (obr. 1). Je možné, že nabídku těchto prvků ovlivnilo v 80. letech probíhající provozní letecké vápnění (KUNEŠ 2005) jako opatření upravující chemismus stanovišť, která byla v 70. a 80. letech 20. století těžce poškozena imisní kalamitou (VACEK 2003). Nelze vyloučit ani pozitivní vliv přízemní bylinné vegetace. Kupříkladu společenstva třtiny chloupkaté, která během imisní kalamity kolonizovala stanoviště pod rozpadajícími se lesními porosty, mohla mít příznivý vliv na půdní chemismus (FIALA et al. 2005).

Smrky, které byly vzorkovány na stanovištích budoucích center, rostou zpravidla v rozvolněných porostech. S odrůstáním a formováním biomasy korun dřevin (větve a olistění) je spojen trend zvyšujících se nároků lesního porostu na půdní živiny. Biomasa korun je totiž hlavním rezervoárem živin v biomase mladého porostu (KUNEŠ et al. 2007; MILLER 1981). Na jejím utváření se v prvních růstových fázích lesa dominantně podílejí živiny z půdy, protože nedochází ještě k významnější recyklaci živin opadem. Navíc před zapojením porostu a potlačením patra přízemní vegetace je část živin odebírána rovněž buřením (MILLER 1981).

Po zapojení porostů se výrazně zpomalí odběr živin z půdy pro tvorbu asimilačního aparátu a drobných větví a sníží se tak závislost porostu na dodávce živin z minerálních půdních horizontů. I když příjem živin porostem zůstane vysoký i po jeho zapojení, až dvě třetiny živin mohou být kryty retranslokací a jejich recyklací z vlastního opadu (MILLER 1981, 1995).

Díky uvažovaným výchovným zásahům upravujícím porostní prostředí ve prospěch vnášených cílových listnáčů a jedle dojde však v PPC k oddálení celkového zapojení porostů. Část biomasy vytěžených stromů bude vyklizena kvůli průchodnosti porostu, aby byla umožněna kontrola a péče o listnaté výsadby. Význam živin v půdě proto vzrůstá. Vyšší hektarové počty dřevin a zvýšená živinová náročnost v období utváření korunového zápoje může vést k poklesu zásobení některými živinami pod kritickou úroveň, ačkoli v současné době je u rozvolněných porostů nabídka ještě dostatečná.

Některé cílové druhy, které budou do smrkových porostů vnášeny, např. buk, klen, jedle, jsou náročnější na minerální výživu (KOPINGA, BURG 1995), než je smrk ztepilý. Je proto třeba zajistit, aby u nich v období kulminace odběru živin z půdy nevznikly problémy s výživou.

Z chemismu asimilačního aparátu smrku ztepilého vyplývá, že pozornost při zakládání kultur listnatých dřevin a jedle by měla být na většině stanovišť PPC věnována především P (s výjimkou lokality

Pod Černým vrchem) a na lokalitě Jelenka rovněž K. Koncentrace P v jehličí smrku jsou sice ještě na úrovni dostatečného zásobení (obr. 1), ale pohybují se v blízkosti spodního limitu normální výživy. Totéž platí pro K na lokalitě Jelenka.

Poznatky o nedostatku P na náhorním platu Jizerských hor prezentovali rovněž KUNEŠ et al. (2007) u smrku ztepilého a ŠPULÁK (2009) u smrku pichlavého. V případě draslíku byly pozorovány přechodné problémy ve výživě výsadeb např. u jilmu horského (BALCAR et al. 2009).

Avšak kupříkladu poměr N/Ca (obr. 2) a také zkušenosti z experimentálních kultur lesních dřevin jinde na náhorním platu Jizerských hor naznačují, že pro vyváženou výživu bude třeba pozornost věnovat také N (BALCAR et al. 2009; KUNEŠ et al. 2007), případně (především u jedle) Mg (BALCAR, KACÁLEK 2008).

Návrh podpůrných opatření (přihnojení)

Z provedených analýz vyplývá, že spíše než podpora hořečnatovápennatými melioranty je v hodnocených PPC (kromě lokality Pod Černým vrchem) aktuální dodat vysazovaným dřevinám P, případně K, a to v pomalu rozpustné formě, která má na lesním stanovišti větší potenciál upravit výživu (viz další text).

Pro úpravu poměru dostupného N a Ca, který na PPC není ideální (obr. 2), by bylo vhodné uvažovat o doplnění prvků v hnojení také o adekvátní dávku pomalu rozpustného N. Vyšší dostupnost N podpoří překonání přírůstové stagnace, která je u sadebního materiálu z lesních školek po výsadbě na nepříznivá horská stanoviště obvyklá (KUNEŠ et al. 2004, 2009).

MILLER (1981) uvádí, že živiny by při hnojení lesa měly být dodávány především stromům, nikoliv stanovišti. Pokud účinky hnojení na růst stromů přetrvávají i poté, kdy hnojení skončilo, bývá to obvykle proto, že hnojené dřeviny využívají živiny, které stihly akumulovat ve své biomase (MILLER 1995), nebo využívají růstového náskoku, který jim hnojení umožnilo, a to například ve formě větší biomasy kořenů, což usnadňuje příjem živin z půdy.

Pláštní aplikace rychle rozpustných hnojiv má na lesním stanovišti pouze omezenou schopnost upravit podmínky ve výživě (JACOBS et al. 2005). Proto je žádoucí vnášené dřeviny v prosadbových centrech přihnojovat individuálně a pomalu rozpustné hnojivo aplikovat přímo ke stromům. Uvedený přístup je rovněž výrazně ekologicky citlivější než aplikace celoplošná.

Živiny by měly být dodávány především na jimi prokazatelně chudá stanoviště. Například výsledky autorů VAVŘÍČEK et al. (2011) ukazují, že stav výživy smrku ztepilého podle analýz jehlic vysazeného v podmínkách rozhrnutého valu v Krušných horách byl optimální i na kontrole a přihnojení se projevoval pouze mírně. Tudíž zásoba živin v rozhrnutých valech byla hodnocena jako příznivá a hnojení nebylo nezbytné.

Způsobů cílené individuální aplikace hnojiv je několik. U pomalu rozpustných hnojiv, kde není riziko poškození kořenů kontaktem s hnojivým materiálem, je možná aplikace sypkých forem hnojiva zamícháním do půdy v jamce při výsadbě. Uvedený způsob eliminuje ztráty smyvem a odnosem hnojivového materiálu z povrchu půdy a zmenšuje riziko, že hnojení spíše než cílová kultura zužitkuje konkurenční buření (AUSTIN, STRAND 1960). Jamková aplikace byla v Jizerských horách otestována například v pokusech s přihnojováním smrku (KUNEŠ et al. 2004), jedle (BALCAR, KACÁLEK 2008) a olše (KUNEŠ et al. 2008). Nevýhodou je značná pracnost této metody. Pro úplnost je na místě uvést, že jamkovou aplikaci nelze doporučit na stanovištích, která jsou ohrožena vysycháním půdního profilu (JACOBS et al. 2004; JACOBS, TIMMER 2005). V Jizerských horách toto nebezpečí může připadat v úvahu jen vzácně na extrémně mělkých půdách ve svazích orientovaných k jihu.

Dalším způsobem je aplikace sypkých forem hnojiva na povrch půdy kolem stromků v kruzích o průměru cca 0,5 až 0,8 m v závislosti na velikosti kořenů sadebního materiálu, respektive na velikosti jamky, tzv. aplikace „na misku“ (AUSTIN, STRAND 1960). Tato forma byla prověřena např. na výsadbách olše šedé (KUNEŠ et al. 2008, 2009), smrku ztepilého (PODRÁZSKÝ, BALCAR 1996) a v současnosti se testuje u výsadeb břízy karpatské. Aplikace je méně pracná, ale u některých hnojiv může vést k posunu kořenové biomasy směrem ke zdroji živin, tedy k povrchu půdy, kde může být více ohrožená přísušky nebo mrazem. Existuje zde i vyšší riziko, že z přihnojení bude profitovat i konkurenční buřeň.

U tabletovaných forem hnojiv je žádoucí aplikace tablet rovnoměrně po vnějším obvodu průmětu korun (NÁROVEC 2004a). U sadebního materiálu, u kterého korunka není ještě zřetelně vyvinuta, by tablety měly být umístovány kolem kmínku ve vzdálenosti cca 20 až 40 cm, podle velikosti kořenů. Autoři studie v navrhovaných prosadbových a podsadbových centrech doporučují zapuštění tablet 5 až 10 cm pod povrch půdy, protože hnojiva pro správné uvolňování živin potřebují kontakt s půdní vlhkostí, případně i s půdními mikroorganismy, a poloha tablety je také zajištěna s ohledem na posuny sněhu. U neagresivních pomalu rozpustných hnojiv je někdy možné jednu z tablet umístit při výsadbě na dno jamky. Tabletová forma hnojiv byla v Jizerských horách s úspěchem testována u výsadeb smrku ztepilého (KUNEŠ et al. 2004). Pozitivní vliv aplikace tablet Silvamixu na růst smrku ztepilého konstatovali v podmínkách rozhrnutého valu také VAVŘÍČEK et al. (2011). V současné době probíhá ověřování aplikace tabletových a sypkých granulovaných hnojiv u výsadeb jeřábu, buku a břízy karpatské. Možná je samozřejmě kombinace různých způsobů aplikace přihnojení, ale mělo by se jednat vždy o aplikaci cílenou.

Pro individuální přihnojení výsadeb lze dnes doporučit syntetická pomalu rozpustná hnojiva. Horninové moučky, jejichž využití mělo u nás v minulosti tradici (NĚMEC 1956), jsou dnes vedle své extrémně náročné aplikace (ruční manipulace se značným množstvím materiálu) diskvalifikovány – s výjimkou vápence – často i legislativně (NÁROVEC 2004b).

Dávkování závisí na koncentraci živin v použitém hnojivu. U hnojiv typu Silvamix lze uvažovat množství pomalu rozpustného hnojiva o hmotnosti 40 g (sadební materiál obvyklé velikosti) až 60 g (odrostky) na jeden stromek.

ZÁVĚR

Podle koncentrací makroelementů v sušině jehličí porostů smrku ztepilého (indikační dřeviny) lze zatím všechna hodnocená stanoviště označit jako dostatečně úživná. Koncentrace žádného ze sledovaných elementů se nedostala do deficitních hodnot.

Odběr půdních živin porosty v prosadbových a podsadbových centrech však bude s výsadbou a odrůstáním cílových dřevin stoupat, a to až do vytvoření plného zápoje porostu. Proto v období tvorby a rozvoje korun před jejich zapojením může u některých PPC vzniknout problém s nedostatečnou dostupností některých živin. Na základě analýz lze na sledovaných lokalitách s výjimkou lokality Pod Černým vrchem za nejrizikovější prvek v tomto ohledu označit fosfor a na lokalitě Jelenka rovněž draslík. Pomalu rozpustný dusík v hnojivu lze doporučit jako stimulátor, který by měl napomoci obnovení růstu a překonání šoku z přesazení po výsadbě na stanoviště.

Spíše než aplikaci hořečnatu-vápenatých hnojiv, která se běžně doporučují pro imisní oblasti, lze v našem případě jako prevenci vzniku nedostatečné výživy i jako podpůrné opatření pro překonání šoku výsadby doporučit aplikaci pomalu rozpustného NPK hnojiva,

a to jednou z forem individuálního přihnojení – do jamky, na povrch půdy při obvodu sazenice, případně jejich kombinací. Aplikaci lze doporučit u vnášených listnatých odrostků a u jedle.

Poděkování:

Výzkumná šetření včetně vyhodnocení získaných výsledků uvedených v příspěvku byla provedena za institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků – NAZV QH 92087 „Funkční potenciál vybraných listnatých dřevin a jejich vnášení do porostů v Jizerských horách“ a za přispění Celouniverzitní interní grantové agentury ČZU – projekt CIGA č. 20114314 „Reakce lesních dřevin na extrémní klimatické podmínky“.

Náš dík patří organizaci Lesy ČR, s. p., lesní správě Frýdlant v Čechách, za pomoc při zakládání a údržbě výzkumných ploch a Správě CHKO Jizerské hory za spolupráci při realizaci projektů v provozních podmínkách.

LITERATURA

- AUSTIN R. C., STRAND R. F. 1960. The use of slowly soluble fertilizers in forest planting in the Pacific Northwest. *Journal of Forestry*, 58: 619-627.
- BALÁŠ M., KUNEŠ I. 2010. Zkušenosti s výsadbou odrostků listnatých dřevin v horských polohách. *Lesnická práce*, 89: 716-718.
- BALCAR V., KACÁLEK D. 2008. Growth and health state of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the ridge area of the Jizerské hory Mts. *Journal of Forest Science*, 54: 509-518.
- BALCAR V., KACÁLEK D., KUNEŠ I. 2009. Vývoj kultury jilmu horského (*Ulmus glabra* Huds.) v hřebenové poloze Jizerských hor. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: 3-8.
- FIALA K., TŮMA I., HOLUB P., JANDÁK J. 2005. The role of Calamagrostis communities in preventing soil acidification and base cation losses in a deforested mountain area affected by acid deposition. *Plant and Soil*, 268: 35-49.
- FOTTOVÁ D., SKOŘEPOVÁ I. 1998. Changes in mass element fluxes and their importance for critical loads: Geomon Network, Czech Republic. *Water, Air, and Soil Pollution*, 105: 365-376.
- FÜRST A. 2005. Classification values for European foliage data. [online]. Forest Foliar Coordinating Centre – FFCC. [cit. 10. prosince 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=2888>
- HOŠEK J., SCHWARZ O., SVOBODA T. 2007. Výsledky desetiletého měření atmosférické depozice v Krkonoších. *Opera Corcontica*, 44 (1): 179-191.
- INGERSLEV M. 1999. Above ground biomass and nutrient distribution in a limed and fertilized Norway spruce (*Picea abies*) plantation – Part I. Nutrient concentration. *Forest Ecology and Management*, 119: 13-20.
- 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: 643-651.
- JACOBS D. F., TIMMER V. R. 2005. Fertilizer-induced changes in rhizosphere electrical conductivity: relation to forest tree seedling root system growth and function. *New Forests*, 30: 147-166.

- JACOBS D. F., SALIFU K. F., SEIFERT J. R. 2005. Growth and nutritional response of hardwood seedlings to controlled-release fertilization at outplanting. *Forest Ecology and Management*, 214: 28-39.
- KOPINGA J., BURG J. VAN DEN 1995. Using soil and foliar analysis to diagnose the nutritional status of urban trees. *Journal of Arboriculture*, 21: 17-24.
- KUNEŠ I., BALCAR V., ČÍŽEK M. 2004. Influence of amphibolite powder and Silvamix fertiliser on Norway spruce plantation in conditions of air-polluted mountains. *Journal of Forest Science*, 50: 366-373.
- KUNEŠ I. 2005. Využití melioračních opatření při obnově lesů Jizerských hor. Doktorská disertační práce. Praha, FLD ČZU v Praze, Katedra pěstování lesů: 60 s.
- KUNEŠ I., BALCAR V., VYKYPĚLOVÁ E., ZADINA J., ŠEDLBAUEROVÁ J., ZAHRADNÍK D. 2007. Vliv jamkové a pomístné povrchové aplikace dolomitického vápence na množství a chemické složení biomasy smrku ztepilého v Jizerských horách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52: 316-327.
- KUNEŠ I., BURDA P. 2007. Vnášení listnaté příměsi do mladých smrkových porostů na zalesněných imisních holinách našich hor. In: Zvyšování druhové pestrosti lesů. Setkání lesníků východních Čech konané ke stému výročí první lesnické exkurze České jednoty lesnické do vysokomýtských lesů. Sborník referátů z odborného semináře. Vysoké Mýto, 30. 8. 2007. Praha, Česká lesnická společnost: 35-39.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., BALCAR V., ZADINA J., BENEŠOVÁ T., ŠRENK M. 2008. Potenciál využití olše šedé při stabilizaci horských stanovišť po imisní kalamitě. In: Prknová, H. (ed.): Obnova lesního prostředí při zalesňování nelesních a devastovaných stanovišť. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 5. 11. 2008. Praha, ČZU; Hradec Králové, Lesy ČR: 34-38.
- KUNEŠ I., BALCAR V., BENEŠOVÁ T., BALÁŠ M., ZADINA J., ZAHRADNÍK D., VÍTÁMVÁS J., KACÁLEK D., ŠPULÁK O., JAKLOVÁ DYTRTOVÁ J., JAKL M., PODRÁZSKÝ V. 2009. Influence of pulverised limestone and amphibolite mixture on growth performance of *Alnus incana* (L.) Moench culture on an acidified mountain site. *Journal of Forest Science*, 55: 469-476.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., BURDA P. 2010. Vnášení listnatých odrostků do horských jehličnatých porostů. *Lesnická práce*, 89: 656-658.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., BURDA P., MILLEROVÁ K. 2011. Reintroducing broadleaves to mountain coniferous stands under harsh environmental conditions. *Bulletin of Szent István University*, 123-134.
- LOMSKÝ B., ŠRÁMEK V., NOVOTNÝ R. 2011. Changes in the air pollution load in the Jizera Mts.: effects on the health status and mineral nutrition of the young Norway spruce stands. *European Journal of Forest Research*, first online article DOI 10.1007/s10342-011-0549-6.
- MILLER H. G. 1981. Forest fertilization: some guiding concepts. *Forestry*, 54: 157-167.
- MILLER H. G. 1995. The influence of stand development on nutrient demand, growth and allocation. *Plant and Soil*, 168-169: 225-232.
- NÁROVEC V. 2004a. Hnojivé tablety v soustavách hnojení lesních kultur. *Lesnická práce*, 83: 16-17.
- NÁROVEC V. 2004b. K aplikacím bazických mouček po deseti letech. *Lesnická práce*, 83: 18-19.
- NĚMEC A. 1956. Meliorace degradovaných lesních půd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 291.
- ÓSKARSSON H., SIGURGEIRSSON A., RAULUND-RASMUSSEN K. 2006. Survival, growth, and nutrition of tree seedlings fertilized at planting on Andisol soils in Iceland: Six-year results. *Forest Ecology and Management*, 229: 88-97.
- PODRÁZSKÝ V., BALCAR V. 1996. Liming of spruce plantation on the top locality of the Jizerské Mts. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 27: 271-282.
- RENOU-WILSON F., FARRELL, E. P. 2007. The use of foliage and soil information for managing the nutrition of Sitka and Norway spruce on cutaway peatlands. *Silva Fennica*, 41: 409-424.
- SLODIČÁK M. et al. 2005. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Hradec Králové, Lesy České republiky; Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 232 s.
- ŠPULÁK O. 2009. Produkční potenciál mladého porostu smrku pichlavého a akumulace živin v nadzemní biomase. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: 85-91.
- ŠRÁMEK V., NOVOTNÝ R., LOMSKÝ B., MAXA M., NEUMAN L., FADRHOŇSOVÁ V. 2004. Změny obsahů prvků v porostech smrku, buku, jeřábu a břízy v průběhu roku. Závěrečná zpráva projektu. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 99 s.
- VACEK S. 2003. Mountain Forests of the Czech Republic. Prague, Ministry of Agriculture of the Czech Republic: 308 s.
- VAVŘÍČEK D., PECHÁČEK J., BALÁŽ G. 2011. Vliv hnojení na výživu a růst smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten) na lokalitě Špičák v oblasti Krušných hor. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56: 130-136.
- VRIES W. DE, REINDS G. J., DEELSTRA H. D., KLAP J. M., VEL E. M. 1998. Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe. Technical Report. Brussels, EC-UN/ECE: 104 s.
- ZBÍRAL J. 1994. Analýza rostlinného materiálu. Jednotlivé pracovní postupy. Brno, SKZUZ.

NUTRITIONAL STATUS OF NORWAY SPRUCE AS AN INFORMATION SOURCE FOR DECISION WHETHER TO FERTILIZE THE BROADLEAVES AND SILVER FIR INTRODUCED TO CONIFEROUS STANDS

SUMMARY

The present study evaluates the nutritional status of Norway spruce growing on five localities chosen for establishing the enrichment centres. The enrichment centres are sites where the pure coniferous stands should be enriched with an admixture of broad-leaved species through the use of large-sized bare-rooted planting stock with a high-quality root system (saplings) sometimes combined with common-sized transplants or seedlings of broadleaves and silver fir. The method of enrichment centres was described e.g. by KUNEŠ et al. (2011).

Poor and acidic sites could be expected in the area where enrichment centres are proposed. Moreover, silver fir and some broadleaves such as beech and maple are rather more nutrient-requiring species. The initial fertilizing could be, therefore, an actual topic. Nonetheless, the decision whether to fertilize or not, and which amendment to use should be based on some tangible and site relevant data.

Since the soil properties (Tab. 2) are highly variable even on localities with the same ecosite classification (Tab. 1), the analyses of assimilatory tissue seem more suitable to assess the actual need of initial fertilization. The problem was that no broadleaves and silver fir grew on the sites of enrichment centres to enable assessment of their nutritional status prior admixture introduction. For this reason Norway spruce was chosen as an indirect indicator of nutritional conditions on the evaluated localities because it grew on all of them. The nutritional status of Norway spruce was used for inferring the situation in nutrient supply on the enrichment centres. Based on the nutritional status of Norway spruce the most limiting components in nutrient supply on particular localities were derived. This information was subsequently used to judge the need of initial fertilization of introduced broadleaves and silver fir and propose the chemical composition of fertilizer.

The dry-mass concentrations of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and sulphur (S) were determined in the samples of spruce foliage taken in the off-season period (late October). The obtained concentrations and their ratios (P/N, K/N, Mg/N Ca/N) were compared with the diagnostic limits of nutrient status for spruce and used for assessment of nutritional status of spruce stands on the sites of interest. The classification limits of dry-mass concentrations of macroelements in spruce foliage according various authors are summarised in Tab. 3.

The obtained results suggest that the nutritional status of spruce stands is sufficient at present time on all five forest sites (Fig. 1, 2). Since Norway spruce is a common native species in the area it can be deduced that the availability of nutrients on all forest sites might be sufficient at present time. Nonetheless, the sites support currently only young forest stands of low density and open canopy. The uptake of mineral nutrients from soil is high during the forthcoming process of forming fully developed crowns prior canopy closure of the stand (MILLER 1981, 1995). Therefore, it can be expected that the uptake of nutrients from soil will rise to considerably higher levels than at present whilst the forest will form its crown and foliage biomass. Phosphorus and K seem to be the most limiting components in tree nutrition on the sites (Fig. 1). The concentrations of P and K might decrease below the limits of deficiency as the consumption of nutrients will rise in the forthcoming period of forming crown biomass by trees and closing the canopy of forest. Moreover, the nutritional requirements of some target broadleaves such as beech and sycamore maple are higher than those of Norway spruce. Therefore, in our case, the initial fertilization of the broadleaves introduced to the coniferous stands with slow-release PK fertilizers is recommendable instead of Ca-Mg fertilizing commonly used in the acidified air-polluted areas. To help the young plantations surmount the post-planting shock, the addition of slow release N is also desirable in the amendment intended for the initial fertilization. Since fertilizers are generally of benefit to the trees, not the site (MILLER 1981), the fertilizer should be applied individually to interplanted or underplanted broadleaves. The tablets of slow-release fertiliser can be placed in circles around planted trees (cca 5 cm under the soil surface) or the pulverised or granulated forms of amendment can be sprinkled on the soil surface around the stems of the introduced broadleaves.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR

Ing. Ivan Kuneš, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 1176, 165 51 Praha 6 - Suchbátka, Česká republika
tel.: 224 383 792; e-mail: kunes@fd.czu.cz

VLIV DOUGLASKY NA ROSTLINNÁ SPOLEČENSTVA LESŮ VE SROVNÁNÍ S JINÝMI DŘEVINAMI

EFFECT OF DOUGLAS FIR ON PLANT COMMUNITIES IN FOREST ECOSYSTEMS COMPARED TO OTHER TREE SPECIES

VILÉM PODRÁZSKÝ - JIŘÍ VIEWEGH - KAREL MATĚJKA

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

ABSTRACT

The study focuses on the preliminary evaluation of the effects of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) on the plant communities of the herb layer of forest ecosystems. It was performed in different regions of the Czech Republic: School Training Forests of Kostelec nad Černými lesy, Křtiny, Hůrky, and Hranice. The plant communities were described using standard phytocoenological relevés in older forest stands with well developed ground vegetation, i.e. in stands of Douglas fir, Norway spruce and especially of other broad-leaved tree species; 44 plots were sampled in total. The results confirmed acidification effects of Norway spruce and revealed some effects of Douglas fir, supporting plant communities including more nutrient, especially nitrogen demanding species. Because of limited number of studied plots, the results have to be understood as preliminary.

Klíčová slova: *Pseudotsuga menziesii*, bylinná etáž, fytocenózy, lesní ekosystémy

Key words: *Pseudotsuga menziesii*, herb layer, phytocoenoses, forest ecosystems

ÚVOD

Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) je jedním z komerčně nejvýznamnějších druhů ve světovém měřítku. Přirozeně zaujímá rozsáhlý areál v Severní Americe a ve výsadbách je využívána v mnoha zemích a kontinentech (Evropa, Argentina, Nový Zéland, Írán apod.). Prospívá v nejrůznějších stanovištních podmínkách a všude vytváří produkční a stabilní lesní porosty (LARSON 2010). Například ve Francii se stala nejvýznamnějším druhem využívaným ve výsadbách ve druhé polovině 20. století, pokrývá zde více než 400 tis. ha s roční výsadbou kolem 5 mil. sazenic (FERRON, DOUGLAS 2010). Podobná situace je v dalších zemích západní Evropy, jako je Německo, Dánsko, Velká Británie, Irsko. V České republice roste naproti tomu pouze na 4 150 ha (0,2 % porostní plochy), ale s výrazným potenciálem na podstatně větším území (REMEŠ et al. 2010; PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2010).

Z produkčního hlediska byla této dřevině i u nás věnována dostatečná pozornost, aby bylo možno odpovídajícím způsobem využít její produkční potenciál (KANTOR 2008; KANTOR, MAREŠ 2009; KANTOR et al. 2001a, b, 2010; MARTINÍK 2003; MARTINÍK, KANTOR 2007; PODRÁZSKÝ et al. 2009; REMEŠ et al. 2010; URBAN et al. 2009). Také vlivu na lesní půdy byla věnována určitá pozornost, tak aby bylo vyloučeno negativní působení na jejich stav (MENŠÍK et al. 2009; PODRÁZSKÝ et al. 2002, 2009; PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008) a předmětem zájmu se rovněž stala odolnost této dřeviny vůči suchu (EILMANN, RIGLING 2010; URBAN et al. 2009, 2010).

V České republice je dosud pěstován smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) KARST) na mnoha lokalitách, které nevyhovují jeho stanovištním

nárokům, zvláště pak v nižších nadmořských výškách. Na takových stanovištích se douglaska tisolistá, přestože je geograficky nepůvodní dřevinou, může stát vhodnou alternativou za předpokladu, že se prokáže schopnost její koexistence v ekosystému s druhy původního společenstva odpovídajícího potenciální vegetaci.

Environmentální rizika pěstování douglasky tisolisté však nejsou zcela vyloučena, ta jsou přitom značně stanovištně specifická (SERGENT et al. 2010). Mohou představovat například značný potenciál nitrifikace v čistých douglaskových porostech (ZELLER et al. 2010), což koresponduje s růstem této dřeviny v přirozených společenstvech s olší při značných disturbancích ekosystému, především v souvislosti s požáry (BINKLEY 1986). Co chybí v českých podmínkách zejména, je hodnocení vlivu douglasky tisolisté na rostlinná a živočišná společenstva v lesních ekosystémech, tedy na diverzitu a funkci ostatních složek lesních ekosystémů. Cílem předkládané studie je proto doložit první výsledky šetření vlivu douglasky tisolisté na rostlinná společenstva, zvláště na přízemní vegetaci, v širším souboru ploch v různých podmínkách České republiky.

METODIKA

Stav lesních fytocenóz v porostech douglasky tisolisté a v porostech ostatních domácích dřevin, se zvláštní pozorností věnovanou smrku ztepilému, byl srovnáván v různých podmínkách v České republice: na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy, ŠLP Křtiny, ŠP Hůrky u Písku a ŠP Hranice. Ke každému porostu douglasky tisolisté byl zvolen

Tab. 1.

Přehled snímkaných ploch; každá plocha (a příslušný snímek) je označována kódem složeným z označení regionu (1. a 2. znak: Hr - Hranice, Kr - Křtiny, Pi - Hůrky u Písku, Ko - Kostelec, Al - Aldašín, rovněž ŠLP Kostelec, snímky r. 2010), kódu plochy v regionu (3. znak), dominantní dřeviny (4. a 5. znak, může chybět) a případně z dalšího rozlišovacího znaku

Characteristics of studied plots; each plot is labeled by a code compounded of the region (1st and 2nd character: Hr - Hranice, Kr - Křtiny, Pi - Hůrky near Písek, Ko - Kostelec, Al - Aldašín, also ŠLP Kostelec, relevés from 2010), plot code (3rd character), dominant tree species (4th and 5th character, can be missed) and potentially from another distinguishing mark

označení plochy/plot name	nadm. výška [m n.m.]/ altitude [a.s.l.]	sklon/ slope [°]	expozice/ exposure	lesní typ/ ecosite	porost/ stand signature	věk porostu/ stand age [years]	zápoj /canopy [%]			dominantní dřevina/ dominant tree species)*
							patro E3/ E3 layer	<i>Pseudo- tsuga menziesii</i>	<i>Picea abies</i>	
HrA 1	400	0	0	4B1	3D9	89	91	50	10	DG
HrA 2	400	2	J	4D5	11A10	95	60	30	0	(dg) + ost.
HrB	440	3	JV	4B1	4B8	74	60	30	0	(dg) + ost.
HrBsm	440	3	JV	4B1	4B8	82	62	0	61	SM
ToAsm	300	3	SV	3S1	121C8	74	95	0	95	SM
ToAdg	300	5	V	3S1	121C8	74	76	76	0	DG
ToBdb	310	5	V	3S1	121B6	74	65	5	0	ost.
ToBmd	310	2	V	3S1	121B6	74	40	0	0	ost.
ToB	310	2	V	3S1	121B6/7	74	76	10	30	(sm) + ost.
Al	415	0	0	3H5	263C4	85	85	0	30	(sm) + ost.
Al_dg1	415	1	SZ	3H5	34C3	87	86	56	0	DG
Al_sm	415	1	SZ	3H5	34C3	85	97	20	69	SM
Kr_dg	400	0	0	3S1	442G11	115	80	80	0	DG
Kr_bo1	400	0	0	3S1	442G11	115	60	0	0	ost.
Kr_sm1	395	0	0	3S1	442G11	115	95	0	95	SM
Kr_bo2	390	1	S	3S1	441G11	115	60	0	10	ost.
Kr_sm2	390	0	0	3S1	441G11	115	50	0	40	(sm)
Al_dg2	415	1	SZ	3H5	32C2	95	64	31	10	(dg)
KrAdg	420	2	JV	3B2	41D8	76	78	72	0	DG
KrAbk	420	1	JV	3B2	41D8	76	96	4	0	ost.
KrBdg	420	1	V	3B2	41D8	76	70	60	0	DG
KrB	420	2	S	3B2	41D8	76	75	30	0	(dg)
KrCd	440	30	JV	3B2	137C8	76	65	60	0	DG
KrCbk	440	10	JV	3B2	137C8	76	88	10	0	ost.
KrDdg	450	10	JZ	2B2	136B7/C7	74	70	70	0	DG
KrDdb	450	10	JZ	2B2	136B7/C6	66	96	0	0	ost.
KrE	480	2	SV	3B2	130A10	105	20	10	0	ost.
KrEbk	480	2	SV	3B2	130A10	105	96	0	0	ost.
KrEsm	480	2	SV	3B2	130A7	72	80	0	80	SM
PiAsm1	450	1	J	3K7	15D6	65	81	0	81	SM
PiAsm2	450	1	J	3K7	15D6	67	81	0	81	SM
PiAsm3	450	1	J	3K7	15D6	65	94	0	94	SM
PiAdg1	460	1	J	3K3	15E6	67	94	94	0	DG
PiAdg2	460	2	J	3K3	15E6	67	81	81	0	DG
PiAdg3	460	3	J	3K3	15E6	67	81	81	0	DG
PiBsm1	430	1	V	3K3	18C6	65	60	3	57	SM
PiBsm2	430	1	V	3K3	18C6	65	52	0	51	SM
PiBdg1	440	1	V	3K3	18C8	74	81	81	0	DG
PiBdg2	440	1	V	3K3	18C8	74	81	81	0	DG
PiBdg3	440	2	SV	3K3	18C8	77	81	81	0	DG
PiCd	430	0	0	3K5	8C9	86	60	57	3	DG
PiCsm1	430	1	JV	3K5	8C9	86	50	0	50	SM
PiCjd	430	1	JV	3K5	8C9	86	54	3	0	ost.
PiCsm2	430	1	JV	3K5	8C9	86	52	0	31	(sm)

Captions:)* DG – *Pseudotsuga menziesii* dominant; SM – *Picea abies* dominant; (dg) – *Pseudotsuga menziesii* co-dominant; (sm) – *Norway spruce* co-dominant; ost. – other dominant species (e.g. *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*)

porost smrku ztepilého, popřípadě ještě další dřeviny, na stejném stanovišti a pokud možno srovnatelného věku. Vyhledány byly porosty starší, které umožňovaly rozvoj přízemního patra. Šetření probíhala na ŠLP v Kostelci nad Černými lesy počátkem léta 2010, na ostatních lokalitách počátkem července 2011, je tedy zahrnut letní aspekt. Souhrnné stanovištní podmínky jsou sumarizovány v tab. 1. Bylo provedeno fytoecologické snímkování běžnými postupy, užita byla Zlatníková stupnice pokryvnosti. Celkem bylo zapsáno 44 snímků. Snímky byly uloženy v databázi DBreleve (MATĚJKA 2009).

Pro numerické zpracování byla pokryvnost každého druhu bylinného patra (stupeň převedený na průměrnou pokryvnost v procentech) transformována tak, aby suma reprezentací všech přítomných druhů v etáži byla rovna celkové pokryvnosti daného patra. Výpočet indexů diversity (MAGURRAN 2004) pro druhy bylinného patra (E_i) byl proveden v prostředí DBreleve: celkový počet druhů (S), Shannon-Wienerův index druhové diversity (H'), equitabilita (e).

Klasifikace snímků byla provedena na základě údajů o složení bylinné etáže s použitím Wardovy metody (WARD 1963). Ordinační analýza CCA byla počítána v programu CANOCO, verze 4.5 (BRAAK, ŠMILAUER 2002). Jako vysvětlující parametry byla uvažována zastoupení *Picea abies* a *Pseudotsuga menziesii* ve stromovém patře. Významnost kanonických os byla hodnocena permutačním Monte-Carlo testem.

Snímky byly rozděleny do skupin podle zastoupení obou zmíněných druhů ve stromovém patře do skupin DG (zastoupení $DG \geq 50\%$; 15 snímků), SM (zastoupení $SM \geq 50\%$; 11 snímků), (dg) (DG přítomna se zastoupením do 50%; 4 snímky), (sm) (SM přítomen se zastoupením do 50%; 4 snímky), o (snímky na ostatních – srovnávacích – plochách; 10 snímků). Snímky byly převážně zapisovány v čistých skupinách stromů, pokud byly porosty skupinovitě smíšené, přednost byla nicméně dávana čistým porostům, resp. porostním skupinám. Rozdělení podle podílu DG na více než 50 a méně než 50 % odpovídá spíše celým jednotkám rozdělení lesa, zachyceným LHP, nicméně odpovídá zhruba stavu na šetřených částech porostů. Nomenklatura druhů je podle KUBÁTA (2002).

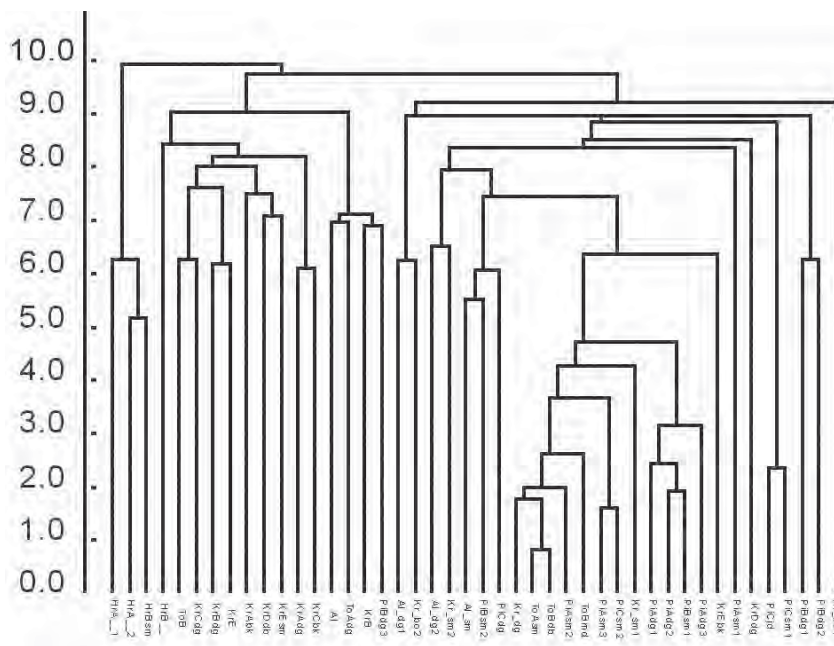
VÝSLEDKY A DISKUSE

Numerická klasifikace snímků (obr. 1) potvrzuje značnou heterogenitu snímkového materiálu, která je ovlivněna nejen charakterem stanoviště, užitým lesnickým managementem, ale i regionálními rozdíly. Ve snímkovém materiálu není možno identifikovat žádnou skupinu fytoocenóz, které by byly charakteristické pro nějaký druh dřeviny stromového patra. Problémem pro tento způsob vyhodnocení je také výskyt douglasky tisolisté v našich lesích: starší čistě porosty s rozvinutou přízemní vegetací jsou velmi vzácné a plošně málo rozsáhlé, je třeba věnovat pozornost okrajovému efektu – vlivu okolního porostu s jinou dřevinou. Douglaska se vyskytuje spíše jako příměs. To je sice z pěstební hlediska správný stav, nicméně to při jejím malém výskytu ztěžuje vyhodnocení některých aspektů jejího pěstování. Podobné problémy jsou například i s vyhodnocením vlivu různých hospodářských způsobů na stav ekosystému při jejich plošně omezeném a diskontinuálním pěstování (MATĚJKA, VIEWEGH 2010).

Ordinační analýza, která používá jako faktor zastoupení douglasky tisolisté a smrku ztepilého ve stromovém patře (obr. 2, 3) poskytuje statisticky signifikantní výsledky (pravděpodobnost chyby $p = 0,002$), přičemž však první dvě ordinační osy vysvětlují pouze 8 % datové variance.

Nejvyšších hodnot ordinačního skóre podél první osy CCA dosahují druhy bylinného patra typické pro společenstva se smrkem ztepilým ve stromovém patře (sestupně podle skóre) *Geum urbanum*, *Picea abies*, *Asarum europaeum*, *Rubus idaeus*, *Carex pilulifera*, *Sorbus aucuparia* a *Avenella flexuosa*. Až na *Asarum europaeum* a *Geum urbanum* se jedná o druhy acidofilní či acidotolerantní, které jsou běžné i v degradovaných společenstvech kulturních smrčín.

Obdobně je možno jmenovat druhy s vysokými hodnotami skóre podél druhé osy CCA, které odpovídají společenstvům vyvinutým pod dominantním zastoupením douglasky tisolisté ve stromovém patře – *Calamagrostis arundinacea*, *Viola reichenbachiana*, *Mycelis mu-*

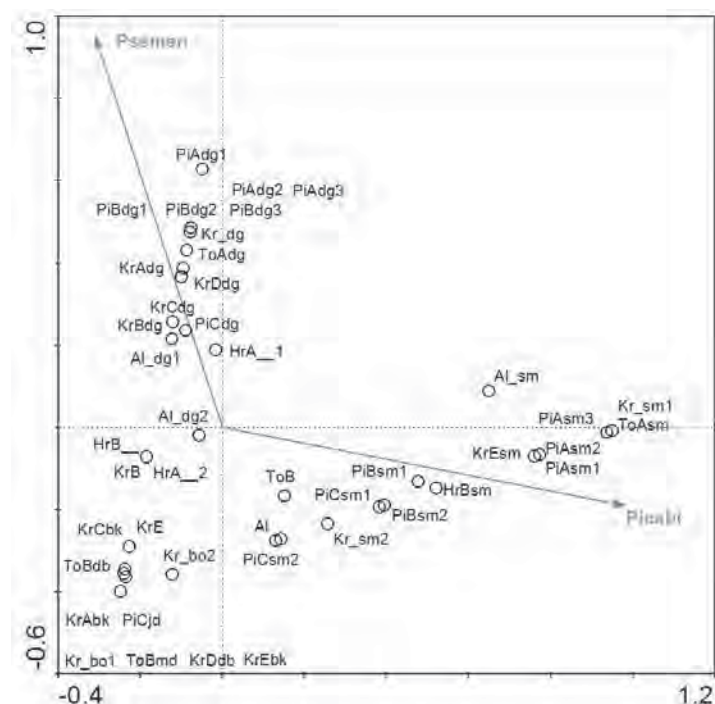


Obr. 1.

Klasifikace snímků podle složení bylinného patra; použita Wardova metoda s kvadrátem Euklidovské distance

Fig. 1.

Classification of relevés according to the herb layer species composition; the Ward's method with the quadrature of Euclidean distance was used



Obr. 2.

Poloha fytocenologických snímků v ordinačním prostoru prvních dvou os CCA s vyznačením směru dvou sledovaných faktorů – zastoupení *Picea abies* (Picabi) a *Pseudotsuga menziesii* (Psemen) ve stromovém patře

Fig. 2.

Position of phytocenological relevés in the ordination space of the 2 first axes of CCA, indicating 2 studied factors – presence of *Picea abies* (Picabi) and *Pseudotsuga menziesii* (Psemen)

ralis, *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris filix-mas* a *Sambucus nigra*. Jedná se (kromě nitrofilního *Sambucus nigra*) většinou o druhy vyskytující se na živinami mírně až středně bohatých stanovištích.

Jako třetí skupinu druhů je možno jmenovat ty, které mají nízké hodnoty skóre podél obou dvou os. Jedná se například o *Impatiens noli-tangere*, *I. parviflora*, *Cardamine impatiens*, *Senecio ovatus*, *Galeopsis tetrahit*, *Quercus petraea*, *Abies alba*, *Galeopsis pubescens*, *Acer pseudoplatanus*, *Carex remota* a *C. brizoides*. Tyto druhy jsou zaznamenávány většinou pod porosty jiných dřevin, často odpovídajících přirozené druhové kombinaci, která náleží příslušnému stanovišti. Vzhledem k tomu, že porovnávané fytocenologické snímky byly zapisovány v kulturních lesích nejrušnější měrou ovlivněných lidskou činností, dostaly se do této skupiny i druhy časté jinde – například *Impatiens parviflora* a *Senecio ovatus* rostoucích i ve společenstvech lesů s dominantním smrkem ztepilým, ale pouze na živinami mírně až středně bohatých stanovištích, nikoli ve smrkových monokulturách se silně acidifikovanou půdou.

Rozdíly v druhové bohatosti a diverzitě mezi porovnávanými skupinami ploch podle zastoupení dominantních dřevin (tab. 2) jsou statisticky nevýznamné (testováno jednofaktorovou analýzou rozptylu):

druhá bohatost (S): $F_{4,39} = 1.66, p = 0.18$

celková druhová diverzita (H'): $F_{4,39} = 0.60, p = 0.67$

vyrovnanost (e): $F_{4,39} = 0.32, p = 0.86$

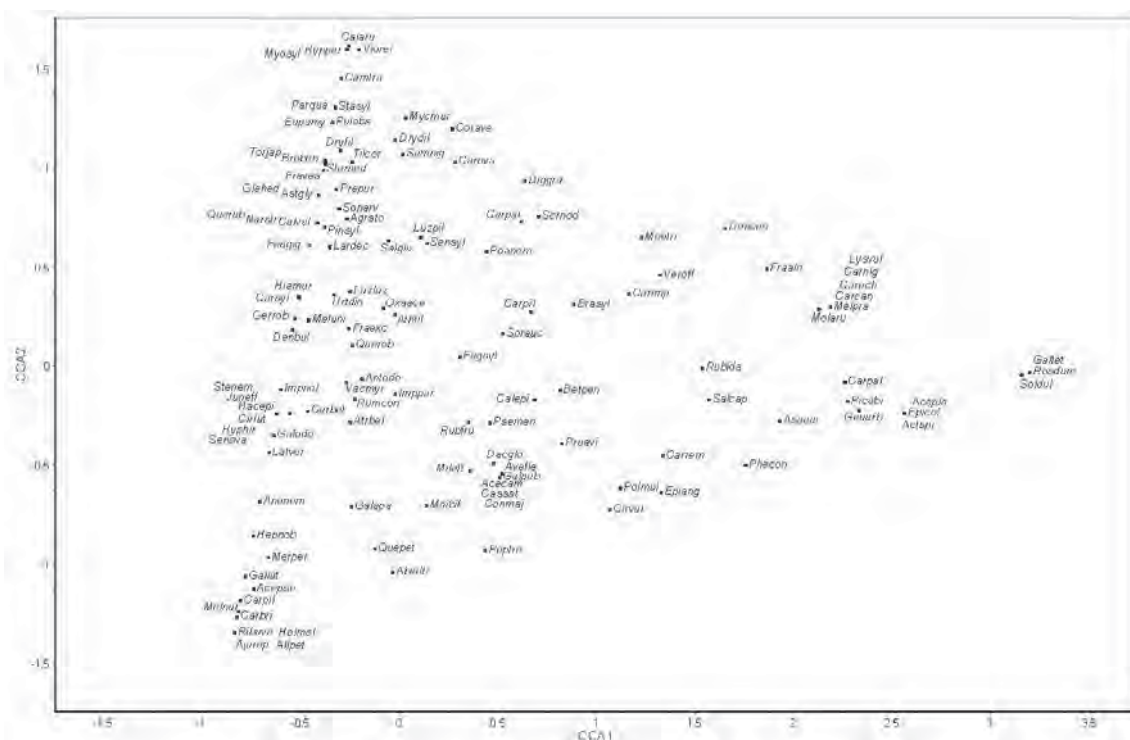
Jediný náznak ovlivnění můžeme spatřovat u druhové bohatosti, která je mírně vyšší pod porosty s douglaskou.

Vcelku je možno náš poměrně omezený soubor dat hodnotit jako dostatečně rozsáhlý pro první, orientační posouzení vlivu douglasky tisolisté na bylinnou vegetaci. I když není regionálně ani stanovištně koherentní, a také spektrum dřevin hlavního porostu je široké, první náhled do dané problematiky to umožňuje. Tyto znalosti o stavu fytocenózy rozšiřují některé poznatky z domácího prostředí, které i ve stavu půd naznačují výrazný vliv douglasky tisolisté na živnost stanoviště, především s ohledem na dynamiku půdního dusíku (MENŠÍK et al. 2009; PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008). Nicméně rozšíření datové báze a podrobnější diferenciací druhové skladby i stanovišť bude při pokračujícím výzkumu potřebná.

ZÁVĚR

Získaný rozsah souboru, který představuje zatím dosažený maximální rozsah výzkumu a obtížně získatelný materiál, není sice příliš rozsáhlý, je však dostatečný pro posouzení předběžných výsledků a pro formulování dalšího postupu šetření. Je možno konstatovat s velkou pravděpodobností, že tak jako smrk ztepilý způsobuje acidifikaci půdy a odpovídající změnu ve složení rostlinného společenstva, ovlivňuje zřejmě douglaska tisolistá dynamiku některých živin (dusíku), a tím působí i na zvýšení zastoupení druhů s vyššími nároky na živnost stanoviště.

Na rozdíl od smrku ztepilého tedy působí na živnějších stanovištích méně výrazné změny půdních poměrů a v souvislosti s tím i méně výrazné změny fytocenózy. Jelikož zároveň vykazuje menší citlivost na



Obr. 3.

Poloha druhů bylinného patra v ordinačním prostoru prvních dvou os CCA. Označení druhů

Fig. 3.

Position of herb layer species in the ordination space of the 2 first axes of CCA. Species symbols: Abialb - *Abies alba*; Acecam - *Acer campestre*; Acepla - *Acer platanoides*; Acepse - *Acer pseudoplatanus*; Actspi - *Actaea spicata*; Agrsto - *Agrostis stolonifera*; Ajurep - *Ajuga reptans*; Allpet - *Al-liaria petiolata*; Anenem - *Anemone nemorosa*; Antodo - *Anthoxanthum odoratum*; Asaeur - *Asarum europaeum*; Astgly - *Astragalus glycyphyllos*; Athfil - *Athyrium filix-femina*; Atrbel - *Atropa bella-donna*; Avefle - *Avenella flexuosa*; Betpen - *Betula pendula*; Brasyl - *Brachypodium sylvaticum*; Broben - *Bromus benekenii*; Calaru - *Calamagrostis arundinacea*; Calepi - *Calamagrostis epigejos*; Calvul - *Calluna vulgaris*; Camtra - *Campanula trachelium*; Carbet - *Carpinus betulus*; Carbri - *Carex brizoides*; Carcan - *Carex canescens*; Carech - *Carex echinata*; Carimp - *Cardamine impatiens*; Carnig - *Carex nigra*; Carova - *Carex ovalis*; Carpai - *Carex pairae*; Carpal - *Carex pallescens*; Carpi1 - *Carex pilulifera*; Carpil - *Carex pilosa*; Carrem - *Carex remota*; Carsyl - *Carex sylvatica*; Cassat - *Castanea sativa*; Cirlut - *Circaea lutetiana*; Cirlul - *Cirsium vulgare*; Conmaj - *Convallaria majalis*; Corave - *Corylus avellana*; Dacglo - *Dactylis glomerata*; Denbul - *Dentaria bulbifera*; Desces - *Deschampsia cespitosa*; Diggra - *Digitalis grandiflora*; Drydil - *Dryopteris dilatata*; Dryfil - *Dryopteris filix-mas*; Epiang - *Epilobium angustifolium*; Epicol - *Epilobium collinum*; Eupamy - *Euphorbia amygdaloides*; Fagsyl - *Fagus sylvatica*; Fesgig - *Festuca gigantea*; Fraaln - *Frangula alnus*; Fraexc - *Fraxinus excelsior*; Fra- ves - *Fragaria vesca*; Galapa - *Galium aparine*; Gallut - *Galeobdolon luteum*; Galodo - *Galium odoratum*; Galpub - *Galeopsis pubescens*; Galtet - *Galeopsis tetrahit*; Gerrob - *Geranium robertianum*; Geuurb - *Geum urbanum*; Glehed - *Glechoma hederacea*; Hacepi - *Hacquetia epipactis*; Hepnob - *Hepatica nobilis*; Hiemur - *Hieracium murorum*; Holmol - *Holcus mollis*; Hyphir - *Hypericum hirsutum*; Hypper - *Hypericum perforatum*; Impnol - *Impatiens noli-tangere*; Imppar - *Impatiens parviflora*; Juneff - *Juncus effusus*; Lardec - *Larix decidua*; Latver - *Lathyrus vernus*; Luzluz - *Luzula luzuloides*; Luzpil - *Luzula pilosa*; Lysvul - *Lysimachia vulgaris*; Maibif - *Maianthemum bifolium*; Melnut - *Melica nutans*; Melpra - *Melampyrum pratense*; Meluni - *Melica uniflora*; Merper - *Mercurialis perennis*; Mileff - *Milium effusum*; Moetri - *Moehringia trinervia*; Molaru - *Molinia arundinacea*; Mycmur - *Mycelis muralis*; Myosyl - *Myosotis sylvatica*; Narstr - *Nardus stricta*; Oxaace - *Oxalis acetosella*; Parqua - *Paris quadrifolia*; Phecon - *Phegopteris connectilis*; Picabi - *Picea abies*; Pinsyl - *Pinus sylvestris*; Poanem - *Poa nemoralis*; Polmul - *Polygonatum multiflorum*; Poptre - *Populus tremula*; Prepur - *Prenanthes purpurea*; Pruavi - *Prunus avium*; Psemen - *Pseudotsuga menziesii*; Pulobs - *Pulmonaria obscura*; Quepet - *Quercus petraea*; Querob - *Quercus robur*; Querub - *Quercus rubra*; Ribuva - *Ribes uva-crispa*; Rosdum - *Rosa dumalis*; Rubfru - *Rubus fruticosus* agg.; Rubida - *Rubus idaeus*; Rumcon - *Rumex conglomeratus*; Salcap - *Salix caprea*; Salglu - *Salvia glutinosa*; Samnig - *Sambucus nigra*; Scrnod - *Scrophularia nodosa*; Senova - *Senecio ovatus*; Sensyl - *Senecio sylvaticus*; Soldul - *Solanum dulcamara*; Sonarv - *Sonchus arvensis*; Sorauc - *Sorbus aucuparia*; Stasyl - *Stachys sylvatica*; Stemed - *Stellaria media*; Stenem - *Stellaria nemorum*; Tilcor - *Tilia cordata*; Torjap - *Torilis japonica*; Urtdio - *Urtica dioica*; Vacmyr - *Vaccinium myrtillus*; Veroff - *Veronica officinalis*; Viorei - *Viola reichenbachiana*

Tab. 2.

Porovnání druhové bohatosti, diversity a equitability v jednotlivých skupinách ploch.

Comparison of species richness, diversity and equitability in particular groups of research plots

Skupina/ Group	N	Počet druhů (S)/ Species richness		Diversita (H')/ Diversity		Equitability (e)	
		Průměr/ Average	Standardní chyba/ Standard error	Průměr/ Average	Standardní chyba/ Standard error	Průměr/ Average	Standardní chyba/ Standard error
o	10	12.6	1.5	1.89	0.21	0.51	0.05
(dg)	4	17.3	2.4	1.86	0.34	0.47	0.08
DG	15	16.6	1.3	2.10	0.17	0.52	0.04
(sm)	4	12.0	2.4	1.64	0.34	0.53	0.08
SM	11	14.0	1.5	1.75	0.20	0.46	0.05

sucho, jeví se douglaska tisolistá vhodnou náhradou za smrk ztepilý v nižších polohách, kde je stejně jako on nepůvodní, je však méně citlivá k poškození a působí méně výrazné změny půdního prostředí a diversity fytocenózy, a to při zpravidla podstatně vyšší a jistější produkci.

Při dalším výzkumu je třeba zaměřit pozornost na rozšíření počtu snímků, na přesnější detail výzkumného uspořádání vzhledem ke stanovišti a dřevinám jiným než je smrk ztepilý. Při praktickém uplatnění dosavadních výstupů je možno doporučit pěstování douglasky tisolisté jako základní, subdominantní složky porostních směsí (z hlediska zastoupení, z hlediska postavení v porostu ovšem dominantní), které tak eliminují její eventuální, zatím předpokládané jednostranné působení na stav lesních půd.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu NAZV QI112A172 „Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR“.

LITERATURA

- BINKLEY D. 1986. Forest nutrition management. New York, Wiley: 289 s.
- BRAAK C.J.F. TER, ŠMILAUER P. 2002. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for canonical community ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca (NY): 500 s.
- EILMANN B., RIGLING A. 2010. Douglas fir – a substitute species for Scots pine in dry inner-Alpine valleys? In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Abstracts. October 18 – 20, 2010. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg: 11. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, 85.
- FERRON J.L., DOUGLAS F. 2010. Douglas-fir in France: history, recent economic development, overviews for the future. In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Abstracts. October 18 – 20, 2010. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg: 11-13. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, 85.
- KANTOR P., KNOTT R., MARTINÍK A. 2001a. Production capacity of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) in a mixed stand. Ekológia (Bratislava), 20 (Supplement 1): 5-14.
- KANTOR P., KNOTT R., MARTINÍK A. 2001b. Production potential and ecological stability of mixed forest stands in uplands - III. A single tree mixed stand with Douglas fir on a eutrophic site of the Křtiny Training Forest Enterprise. Journal of Forest Science, 47: 45-59.
- KANTOR P. 2008. Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. Journal of Forest Science, 54: 321-332.
- 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: 312-322.
- KANTOR P., BUŠINA F., KNOTT R. 2010. Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) a její přirozená obnova na Školním poli Hůrky Středních lesnických škol Písek. Zprávy lesnického výzkumu, 55: 251-263.
- KUBÁT K. (ed.) 2002. Klíč ke květeně České republiky. Praha, Academia: 927 s.

- LARSON B. 2010. The dynamics of Douglas-fir stands. In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Abstracts. October 18 – 20, 2010. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg: 9-10. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, 85.
- MAGURRAN A.E. 2004. Measuring biological diversity. Malden, Blackwell: 256 s.
- MARTINÍK A. 2003. Possibilities of growing Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) in the conception of sustainable forest management. Ekológia (Bratislava), 22, (Supplement 3): 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), 26: 223-239.
- MATĚJKA K. 2009. Nápověda k programu DBreleve / DBreleve program help. [on-line]. [cit. 10. prosince 2011]. Dostupné na World Wide Web: http://www.infodatasys.cz/software/hlp_dbreleve/dbreleve.htm
- MATĚJKA K., VIEWEGH J. 2010. Druhá diverzita a bohatost v lesích s různým typem hospodaření. Zprávy lesnického výzkumu, 55 (Special): 28-39.
- 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 Sciences, 55: 345-356.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., LIAO, CH.Y. 2002. Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb./ Franco) na stav humusových forem lesních půd – srovnání se smrkem ztepilým. Zprávy lesnického výzkumu, 46 (2): 86-89.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 27-33.
- 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: 299-305.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2010. Production and environmental functions of Douglas-fir on the School Training Forest Kostelec nad Černými lesy territory. In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Abstracts. October 18 – 20, 2010. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg: 64. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, 85.
- 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. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 21. října 2010. Praha, ČZU v Praze: 68-69.
- SERGEANT A.S., ROZENBERG P., MARCAIS B., LEFEVRE Y., BASTIEN J.C., NAGELEISEN L.M., BREDÁ N. 2010. Vulnerability of Douglas-fir in a changing climate: study of decline in France after the extreme 2003's drought. In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Abstracts. October 18 – 20, 2010. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg: 21-22. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, 85.
- URBAN J., ČERMÁK J., NADYEZHINA N., KANTOR P. 2009. Growth and transpiration of the Norway spruce and Douglas fir at two contrasting sites. In: Water issues in dryland forestry. November 10 -12, 2009. Sede Boquer (Israel), Ben Gurin University: 47.
- URBAN J., ČERMÁK J., KANTOR P. 2010. Srovnání tloušťkového přírůstu a transpirace douglasky tisolisté a smrku ztepilého. In: Aktuality v pěstování introdukovaných dřevin. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 21. října 2010. Praha, ČZU v Praze: 77-81.
- WARD J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association, 58: 236-244.
- ZELLER B., ANDRIANARISOA S., JUSSY J.H. 2010. Impact of Douglas-fir on the N cycle: Douglas fir promote nitrification? In: Opportunities and risks for Douglas fir in a changing climate. Abstracts. October 18 – 20, 2010. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg: 11. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, 85.

EFFECT OF DOUGLAS FIR ON PLANT COMMUNITIES IN FOREST ECOSYSTEMS COMPARED TO OTHER TREE SPECIES

SUMMARY

Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb/ Franco) belongs to the commercially most important tree species. It naturally covers large areas in Pacific regions of the U.S.A. and Canada and it is planted in many countries worldwide, including New Zealand, Argentina, Iran, and countries of Western Europe. Being much less used in the Czech Republic, it represents enormous potential for replacing domestic species planted out of their natural sites, especially Norway spruce. The study focuses on the preliminary evaluation of the effects of Douglas fir on the plant communities of the herb layer in forest ecosystems. It was performed in different regions of the Czech Republic: School Training Forests of Kostelec nad Černými lesy, Křtiny, Hůrky, and Hranice (Tab. 1). The plant communities were described using standard phytocoenological relevés in older forest stands with well developed ground vegetation, i.e. in stands of Douglas fir, Norway spruce, European beech and especially of other broad-leaved tree species. In total, 44 plots were sampled. Numeric classification (Fig. 1) confirms considerable heterogeneity of the sampled material because of different site conditions, age of the forest stands, regional differences and differences in the species composition, despite of maximum aim of representative experiment pattern. There are visible tendencies documenting effects of Douglas fir on the diversity increase (Tab. 2) and species composition of the herb layer (Fig. 2, 3), tending to more nutrient-demanding species, especially as for nitrogen. More extended and representative research is needed to conclude more valid and representative statements.

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika
tel.: 224 383 403; e-mail: podrazsky@fld.czu.cz

VÝSLEDKY TESTOVÁNÍ VYBRANÝCH DŘEVIN PRO LESNICKÉ REKULTIVACE NA SOKOLOVSKU: REVIEW

TEST RESULTS OF SELECTED TREE SPECIES FOR FORESTRY RECLAMATIONS IN THE SOKOLOV REGION: REVIEW

IVO KUPKA – KONSTANTIN DIMITROVSKÝ

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

ABSTRACT

Silviculture of rare species as a part of spoil bank reclamation history has its own uniqueness in the Sokolov region. Anthropogenic substrates are very specific in terms of physical and chemical structure and represent unique systems which are very difficult to manage. All types of reclamations were realized there, i.e. forestry, agricultural, and hydric, all of them having very specific regimes. One of the important precondition was to establish research and experimental plots (about 480 ha at present). Later on, the reclamation arboretum was founded in order to create larger research basis for tree species evaluation as well as solve the problems with air pollution. The arboretum has now 224 taxa and is used for education by the Faculty of Forestry and Wood Sciences in Prague. The species tree evaluation for forest reclamation is based on the combination of the most important ecological attributes, i.e. substrate conditions requirement, microclimatic tolerance and vitality. Species which are in compliance with given requirements are *Alnus glutinosa* L., *A. incana* (L.), Moench., *Betula verrucosa* Ehrh., *Sorbus aucuparia* L. and *Salix daphnoides* Vill.

Klíčová slova: *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Betula verrucosa*, *Sorbus aucuparia*, *Salix daphnoides*, historie rekultivací, lesnické rekultivace, těžba uhlí

Key words: *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Betula verrucosa*, *Sorbus aucuparia*, *Salix daphnoides*, history of spoil bank reclamation, forest reclamation, coal mining

ÚVOD

Lesnické rekultivace a jejich vývoj v severočeském regionu

Lesnické rekultivace jsou důležitou a nedílnou součástí rekultivací prováděných od počátku 20. století a staly se jedním ze základních kamenů české rekultivační školy (DIMITROVSKÝ, VESECKÝ 1979, 1989; DIMITROVSKÝ 1999). Lesnická rekultivace používá celou škálu dřevin, jejichž využití se opírá o znalost historie i současných výsledků při realizaci rekultivačních prací v oblasti těžby nerostných surovin (DIMITROVSKÝ et al. 2008). Jejich důležitým aspektem je volba vhodných dřevin, kdy byly často zkoušeny velmi neobvyklé taxony (KUPKA et al. 2007).

Vlivem prudkého rozvoje průmyslu po 2. světové válce se u nás těžba hnědého uhlí neustále zvyšovala přechodem těžby hlubinné na těžbu lomovou (povrchovou), až v roce 1984 dosáhla roční těžba historického maxima, a to 96,9 milionů tun. V letech 1945 – 2009 se v obou hnědouhelných pánvích vytěžilo téměř 4 miliardy tun. V roce 1991 dochází k radikálnímu snížení těžby na cca 45 milionů tun. Podobným vývojem prošla i těžba černého uhlí na Kladensku a zejména Ostravsko-Karvinsku. Veškeré těžební aktivity uhelné sloje znamenají i devastaci jednotlivých složek krajiny ve formě

proměn orografie dotčeného území, vodního režimu (DIMITROVSKÝ, DOLEŽAL 1972), půdních a vegetačních poměrů a v neposlední řadě i poměrů demografických v závislosti na společensko-historických podmínkách daného mikro- a makro-regionu. Podle statistických údajů zabírá současná plošná výměra devastovaného území v obou hnědouhelných pánvích těžbou hnědého uhlí cca 40 000 – 42 000 ha. Požadavky společnosti na reálný funkční potenciál jednotlivých krajinnotvorných prvků postupně obnovované hornické krajiny v systému půda – voda – vegetace – infrastruktura jsou předurčeny vzniklou orogenezí krajiny po douhlení jednotlivých lomů malých i větších plošných výměr. Právě orogeneze krajiny, která je elementárním východiskem pro volbu tvorby recentních útvarů, určuje způsob rekultivace zemědělské, lesnické, hydrické a rekultivace ostatní se zvláštním důrazem pro oblast Sokolovska, kde zvolený systém řešení rekultivační problematiky byl vždy spojován s obnovou půdy, vody, vegetace a celkové infrastruktury krajiny jak organizační strukturou, tak i realizací hospodaření v post-těžebním období (DIMITROVSKÝ 2008).

Důležitým předpokladem pro úspěch české rekultivační školy byla vhodná klasifikace antropogenních substrátů (BENEŠ et al. 1964; JONÁŠ, SEMOTÁN 1958). Tato klasifikace se inspirovala v klasifikaci, která byla v té době používána v NDR (KNABE 1955).

Orografie krajiny po těžbě uhelné sloje závisí na řadě faktorů, z nichž je třeba zmínit:

- volba technologie dobývání (hlubinná, lomová),
- mocnost a hloubka uhelné sloje,
- mocnost nadložních hornin (sedimentů),
- geologicko-petrografická skladba,
- uložení skrývky v areálu lomového prostoru nebo mimo lomového prostoru (vnitřní nebo vnější výsypky úroňové, převýšené),
- technologická úprava výsypkového tělesa dle zákona o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon č. 262/1992 Sb.),
- volba způsobu rekultivace (zemědělská, lesnická, hydrická, ostatní).

Naprostá většina výsypků v obou hnědouhelných pánvích patří do kategorie výsypků vnějších s rozdílným stupněm převýšení nad původní geomorfologický celek. Takto vzniklá nová orografie území, tj. nová modelace krajinného celku, nepochybně zvyšuje ekologické a v nejednom případě i hospodářské stimuly takto vznikající nové krajiny.

Z rekultivačních hledisek je nepochybně nejdůležitější geologicko-petrografická skladba skrývaného nadloží uhelné sloje, a tím i povrchových vrstev na všech výsypkách tvořících tzv. antropogenní substráty pro obnovu půdy v pedogenetickém pojetí (JONÁŠ 1972). JONÁŠ (1972) v této práci shrnul nejvýznamnější poznatky z vývoje antropogenních substrátů pod různým vegetačním krytem (jeteloviny, jetelotravní směsky, obiloviny, lesní porosty listnaté, jehličnaté, smíšené). Sokolovská krajina byla ve své podstatě již před započítím těžby uhelné sloje, tj. koncem 17. století, produktem historických geomorfologických proměn a před industrializací prakticky epochou agrární a lesní společnosti, která neustále pečovala o své obývané území.

Přístup při obnově půdy na výsypkách vychází z tzv. kategorizačních procesů. DIMITROVSKÝ (2002) kategorizační proces definuje jako taxa-

tivně dokonalé poznání a respektování vztahu mezi přírodou a člověkem i mezi krajinou a jejím využíváním. Současná identita Sokolovské krajiny je nepochybně specifická tím, že je nově vytvořenou kulturní krajinou, která má svou zcela svébytnou novou podobu (tab. 1, 2).

Z lesnického hlediska je důležité to, že v první fázi pedogeneze všech druhů a typů antropogenních substrátů, počínaje tzv. protoprofilů a konče teloprofilů, je pohyb půdní vody nezákonitý, zcela odlišný od půd rostlých. Přitom stejně jako u rostlých půd se může i na výsypkových antropogenních substrátech voda pohybovat v prostředí nasyceném, polonasyceném a nenasyceném vodou. První případ je u výsypkových substrátů velmi sporadický, druhý ojedinělý a třetí přímo dominantní. Tento zcela neobvyklý jev v oboru hydopedologie je pro výsypkové antropogenní substráty charakteristický, podmíněný především strukturou. Nadložní horniny (sedimenty) skrývané v různých hloubkách nadloží vykazují póry, které se dělí na: (i) tabulární, (ii) planární a (iii) mezerovité (DIMITROVSKÝ 1972). Tyto póry výše specifikovaných tvarů mají rozdílné velikosti a stávají se preferenčními cestami pro pohyb vody, tj. atmosférických srážek jako jediného zdroje půdní vody na všech výsypkách v první fázi rekultivačního cyklu, tj. do doby proměn protoprofilů na mezoprofilů a teloprofilů. Tato časová strukturální proměna je závislá na primárních formách zpevnění a v časové posloupnosti také na volbě způsobů rekultivace (zemědělská, lesnická, ostatní). Velikost pórů tabulárních, planárních a mezerovitých různých geometrických tvarů a velikosti je proměnnou veličinou závislou také na rhizologické hloubce a množství kořenových soustav voleného druhu lesních dřevin. Zároveň je zcela určující pro volbu dřevin a jejich „úspěch“ při lesnické rekultivaci.

Cílem práce je shrnout dosavadní výsledky a zkušenosti s uplatněním jednotlivých dřevin při lesnických rekultivacích na Sokolovsku. I přes určitá specifika antropogenních substrátů s ohledem na různou geologickou stavbu jednotlivých uhelných revírů lze předpokládat, že budou tyto výsledky užitečné i v dalších oblastech, kde je lesnická rekultivace uplatňována.

Tab. 1.

Přehled rekultivačních prací v Sokolovském revíru
Overview of spoil banks reclamation in the Sokolov region

Stav rekultivace/ Present status of reclamation	Plocha [ha]/ Area [ha]
Dokončené/ Completed	3110
Rozpracované/ In progress	2679
Plánované/ Planned	3520
Celkem/ Total	9309

Tab. 2.

Typy rekultivací v Sokolovském revíru (realizované a plánované)
Reclamation types in Sokolov region (realized and planned)

Typ rekultivace/ Reclamation type	Realizované/Completed 1960 – 2007 [ha]	Plánované/ Planned [ha]
Zemědělská/ Agricultural	1828	1797
Lesnická/ Forestry	1095	1340
Hydrická/ Hydric	78	306
Ostatní/ Others	110	42

MATERIÁL A METODIKA

Souhrnné výsledky experimentálních výsadeb i poloprovozních pokusů tvoří základ předkládaných výsledků. Při jejich hodnocení byla vzata v úvahu ta kritéria, která rozhodují o úspěšnosti dřeviny při jejím použití v lesnické rekultivaci. Všechny sledované dřeviny byly vyhodnocovány dle následujících hledisek:

- nároky na chemické a fyzikální úpravy antropogenních substrátů (zejména rozpětí chemické reakce substrátu, ve kterém je posuzovaná dřevina vitální),
- citlivost na mikroklimatické podmínky (zejména na výskyt časných nebo pozdních mrazů či vícedenní období sucha) – vždy se jedná o zalesňování holiny bez ochranného vlivu okolních porostů,
- tolerance k imisní zátěži (dle zbarvení asimilačního aparátu či ztráty olistění),
- vitalita růstu (hodnocení výškového růstu podle tří kvantilů rozdělujících celkové rozpětí zjištěných výšek dané dřeviny: malá, střední, vysoká)
- nezbytnost biologické meliorace (potřeba výsevu melioračních rostlin, které příznivě upraví půdní prostředí pro lesní dřeviny).

Je třeba připomenout, že hodnoty těchto šetření je velmi obtížné srovnávat s výsledky dosaženými v normálních podmínkách na lesní půdě vzhledem ke specifice těchto substrátů – zejména jejich hydro-pedologických vlastností, které jsou vysvětleny výše. Řada dřevin se na antropogenních substrátech dostává do půdního prostředí s extrémními hodnotami pH (kyselosti či zásaditosti), se kterými se v normálních

podmínkách nikdy setkat nemůže. To vede k poněkud obtížnější stanovitelným metodikám jejich vyhodnocování, protože např. vitalita růstu může být jen velmi obtížně srovnávána s růstem stejné dřeviny na obvyklých lesních stanovištích.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V tab. 3 jsou shrnuty výsledky testování vybraných lesních dřevin na experimentálních a poloprovozních plochách a více než třicetiletých provozních zkušeností s uplatněním jednotlivých dřevin na antropo-

genních substrátech Sokolovské uhelné pánve.

Při jejich hodnocení byla vzata v úvahu ta kritéria, která rozhodují o úspěšnosti dřeviny při jejím použití pro lesnickou rekultivaci na výsypkách. Ukazuje se, že ekologická amplituda řady dřevin je mnohem širší než se traduje v lesnické a dendrologické literatuře, kde jsou shrnuty zkušenosti s výsadbami dřevin na lesních půdách.

Z hlediska nenáročnosti dřeviny na úpravu substrátu, kterou je méně na především nutnost úpravy chemické reakce a pórovitosti svrchních vrstev antropogenních substrátů, jsou nejvhodnější domácí olše (včetně olše – olšičky zelené *Alnus alnobetula* (Ehrh.) C. Koch), obě domácí břízy, dále topol bílý a topol osika, dvě vrby (lýkocvová a pla-

Tab. 3.

Přehled testovaných dřevin na výsypkových stanovištích v oblasti Sokolovského revíru

Parameters of tested tree species according to their viability to anthropogenic substrates conditions

Domácí dřeviny/ Domestic tree species	Nenáročná na úpravu substrátu/ Tolerant of poor substrate conditions	Náročná na úpravu substrátu/ Demanding good substrate conditions	Náročná na mikroklima/ Demanding good microclimatic conditions	Tolerantní k imisní zátěži/ Tolerant of air pollution	Vitalita růstu/Growth vitality			Vyžaduje biologickou pří- pravu substrátu/ Biological reclamation needed
					malá/ poor	střední/ fair	výborná/ excellent	
<i>Acer pseudoplatanus</i>		/	/			/		
<i>Acer platanoides</i>		/	/			/		
<i>Alnus glutinosa</i>	/			/			/	
<i>Alnus incana</i>	/			/			/	
<i>Alnus alnobetula</i>	/			/		/		
<i>Betula pubescens</i>	/			/		/		
<i>Betula verrucosa</i>	/			/			/	
<i>Carpinus betulus</i>		/	/	/		/		/
<i>Fagus silvatica</i>		/	/	/	/			
<i>Fraxinus ornus</i>		/	/		/			/
<i>Larix decidua</i>	/	/	/			/		
<i>Pinus silvestris</i>		/	/			/		
<i>Populus alba</i>	/			/		/		
<i>Populus tremula</i>	/			/			/	
<i>Quercus petraea</i>		/	/			/		/
<i>Quercus robur</i>		/	/		/			/
<i>Salix daphnoides</i>	/			/			/	
<i>Salix repens</i>	/					/		
<i>Sorbus aucuparia</i>	/						/	
<i>Tilia cordata</i>	/		/			/		/
<i>Ulmus glabra</i>		/	/				/	/
<i>Ulmus carpinifolia</i>		/	/	/		/		/
<i>Ulmus laevis</i>		/	/			/		/
Dřeviny cizího původu/ Exotic species								
<i>Acer negundo</i>	/			/		/		
<i>Aesculus hippocast.</i>		/	/	/	/			
<i>Ailanthus glandulosa</i>		/	/	/		/		/
<i>Fraxinus americana</i>		/	/			/		/
<i>Picea pungens</i>		/	/	/		/		
<i>Picea omorica</i>		/	/	/	/			/
<i>Pinus contorta v. lat</i>	/		/	/			/	
<i>Pinus nigra</i>	/			/		/		
<i>Populus marilandica</i>								
<i>Populus trichocarpa</i>	/			/			/	
<i>Pseudotsuga taxifolia</i>		/	/			/		
<i>Quercus rubra</i>	/			/		/		
<i>Robinia pseudoacacia</i>	/			/			/	

Poznámka: příslušnost dřeviny ke zkoumanému parametru je vyjádřena označením příslušného pole čárkou (bližší vysvětlení parametru je v textu)
Note: phenomenon existence for given tree species is expressed by slash (detailed description of phenomenon is given in the text)

živá), jeřáb ptačí, lípa malolistá a z jehličnatých dřevin modřín opadavý. Z introdukovaných dřevin sem patří dub červený či trnovník akát a z jehličnatých introdukovaných dřevin borovice černá a borovice pokroucená. Zejména jehličnaté dřeviny této skupiny (jak domácí, tak introdukované) prokazují obdivuhodnou toleranci k extrémním chemickým hodnotám, kdy rostou na antropogenních substrátech extrémně kyselých (s pH nižším než 3,0), kde nedokáže růst žádná běžná buřeň.

Přidáme-li požadavek na toleranci ke klimatickým extrémům, vypaďávají z výše uvedené skupiny dřevin optimálních pro lesnickou rekultivaci lípa malolistá, modřín opadavý a borovice pokroucená.

Pokud uplatníme třetí kritérium, kterým je výborná vitalita růstu, což je požadavek zajišťující rychlé vytvoření lesního porostu a tedy prostředí, kde probíhají další žádoucí procesy k návratu antropogenních substrátů do stavu blízkého rostlé půdě, pak se tento výběr ještě podstatně zúží.

Z dalších kritérií uvedených v tab. 3 přestává být v současné době hledisko tolerance vůči imisní zátěži důležité a není třeba ho považovat za významné selektivní kritérium dřevin vhodných pro tento účel.

Za požadavky, které jsou rozhodující pro úspěšné a poměrně rychlé zvládnutí lesnických rekultivací v Sokolovské uhelné pánvi lze tedy považovat zejména:

- nenáročnost na úpravu antropogenního substrátu, na kterém se lesnická rekultivace bude provádět,
- odolnost vůči klimatickým extrémům, protože se vždy jedná o plochy, které představují rozsáhlou holinu bez ochrany okolními lesními porosty a
- požadavek na rychlé odrůstání výsadby tak, aby byl brzo zajištěn vznik vzrostlého lesního porostu, s kterým bude možno dále pracovat např. formou podsadeb či prosadeb s postupným převodem – tak jak se budou zlepšovat půdní podmínky – na lesní porosty běžné druhové skladby.

ZÁVĚR

Výsledky předkládané v této práci jsou souhrnem mnohaletých provozních i výzkumných zkušeností v lesnických rekultivacích, tak jak se provádějí v Sokolovské pánvi od padesátých let minulého století.

Při uplatnění všech tří důležitých kritérií, která klademe na dřeviny vhodné pro lesnické rekultivace to znamená: (i) nenáročnost dřeviny na úpravu substrátu, (ii) toleranci ke klimatickým extrémům a (iii) velmi dobrou až výbornou růstovou kapacitu. Mezi dřevinami, které nejlépe těmto kritériím vyhovují zůstávají obě olše (*Alnus glutinosa* L. a *A. incana* (L.) Moench.), bříza bradavičnatá (*Betula verrucosa* Ehrh.), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.) a vrba lýkocová (*Salix daphnoides* Vill.).

Z introdukovaných dřevin se z hlediska těchto kritérií jeví jako vhodný trnovník akát (*Robinia pseudoacacia* L.), jehož využití se v Evropě hojně rozšiřuje zejména proto, že začíná být považován za vhodnou náhradu za barevná dřeva tropických druhů, jejichž dovoz do Evropy bude z ekologických důvodů stále více omežován.

Poděkování:

Tento příspěvek vznikl v rámci projektu QI102A085 „Optimalizace pěstebních opatření pro zvyšování biodiverzity v hospodářských lesích“.

LITERATURA

- BENEŠ S., SEMOTÁN J., VORÁČEK V. 1964. Klasifikace nadloží pro účely rekultivace v oblasti HDBS. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 255 s.
- DIMITROVSKÝ K. 1972. Stanovení infiltrace recentních útvarů – výsypek v oblasti severočeského hnědouhelného revíru (SHR). Vodní hospodářství, A: 87-90.
- DIMITROVSKÝ K., DOLEŽAL F. 1972. Infiltrační schopnost půd v oblasti severočeského hnědouhelného revíru a Krušných hor. Vědecké práce Výzkumného ústavu melioračního (12): 139-160.
- DIMITROVSKÝ K., VESECKÝ J. 1979. K problematice tvorby nových lesních porostů na výsypkových stanovištích. Lesnictví, 25: 57-84.
- DIMITROVSKÝ K., VESECKÝ J. 1989. Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 155 s.
- DIMITROVSKÝ K. 1999. Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Praha, ÚZPI: 66 s. Metodiky pro zemědělskou praxi 14/1999.
- DIMITROVSKÝ K. 2002. Tvorba městských lesů v rámci zahlazení území devastovaného těžbou uhlí. In: Dny zahradní a krajinářské tvorby. Městské lesy Luhačovice. Sborník vydaných přednášek ze semináře. Luhačovice 20. – 22. 11. 2002. Praha, Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu: 25-30.
- DIMITROVSKÝ K. 2008. Rekultivace jako významný krajinotvorný fenomén. In: Pěstování nepůvodních dřevin. Sborník referátů. Kroměříž, 26. 06. 2008. Praha, Česká lesnická společnost: 70-74.
- DIMITROVSKÝ K., KUNT M., NEVEĐAL A. 2008. Růst, vývoj a morfogenní vlastnosti dřevin – základ rekultivační dendrologie. Zprávy Hnědé uhlí (1): 15-31.
- JONÁŠ F., SEMOTÁN J. 1959. Klasifikace nadložních zemin pro účely rekultivace v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve. Praha, ČSAV: 217-505 s.
- JONÁŠ F. 1972. Soil formation on the reclaimed spoil banks in the North Bohemian lignite district. Tvorba půdy na rekultivovaných výsypkách v severočeském hnědouhelném revíru. Praha, Výzkumný ústav meliorací: 303 s.
- KNABE W. 1955. Der Kulturwert der Deckgebirgsschichten der Braunkohle in der Niederlausitz. In: Wiederurbarmachung der Kippen und Halden im Senftenberger Braunkohlenrevier. Vorträge des Lehrganges der Beauftragten zur Wiederurbarmachung im Bezirk Cottbus. Cottbus, Rat d. Bezirkes Cottbus: 14-29.
- KUPKA I., DIMITROVSKÝ K., KASTL F., KUBÁT J. 2007. Základní kritéria obnovy lesů na výsypkách. In: Obnova lesního prostředí při zalesňování nelesních a degradovaných půd. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 22. 11. 2007. Praha, ČZU v Praze: 117-120.

TEST RESULTS OF SELECTED TREE SPECIES FOR FORESTRY RECLAMATIONS IN SOKOLOV REGION: REVIEW

SUMMARY

Spoil bank reclamation has long tradition in our country and represents unique science which combines forest, soil and climatic knowledge. The area which is touched by the phenomenon is given in Tab. 1. The forestry reclamation is an important part of the effort in maintaining the quality landscape in the Sokolov region (see Tab. 2).

Silviculture of rare species as a part of spoil bank reclamation history has its own uniqueness in the Sokolov region. Anthropogenic substrates are very specific in terms of physical and chemical structure and represent unique systems which are very difficult to manage.

The experimental and research plots were continually established to create good basis for appropriate use of domestic and exotic species for forestry reclamation. At present there are about 480 ha of different types of experimental plots. The ecological valence of tree species is usually known only in their traditional way, i.e. on forest sites. Anthropogenic substrates of spoil banks represent totally different environment where mostly no data are available in these cases. Later on, the reclamation arboretum was founded in order to create larger research basis for tree species evaluation as well as solve the problems with air pollution. The arboretum has now 224 taxa and it is used for education by the Faculty of Forestry and Wood Sciences in Prague.

The species tree evaluation for forest reclamation used is based on the combination of the most important ecological attributes, i.e. substrate conditions requirement (mainly physical and chemical quality). Anthropogenic substrates have specific hydro-pedological features, namely voids.

The climatic and microclimatic conditions are also the key factor for success in forest reclamation as the plants are exposed to harsh climatic extremes on bare surface. The plants ability to survive in these conditions is prerequisites for their use.

Another important quality of tree species is its vitality and height increment which secure the fast establishment of forest stands in its complexity.

The combination of above-given tree species qualities indicates the most suitable tree species for forest reclamation. The data should be based on sufficiently long testing on research and experimental plots as the very first results could change dramatically in the near future. According to our data (Tab. 3) the most suitable species are *Alnus glutinosa* L., *A. incana* (L.), Moench., *Betula verrucosa* Ehrh., *Sorbus aucuparia* L. and *Salix daphnoides* Vill. Some other species could be also used but they do not comply with these three key factors. That applies to genus *Populus*, *Larix*, *Pinus* and some others.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR

prof. Ing. Ivo Kupka, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika
tel.: 224 383 791; e-mail: kupka@fld.czu.cz

VLIV MLETÉHO VÁPENCE V JAMCE NA PROSPERITU VÝSADEB, FLUORESCENCI CHLOROFYLU A OBSAH ŽIVIN V LISTECH BŘÍZY KARPATSKÉ A BUKU LESNÍHO

EFFECT OF GROUND LIMESTONE IN PLANTING HOLE ON PLANTATION PROSPERITY, CHLOROPHYLL FLUORESCENCE AND FOLIAR NUTRIENTS OF CARPATHIAN BIRCH AND EUROPEAN BEECH

ONDŘEJ ŠPULÁK – VRATISLAV BALCAR – DUŠAN KACÁLEK

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

ABSTRACT

To support performance and vigor of tree species plantations, artificial fertilization using finely-ground limestone was used on mountain, air-polluted sites in the past. This practice proved to be an efficient measure to restore soil properties and improve nutrition of tree species. However, there is the presumption that the effect of spot liming upon plantations is only temporary. The objectives of our study were to compare spot-limed and untreated Carpathian birch and European beech plantations in terms of difference in performance, response of photosynthetic activity using Imaging-PAM chlorophyll fluorometer, and content of nutrients. Limed Carpathian birch showed reduced growth (by 13%) compared to untreated birch. Limed beech grew slightly better for a few years after planting, then growth trends of both treatments remained equal; limed trees were higher by 8% in 2009. Analysis of chlorophyll fluorescence showed higher response of photosystem II (F_v/F_m) for limed beech treatment; we found no difference between birch treatments. The chemical analysis of leaves revealed that birch leaves from limed treatment were higher in P, Ca, Mg, and Si while beech leaves from limed treatment were higher in P only.

Klíčová slova: bříza karpatská, buk lesní, vápnění, prosperita dřevin, fluorescence chlorofylu, chemismus listů

Key words: Carpathian birch, European beech, liming, tree species performance, chlorophyll fluorescence, foliar nutrients

ÚVOD

Cílené hnojení při výsadbě lesních dřevin může napomoci zlepšení výživy a podpořit tak jejich přežívání a prosperitu, a to především v prvních letech po výsadbě. Zvláště významná bývá podpora výsadeb v klimaticky exponovaných horských polohách, kde hrozí kromě částečného deficitu živin také zvýšená konkurence spojená s rozvojem přízemní vegetace a poškozováním zvěří (KAMLER et al. 2010).

Jedním z opatření doporučovaných a používaných k podpoře vitality lesních dřevin je aplikace horninových mouček (NĚMEC 1956; MATERNA 1963), jako je dolomitický vápenec. V porostech a na čerstvých holinách v relativně příznivějších stanovištních podmínkách má přidání vápence příznivý vliv na úpravu půdní reakce, humifikaci, obsah výměnných bází, výměnnou kationtovou kapacitu, stupeň nasycení sorpčního komplexu bázemi, na pokles výměnné titrační acidity a obsahu toxicky působících kationtů (PODRÁZSKÝ 1991). Celkově tak může docházet ke zlepšení podmínek pro výživu rostlin, i když je třeba brát v úvahu i s vápněním spojená rizika (PODRÁZSKÝ, ULBRICHOVÁ 2003).

Změny ve výživě způsobené správně voleným přihnojením vedou ke zlepšení fyziologického stavu výsadeb, a tím i k celkovému zvýšení prosperity. V důsledku toho dochází ke snížení mortality a/nebo zvýšení přírůstu výsadeb. Lze předpokládat, že se tyto změny projeví také přímo na aktivitě fotosyntetizujících orgánů. Vhodnou metodou pro posuzování stavu fotosyntetizujícího aparátu je měření fluorescence chlorofylu (SCHREIBER 2004). Nejdůležitějším z diagnostických veličin analýzy fluorescence chlorofylu u rostlinného materiálu adaptovaného na tmou je maximální kvantový výtěžek fluorescence F_v/F_m , který poskytuje přesný odhad účinnosti celého procesu fotosyntézy (MAXWELL, JOHNSON 2000). Pozitivní změny prosperity přihnojených výsadeb jsou často patrné několik let. Je otázkou, nakolik se pozměněný chemismus půd dlouhodobě projevuje také v chemickém složení asimilačního aparátu.

Cílem předkládaného příspěvku je vyhodnocení vlivu aplikace dolomitického vápence při výsadbě břízy karpatské (*Betula carpatica* W.et K.) a buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) ve vyšších polohách Jizerských hor na růstové parametry, fluorescenci chlorofylu a obsah živin v listech po 17 letech od výsadby.

METODIKA

Pokusné výsadby

Hodnocené porosty břízy karpatské a buku lesního se nacházejí na výzkumné ploše Jizerka na Středním jizerském hřebenu v Jizerských horách. Výzkumná plocha byla založena na rozsáhlé imisní holině (nadmořská výška 970 m, SLT 8 K, blíže viz např. BALCAR, PODRÁZSKÝ 1994; BALCAR, KACÁLEK 2008).

Experimentální kultury byly založeny v roce 1993 výsadbou břízy a buku na čtvercové parcely o rozměrech 10 x 10 m ve sponu 1 x 2 m ve dvou variantách, a to: a) varianta vápněná – přihnojení promísením 1 kg jemně mletého dolomitického vápence do jamky při výsadbě (obsah 21,5% Ca a 11,25% Mg – BALCAR, PODRÁZSKÝ 1995), b) varianta kontrolní bez přihnojení. Obě varianty byly založeny ve 2 opakováních pro každou dřevinu s výsadbou 50 sazenic na každou parcelu.

Růst výsadby byl sledován každoročně v podzimních termínech, výška byla měřena s přesností na centimetry; zároveň byla hodnocena mortalita a případné poškození. V roce 2009 převyšovala průměrná výška dominantních jedinců břízy karpatské i dominantních buků 3,5 m. Popis chemismu půdy, odrážející přetrvávající vliv melioračního opatření, byl u variant břízy hodnocen např. v práci KUNEŠ et al. (2007) a u buku ve studii BALCAR et al. (2011).

Měření fluorescence chlorofylu

Dne 15. července 2009 byly odebrány vzorky asimilačního aparátu břízy a buku. Vzorkováno bylo 8 – 10 reprezentativních jedinců na parcelu, výhony byly odebrány z jižní strany osluněné horní části koruny. Fluorescence chlorofylu byla měřena přístrojem Imaging-PAM (IKEA0150A, Heinz Walz GmbH, obslužný software ImagingWin V2.32). Přístroj Imaging-PAM je konstruován pro sledování dvojdimenzionální variability fotosyntetické aktivity listů. Zajištění a udržení dokonalé adaptace vzorků na tmu je podle údajů výrobce pro měření nepodstatné, podle našich zkušeností je však pro získání temnotních parametrů fluorescence nutné. Lze ho nicméně docílit obtížněji než u přístrojů vybavených stínícím prvem (leafclip). Možnosti měření systému Imaging-PAM jsou však významně flexibilní (WALZ 2004; LICHTENTHALER et al. 2005).

Vzorky byly pro snížení vysychání přes noc uchovávány v lednici v igelitových obalech. Následující den byly před měřením minimálně 1 hodinu adaptovány na pokojovou teplotu (cca 21 °C). Pro analýzu byla vybrána střední část (bez hlavní žilky) náhodně zvoleného listu z každého jedince, každý jedinec byl zastoupen třemi listy (tzn. tři opakování).

Destičky se vzorky byly dále při pokojové teplotě po minimálně 30 minut adaptovány na tmu v plastových krabičkách se zvýšenou vlhkostí vzduchu. Temnotní adaptace po dobu minimálně 20 minut u zelených listů zaručuje převedení fotosyntetického aparátu do klidového stadia, ve kterém jsou otevřena všechna reakční centra fotosystému II (LICHTENTHALER et al. 2005). V tomto stavu je možné zaznamenat parametry nezbytné pro správné kvantifikování procesů fotochemické i nefotochemické povahy, které se uplatňují během primární fáze fotosyntézy (ROHÁČEK 2005).

Měření přístrojem Imaging-PAM se odehrávalo v zatemnělé místnosti. Hned po nažhavení osvitového kruhu byl změřen parametr minimální (F_0) a maximální fluorescence (F_m) a obslužným softwarem dopočítán maximální kvantový výtěžek fotochemie fotosystému II pletiva adaptovaného na tmu F_v/F_m , kde variabilní fluorescence

$$F_v = F_m - F_0$$

Byla nastavena intenzita měřicího světla 3 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, frekvence pulzů 1 Hz. Dále byla v základním nastavení změřena absorptivita,

vypočítaná obslužným programem na základě poměru odraženého červeného (R, 650 nm) a blízkého infračerveného světla (NIR, 780 nm) podle vztahu

$$\text{Abs.} = 1 - R/\text{NIR}$$

Chemická analýza

Vzorky ze shodného odběru (tj. odběru v červenci 2009) byly předány také na analýzu pro stanovení obsahu základních živin (N, P, K, Ca, Mg), síry a křemíku. Analýza byla provedena metodami uvedenými ZBÍRALEM (1994). Vzorky byly mineralizovány, celková koncentrace dusíku byla analyzována podle metodiky Kjeldahla, fosfor byl stanoven kolorimetricky, draslík atomovým absorpčním spektrofotometrem, vápník a hořčík atomovou absorpcí po dodání lanthanu, síra a křemík Balksovou metodou.

Statistické zpracování

Byla vypočítána mortalita a průměrný růst všech jedinců jednotlivých variant obou dřevin. Jako reprezentativní hodnota vyjadřující lépe a vzájemně srovnatelně růstovou prosperitu výsadby byl vypočítán průměrný růst 20 % nejvyšších jedinců v roce 2009 (z výsadbového počtu). Byly vypočítány lineární regresní modely (data variant buku byla za účelem linearizace vztahu logaritmičsky transformována) a trendy v rámci dřevin vzájemně porovnány (ANOVA). Data o fluorescenci a chemická data byla po ověření výběrových předpokladů statisticky porovnávána jak v rámci dřevin (F-test, t-test), tak všechny varianty vzájemně (ANOVA s následným Tukey testem; výjimkou byly tyto parametry: obsah vápníku (Ca), křemíku (Si) a absorptivita (Abs.), kde byl s ohledem na nenormalitu a heteroskedasticitu aplikován F-test a t-test). Analýzy byly zpracovány v prostředí R (The R Foundation for Statistical Computing 2011) a Unistat 5.6.01, hypotézy byly testovány na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

VÝSLEDKY

Mortalita a růst

U břízy karpatské vyšší mortalitu v průběhu sledovaného období vykazovala kontrolní výsadba, u které v roce 2009 kumulovaná mortalita dosáhla 19 %, u vápněné varianty 8 % (tab. 1). Počet přežívajících stromků se stabilizoval po 12 letech od výsadby. Příčinou mortality byl (očekávaný) šok z přesazení, který se projevil schnutím stromků v prvních letech po výsadbě, částečně i poškození myšovitými hlodavci, hlavně hrabošem mokřadním (*Microtus agrestis* L., viz. BALCAR 1998).

U buku byl nástup mortality v letech následujících po výsadbě výraznější, vyšší mortalita byla pozorována u vápněné varianty. V roce 2009 dosáhla kumulativní mortalita na kontrolní variantě buku 50 %, na vápněné pak 66 %. Počet přežívajících jedinců se téměř stabilizoval po 10 letech od výsadby. Příčinou poměrně vysoké mortality u testovaných výsadby buku bylo především poškození hrabošem mokřadním, který tuto dřevinu preferoval nejvíce z testovaných druhů na výzkumném objektu. Jeho okusu a následným ztrátám se nepodařilo zabránit ani použitím obranných návnadových prostředků (Volid).

Průměrná výška obou výsadbových variant břízy byla v prvních třech letech po výsadbě (do roku 1995) téměř stejná, poději kontrolní varianta rostla rychleji. V roce 2009 se průměrná výška vápněné varianty blížila 280 cm, u kontroly však 330 cm. Výsadbová výška vápněné varianty buku byla ve srovnání s kontrolou nižší, od třetího roku (1995) se však díky zrychlení růstu zvýšila na 44 cm (kontrola v téže roce

Tab. 1.

Mortalita a průměrná výška všech živých jedinců břízy karpatské (A) a buku (B) podle variant (V – vápněno při výsadbě, K – kontrola)
Mortality and mean height of all living individuals of Carpathian birch and European beech (V – limed during planting, K – untreated)

A) BR karp

	Rok	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mortalita	V		0	1	1	1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	8	8	8	8
[%]	K		0	4	10	14	15	17	17	17	17	17	17	17	17	19	19	19	19
Výška	V	25	36	47	61	72	80	89	101	118	141	152	158	174	199	210	232	258	277
[cm]	K	26	37	48	67	83	95	109	128	149	179	188	197	208	236	244	269	304	329

B) BK

	Rok	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mortalita	V		0	36	43	46	48	53	55	59	62	61	64	66	66	66	66	66	66
[%]	K		2	16	25	29	31	37	40	40	44	44	45	47	47	47	47	47	50
Výška	V	22	25	30	44	55	64	72	82	100	118	134	157	181	204	218	247	293	323
[cm]	K	25	29	31	36	44	50	55	64	77	90	105	125	144	160	170	189	220	243

Captions: Mortalita = Mortality; Výška = Height; Rok = Year

Tab. 2.

Parametry fluorescence chlorofylu a listů břízy karpatské a buku lesního (vzorky odebrány 15. července 2009 na VP Jizerka)
Chlorophyll a fluorescence parameters of Carpathian birch (BRkarp) and European beech (BK) leaves (the samples were collected in July 2009, Jizerka research plot)

dřevina	varianta	F_0				F_m				F_v/F_m				Abs.			
BRkarp	V	0.061	a	A	0.007	0.432	a	AB	0.087	0.857	a	B	0.021	0.792	b	B	0.018
	K	0.064	a	A	0.009	0.449	a	A	0.070	0.856	a	B	0.021	0.801	a	A	0.014
BK	V	0.052	a	B	0.008	0.400	a	BC	0.084	0.867	a	A	0.016	0.802	a	A	0.018
	K	0.051	a	B	0.009	0.370	a	C	0.092	0.860	b	AB	0.017	0.801	a	A	0.021

Poznámky: V = vápněno při výsadbě; K = kontrola; F_0 = minimální fluorescence; F_m = maximální fluorescence; F_v/F_m = maximální kvantový výtěžek fotochemie fotosystému II; Abs. = absorptivita. Průměr (základní písmo) a směrodatná odchylka (kurzíva). Písmena vyjadřují příslušnost ke skupinám statistické homogenity (rozdílná písmena mezi testovanými výběry poukazují na statisticky průkaznou odlišnost): malá písmena – porovnání variant v rámci dřeviny (t-test); velká – celkové porovnání (ANOVA)

Captions: BRkarp = Carpathian birch; BK = European beech; V = limed during planting; K = untreated; F_0 = minimal fluorescence; F_m = maximal fluorescence; F_v/F_m maximum quantum yield of PSII photochemistry. Mean (normal) and standard deviation (italics). Letters denote the groups of statistical homogeneity (different letters between tested samples refer to significant differences); lower letters – treatments compared within tree species (T-test); capital letters – comparison of all treatments (ANOVA)

Tab. 3.

Obsah živin (%) v listí břízy karpatské a buku lesního na VP Jizerka
Content of nutrients (%) in Carpathian birch (BRkarp) and European beech (BK) leaves

dřevina	varianta	N				P				K				Ca			
BRkarp	V	2.551	a	A	0.261	0.183	a	A	0.023	0.648	a	A	0.069	0.684	a	A	0.112
	K	2.543	a	A	0.210	0.164	b	B	0.015	0.632	a	A	0.073	0.426	b	B	0.076
BK	V	1.958	a	B	0.166	0.152	a	CD	0.017	0.538	a	B	0.096	0.539	a	AB	0.268
	K	1.928	a	B	0.207	0.134	b	D	0.025	0.548	a	B	0.083	0.584	a	A	0.202

dřevina	varianta	Mg				S				Si			
BRkarp	V	0.287	a	A	0.028	0.204	a	A	0.035	0.105	a	B	0.027
	K	0.240	b	B	0.020	0.187	a	AB	0.028	0.058	b	C	0.033
BK	V	0.220	a	C	0.030	0.180	a	AB	0.047	0.145	a	A	0.049
	K	0.217	a	C	0.027	0.159	a	B	0.031	0.153	a	A	0.057

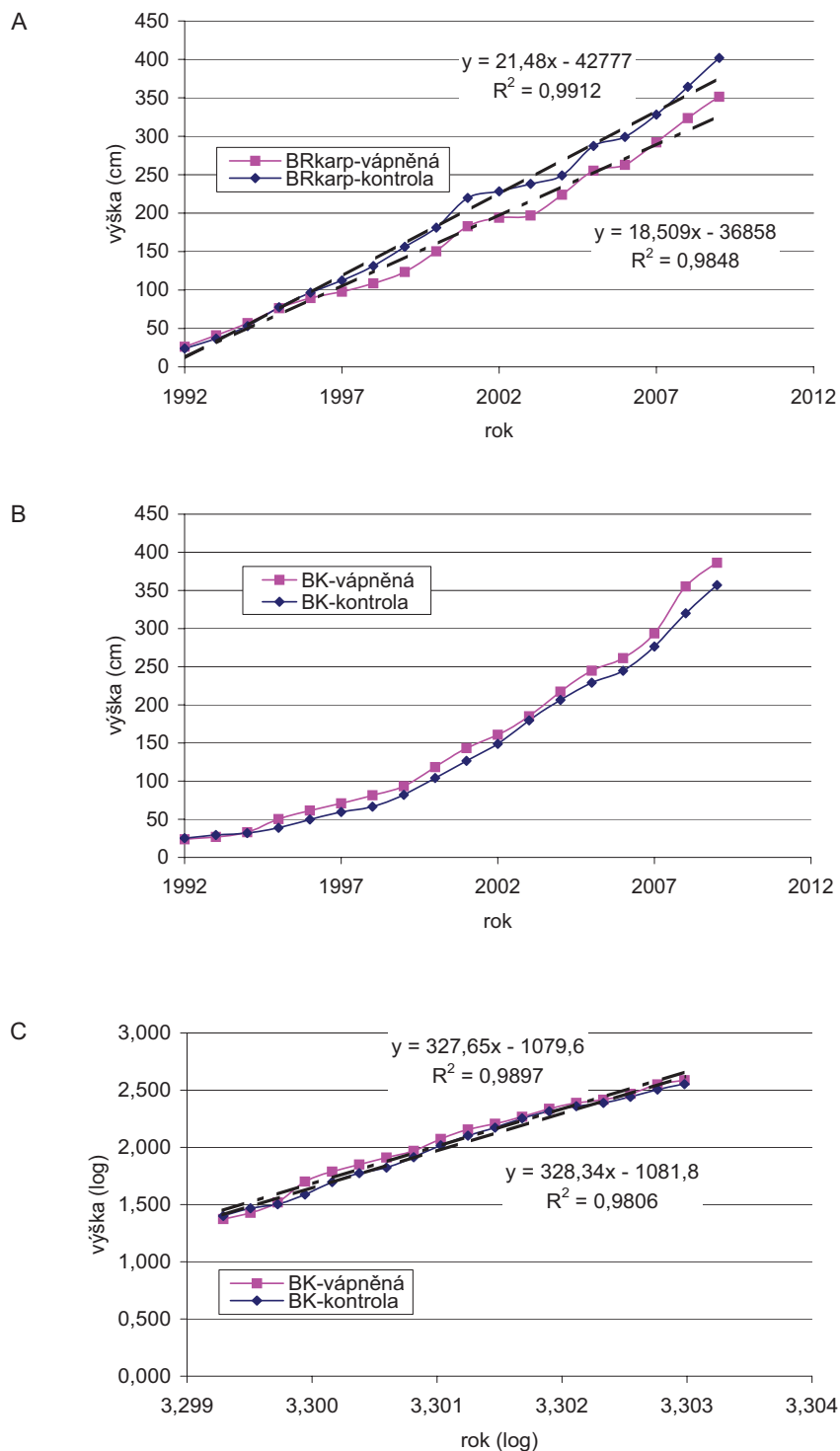
Poznámky: V = vápněno při výsadbě; K = kontrola. Průměr (základní písmo) a směrodatná odchylka (kurzíva). Písmena vyjadřují příslušnost ke skupinám statistické homogenity (rozdílná písmena mezi testovanými výběry poukazují na statisticky průkaznou odlišnost): malá písmena – porovnání variant v rámci dřeviny (t-test); velká – celkové porovnání (ANOVA)

Captions: BRkarp = Carpathian birch; BK = European beech; V = limed during planting; K = untreated. Mean (normal) and standard deviation (italics). Letters denote the groups of statistical homogeneity (different letters between tested samples refer to significant differences); lower letters – treatments compared within tree species (T-test); capital letters – comparison of all treatments (ANOVA)

36 cm) a koncem sledovaného období (2009) průměrná výška všech vápněných buků přesáhla 320 cm, zatímco u kontrolní výsadby byla o 60 cm nižší (tab. 1).

Výškový růst dominantních (20 % nejvyšších) jedinců vápněné varianty břízy karpatské byl průkazně pomalejší v porovnání s kontro-

lou (obr. 1). Rozdíl výšek po cca 15 letech od výsadby dosáhl 13 %. Naproti tomu u buku vykazovali dominantní jedinci vápněné varianty rychlejší růst (v roce 2009 rozdíl o 8 %), statisticky významný rozdíl v trendech mezi variantami však nebyl potvrzen.



Obr. 1.

Vývoj průměrných výšek 20 % nejvyšších jedinců břízy karpatské (A) a buku lesního (B; po logaritimizaci porovnání regresních přímek – C) podle variant. U břízy byl průběh regresních přímek vysoce průkazně odlišný (ANOVA, $p < 0,001$).

Fig. 1.

Mean heights of 20% dominant Carpathian birch (BRkarp) and European beech (BK) individuals in limed (vápněná) and untreated (kontrola) treatments. Regression lines of birch treatments significantly differed (ANOVA, $p < 0,001$)

Fluorescence chlorofylu

Analýzou fluorescence chlorofylu přístrojem Imaging-PAM byly v rámci dřevin zjištěny průkazné rozdíly pouze u parametru maximálního kvantového výtěžku fluorescence fotosystému II (F_v/F_m) u buku a u parametru absorptivity u listů břízy. Vápněná varianta buku měla oproti kontrole vyšší hodnoty F_v/F_m , naproti tomu vápněná varianta břízy vykazovala oproti kontrole nižší hodnoty absorptivity (tab. 2).

Při vzájemném porovnání všech variant pak lze konstatovat průkazně vyšší hodnoty minimální a maximální fluorescence a nižší F_v/F_m u břízy (s překryvy u F_m a F_v/F_m u buku). Nižší absorptivitou se odlišovala pouze vápněná varianta břízy.

Zastoupení živin

Na základě chemické analýzy vzorků listů buku a břízy karpatské byly zjištěny průkazné rozdíly mezi vybranými parametry. Při porovnání variant v rámci jednotlivých dřevin byl zjištěn průkazně vyšší obsah fosforu u obou vápněných variant vůči kontrolám. U vápněné varianty břízy pak také obsah Ca, Mg a Si průkazně převyšoval kontrolní variantu, u variant buku již rozdíly v těchto prvcích zjištěny nebyly (tab. 3).

Při celkovém porovnání prvků mezi dřevinami obsahovaly listy obou variant břízy oproti variantám buku průkazně více dusíku, fosforu, draslíku a hořčíku, méně křemíku (tab. 3). Obsahy vápníku vápněné varianty břízy byly srovnatelné s kontrolní variantou buku, u hořčíku byly průkazně nejvyšší u vápněné břízy. V obsahu vápníku vykazovaly obě varianty buku oproti bříze vyšší variabilitu (viz směrodatné odchylky). Bříza měla proti buku vyšší zastoupení síry v listech, nejméně síry obsahovaly listy kontrolní varianty buku.

DISKUSE

Z výsledků analýzy vyplývá rozdílná intenzita koloběhu živin u buku a břízy karpatské mající odlišný dopad na růst. U břízy je možné i po 17 letech statisticky detekovat vliv aplikace extrémní dávky dolomitického vápence při výsadbě podle zvýšeného obsahu vápníku a hořčíku, ale také fosforu v listech. Také obsah křemíku, prvku, který není pro výživu nepostradatelný, ale u kterého se zvláště u zemědělských plodin prokázal pozitivní vliv na odolnost organismu vůči některým biotickým i abiotickým stresorům (EPSTEIN 1999; RICHMOND, SUSSMAN 2003), byl u vápněné břízy vyšší. U buku je již v tomto období efekt na chemismus omezený – průkazné rozdíly vykazoval pouze fosfor. Z hlediska výsledků listových analýz lze podle kritérií publikovaných BERGMANEM (1988) konstatovat u obou výsadbových variant břízy dostatečný stupeň výživy dusíkem (tj. obsah N v sušině listů nad 2,5 %), fosforem (obsah P nad 0,15 %), vápníkem (obsah Ca nad 0,30 %) i hořčíkem (obsah Mg nad 0,15 %). Dostatečný stupeň výživy u výše zmíněných prvků byl rovněž shledán u obou výsadbových variant buku (obsah N v sušině listů nad 1,9 %, u ostatních prvků jsou kritické mezní hodnoty stejné jako u břízy). Obsahy prvků u buku odpovídají i shodným kategoriím podle kritérií publikovaných UHLÍŘOVOU et al. (2000); kritéria pro břízu zde uvedena nejsou. Přes zjištěné rozdíly v koncentracích vybraných prvků tedy vápnění při výsadbě z hlediska výživy po 17 letech u žádné z testovaných dřevin neznamenal výraznou úpravu nebo zhoršení živinových poměrů a výživa probíhá odpovídajícím způsobem.

Průkazně zvýšený obsah fosforu v listech vápněných variant obou dřevin zřejmě souvisí s vyrovnáváním živinových poměrů při zvýšené dostupnosti Ca a Mg. Této možnosti by odpovídala zvláště situace břízy karpatské, u které byl v listech potvrzen také zvýšený obsah těchto bazických kationů. Vyšší zastoupení těchto živin u buku a smrku pozorovali v několika letech po vápnění také JONARD et al. (2010),

u smrku pak ŠRÁMEK et al. (2006), v obou studiích však rozdíl u P nebyl statisticky významný.

Půdní rozbor pod variantami břízy v roce 2002 (KUNEŠ et al. 2007) popisoval přetrvávající vyšší půdní pH vápněné varianty, spolu s řádově vyšším zastoupením oxidu vápenatého (CaO) ve svrchní vrstvě půdy (0 – 10 cm). Obdobný stav byl ve stejném roce zaznamenán i pod porosty buku (BALCAR et al. 2011). V obou případech je zvýšené zastoupení oxidů vápníku (a hořčíku) v půdě provázáno sníženým zastoupením oxidů fosforu a draslíku. Dá se předpokládat, že v průběhu let následujících po těchto půdních analýzách mohlo dojít k určitému vyrovnávání vlastností půd v rámci dřevin. Obohacení svrchní vrstvy půdy vápněných variant bude však jistě stále patrné, přesto reakce obou dřevin na vápnění je ve sledovaných charakteristikách odlišná.

Vliv vápnění na zastoupení přístupného fosforu v půdě bývá odlišný v závislosti na dalších vlastnostech půdy – byl pozorován jak jeho nárůst, tak pokles (FORMÁNEK, VRANOVÁ 2003). Fosfor v půdě se nachází ve formě těžce rozpustných fosfátových solí vápníku, železa nebo hliníku (BINKLEY 1986), které vznikají, když kationy kovů nahradí kationy vodíku v kyselině fosforečné (H_3PO_4) (PERRY et al. 2008). Z nich nejlépe rozpustná je sůl s vápníkem a nejhůře s hliníkem. Nicméně na to, jaké soli kovů budou určovat dostupnost fosforu pro rostliny, má vliv pH půdy (BINKLEY 1986), a to lze přímo ovlivnit např. vápněním, kterým je často zmírňován deficit fosforu v půdách mírného pásu (PERRY et al. 2008). Kilogram jemně mletého dolomitického vápence v jamce výrazně zvýšil pH jinak extrémně kyselého humusového podzolu, což pravděpodobně vedlo k navýšení pohyblivosti, a také k dočasnému zvýšení přístupnosti sloučenin fosforu.

Rozdíly v chování dřevin na přívápnění jsou podmíněny odlišnými vlastnostmi a stanovištními nároky dřevin. Bříza karpatská je pionýrská listnatá dřevina rostoucí obvykle na lavinových drahách a rašelinových půdách s vyšším obsahem vody – vrchovištích (ÚRADNÍČEK et al. 2009), tedy na půdách kyselých. Z tohoto hlediska je zhoršení prosperity spíše logickým důsledkem přívápnění. Buk lesní je naproti tomu druh rostoucí na široké škále půd s různými vlastnostmi. V optimálních klimatických podmínkách je celkem indiferentní ke geologickému podkladu s tím, že nejlepší bučiny rostou na humózních půdách bohatých vápníkem (ÚRADNÍČEK et al. 2009). Podpora růstu přidáním vápníku se u buku prozatím neprojevila jako statisticky významná, přesto je v průměrných hodnotách patrná. Z hlediska odrůstání kultury lze říci, že znamená uspokojení odrůstání o maximálně 1 rok. U vápněné varianty buku však byla, na rozdíl od vápněné břízy, pozorována vyšší mortalita. U obou dřevin pak byl zjištěn významný rozdíl na jednotlivých parcelách shodné varianty, zvláště mezi mortalitou dřevin. S ohledem na mikroreliefní rozdíly terénu, spojené s variabilitou půdních podmínek (vč. půdní vlhkosti) i s lokálními koncentracemi biotických stresorů (hraboš mokřadní), tak nelze rozdíly v mortalitě jednoznačně přisuzovat vlivu melioračního zásahu.

Podle poznatků z literatury mohou parametry fluorescence chlorofylu reagovat na stav výživy dřevin. Např. STRAND a LUNDMARK (1995) sledovali parametry fluorescence chlorofylu u hnojených (kompletní živný roztok) a nehnojených jednoletých semenáčků smrku ztepilého v průběhu jara. Během sledování hnojené semenáčky vykazovaly vyšší hodnoty F_v/F_m , největší rozdíl byl patrný těsně před ukončením období zimní inhibice. U semenáčků borovice lesní hnojených draslíkem a nehnojených byly zjištěny rozdíly v parametru F_v/F_m i v průběhu růstové periody (SAVONEN, SARJALA 1998). DREYER (et al. 1994) zkoumal vliv přihnojení vápenato-hořečnatým hnojivem na zlepšení stavu desetileté kultury smrku ztepilého s výraznými symptomy deficitu hořčíku. Po 18 měsících se zlepšení výživy přihnojených jedinců projevilo jak na barevném vyrovnání asimilačního aparátu, tak na chemickém obsahu prvků a obsahu chlorofylu v listech, avšak změny

ve fotosyntetické aktivitě ani v růstu nebyly zaznamenány. CREGG et al. (2004) sledovali parametry fluorescence a obsah chlorofylů u několika druhů jedlí v závislosti na pH substrátu (pět úrovní kyselosti půdy v rozsahu 3.4 až 6.8 pH), upravovaného přihnojením dolomitickým vápencem. Zvyšující se pH substrátu v jejich studii průkazně snižovalo poměr F_v/F_m a obsahy chlorofylu v jehličích, v důsledku snížení příjmu některých kovů rostlinou.

Výsledky analýzy fluorescence chlorofylu provedené přístrojem Imaging-PAM v naší studii výše popsaným způsobem naznačují vyšší fotosyntetickou aktivitu vápněné varianty buku. U břízy lze konstatovat pouze posun absorptivity listů vápněné varianty směrem do nižších hodnot; dopad detekovaných změn v chemismu listů na měřené parametry fluorescence nebyl prokázán. Parametr absorptivity velice těsně vyjadřuje absorptivitu fotosynteticky účinného světla (WALZ 2004).

U normálně se vyvíjejících listů spadá hodnota maximálního kvantového výtěžku fotosystému PSII (F_v/F_m) do rozmezí 0,74 – 0,85 (LICHTENHALER et al. 2005) a klesá v případě přítomnosti stresových faktorů. Vyšší hodnoty zjištěné v této studii budou podmíněny technickým řešením přístroje bez možnosti plného stínění vzorku a zaručení měření skutečných hodnot F_0 a F_m v temnotní fázi, a to i přesto, že výrobce uvádí možnost měření za běžného denního světla a zanedbatelný vliv měřícího světla na stav vzorku (WALZ 2004). Z hodnot F_v/F_m je zřejmé, že ani zajištění externího stínění v průběhu pokusu nezaručilo získání skutečných temnotných parametrů fluorescence. Přístroj je tak vhodnější pro dvojdimenzionální monitoring lokálního poškození a podobné aplikace. Lze tak předpokládat, že analýza fluorometrem s integrovaným stíněním vzorku (např. PEA Hansatech, viz ŠPULÁK, MARTINCOVÁ 2011), který autoři neměli v době provádění těchto analýz k dispozici, by mohla vést k podchycení výraznějších rozdílů. Přístroj tohoto typu byl využit i ve většině studií citovaných výše (např. CREGG et al. 2004).

Zjištěné rozdíly v chemismu jednotlivých variant – zvláště u břízy karpatské – mohou mít také svůj význam při časování fenologických fází vývoje asimilačního aparátu (úprava doby rašení, nástup senescence).

ZÁVĚR

Z výsledků šetření vývoje a stavu asimilačního aparátu po 17 letech od výsadby břízy karpatské a buku lesního s aplikací jemně mletého dolomitického vápence vyplývají následující poznatky:

- Vliv přihnojení vápencem při výsadbě se na vitalitě posuzované podle výškového růstu u břízy karpatské projevil negativně, zpomalením růstu o ca 13 %.
- V případě buku lesního došlo u přívápněné výsadbové varianty k mírnému zrychlení výškového růstu v několika letech po výsadbě, dále již efekt přihnojení nebyl pozorován a trendy růstu obou variant byly vyrovnané. Výškový náskok hnojené varianty činil v roce 2009 ca 8 %.
- Vzhledem k mikrostanovištním rozdílům na lokalitě kalamitní holiny s výskytem abiotických i biotických stresů (přízemní pozdní mraz, stresy suchem v povrchové půdní vrstvě, gradace výskytu hraboše mokřadního aj.) je obtížné posuzovat vliv dolomitického vápence na mortalitu.
- Sledované základní parametry fluorescence chlorofylu měřené přístrojem Imaging-PAM zaznamenaly vyšší odezvu chování fotosystému II (parametr F_v/F_m) u vápněné varianty buku, u břízy karpatské však nebyl rozdíl potvrzen. Měření jiným přístrojem umožňujícím dokonalé stínění vzorku by mohlo přinést detailnější výsledky.
- Z výsledků listových analýz byl u přívápněné varianty břízy karpatské zřejmý vyšší obsah fosforu, vápníku, hořčíku a křemíku, u přívápněné varianty buku lesního pouze vyšší obsah fosforu.

Na základě získaných poznatků, z hlediska 17letého vývoje výsadeb testovaných kultur břízy karpatské a buku lesního, se aplikace jemně mletého dolomitického vápence v horských hřebenových podmínkách jeví jako poměrně málo účinná a i u buku vzhledem k významně zlepšenému prostředí po snížení imisní zátěže je z provozního (hlavně ekonomického) hlediska diskutabilní.

Poděkování:

Výzkumná šetření včetně vyhodnocení získaných výsledků uvedených v příspěvku byla provedena za podpory výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- BALCAR V., PODRÁZSKÝ V. 1994. Založení výsadbového pokusu v hřebenové partii Jizerských hor. Zprávy lesnického výzkumu, 39 (2): 1-7.
- BALCAR V., PODRÁZSKÝ V. 1995. Zvýšení vitality lesních dřevin aplikací horninových mouček při obnově lesa na kalamitních holinách Jizerských hor. Zprávy lesnického výzkumu, 40 (3/4): 44-49.
- BALCAR V. 1998. Vývoj výsadeb lesních dřevin ve smrkovém vegetačním stupni v Jizerských horách. In: Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollataja w Krakowie. Nr 332. Sesja Naukowa. Zeszyt 56. Struktura i dynamika górskich borów swierkowych. Sympozjum ... Kraków – Zakopane, 25-27 wrzesnia 1997. Krakow, Wyd. AR: 259-271.
- BALCAR V., KUNEŠ I., KACÁLEK D. 2005. Support of European beech (*Fagus sylvatica*) and sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*) plantations by liming. In: P. Neuhöferová (ed.): Restoration of forest ecosystems of the Jizerské hory Mts. Proceedings of extended summaries. Kostelec nad Černými lesy, 26. September, 2005. Praha, Czech University of Agriculture Prague; Jíloviště-Strnady, Forestry and Game Management Research Institute – Research Station Opočno: 35-38.
- BALCAR V., KACÁLEK D. 2008. Growth and health state of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the ridge area of the Jizerské hory Mts. Journal of Forest Science, 54: 509-518.
- BALCAR V., KACÁLEK D., KUNEŠ I., DUŠEK D. 2011. Effect of soil liming on European beech (*Fagus sylvatica* L.) and sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) plantations. Folia Forestalia Polonica, series A, Forestry, 53: 85-92.
- BERGMANN W. 1988. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, G. Fischer: 762 s.
- BINKLEY D. 1986. Forest nutrition management. New York, Wiley: 290 s.
- CREGG B.M., DUCK M.W., RIOS C.M., ROWE D.B., KOELLING M. R. 2004. Chlorophyll fluorescence and needle chlorophyll concentration of fir (*Abies* sp.) seedlings in response to pH. HortScience, 39:1121-1125.
- DREYER E., ROUX X. LE, MONTPIED P., DAUDET F. A., MASSON F. A. 2001. Temperature response of leaf photosynthetic capacity in seedlings from seven temperate tree species. Tree Physiology, 21: 223-232.
- EPSTEIN E. 1999. Silicon. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50: 641-664.
- FORMÁNEK P., VRANOVÁ V. 2003. A contribution to the effect of liming on forest soils: review of literature. Journal of Forest Science, 48: 182-190.
- JONARD M., ANDRÉ F., GIOT P., WEISSEN F., PERRE R. VAN DER, PONNETTE Q. 2010. Thirteen-year monitoring of liming and PK fertilization effects on tree vitality in Norway spruce and European beech stands. European Journal of Forest Research, 129: 1203-1211.
- KAMLER J., HOMOLKA M., BARANČEKOVÁ M., KROJEROVÁ-PROKEŠOVÁ J. 2010. Reduction of herbivore density as a tool for reduction of herbivore browsing on palatable tree species. European Journal of Forest Research, 129: 155-162.
- KUNEŠ I., BALCAR V., ZAHRADNÍK D. 2007. Influence of a planting hole application of dolomitic limestone powder and basalt grit on the growth of Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) and soil chemistry in the air-polluted Jizerské hory Mts. Journal of Forest Science, 53: 505-515.
- LICHTENTHALER H.K., BUSCHMANN C., KNAPP M. 2005. How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease ratio Rfd of leaves with the PAM fluorometer. Photosynthetica, 43: 379-393.
- MATERNA J. 1963. Výživa a hnojení lesních porostů. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 227 s.
- MAXWELL K., JOHNSON G. J. 2000. Chlorophyll fluorescence - a practical guide. Journal of Experimental Botany, 51: 659-668.
- NĚMEC A. 1956. Meliorace degradovaných lesních půd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 291 s.
- PERRY D.A., OREN R., HART S.C. 2008. Forest ecosystems. Baltimore, Johns Hopkins University Press: 606 s.
- PODRÁZSKÝ V. 1991. Krátkodobé účinky vápnění v extrémních imisnách ekologických podmínkách Orlických hor. Lesnictví, 37: 1009-1023.
- PODRÁZSKÝ V., ULBRICHOVÁ I. 2003. Surface liming of immission clear-cuts: benefits and risks. Ekológia, 22 (Suplement 1): 277-283.
- RICHMOND K. E., SUSSMAN M. 2003. Got silicon? The non-essential beneficial plant nutrient. Current Opinion in Plant Biology, 6: 268-272.
- ROHÁČEK K. 2005. Fotofyzikální děje během fotosyntetické přeměny zářivé energie na biochemicky využitelnou formu. In: Dvořáková, D., Martinková, D. (eds.): Projekt Otevřená věda, praktický kurz fyzika. [Sborník.] Praha: 133-144.
- SAVONEN E. M., SARJALA T. 1998. Effect of potassium availability on *in vivo* chlorophyll fluorescence and polyamines of Scots pine seedlings. Aquilo. Ser. Botanica, 37: 7-14.
- SCHREIBER U. 2004. Pulse-Amplitude-Modulation (PAM) fluorometry and saturation pulse method: An overview. In: Papageorgiou G.C. (ed.): Chlorophyll and fluorescence: a signature of photosynthesis. Dordrecht, Kluwer Academic: 279-319.
- STRAND M., LUNDMARK T. 1995. Recovery of photosynthesis in 1-year-old needles of unfertilized and fertilized Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) during spring. Tree Physiology, 15: 151-158.
- ŠPULÁK O., MARTINCOVÁ J. 2011. Variabilita parametrů fluorescence chlorofylu v rámci mladých stíněných a nestíněných sazenic jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) měřená dvěma odlišnými přístupy. Zprávy lesnického výzkumu, 3: 189-197.
- ŠPULÁK O., VÍTÁMVÁS J., KUNEŠ I., BALÁŠ M. 2010. Odezva fluorescence chlorofylu listů břízy karpatské na přihnojení. In: Bříza - strom roku 2010. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 23. září 2010. Praha, Česká zemědělská univerzita: 99-105.
- ŠRÁMEK V., MATERNA J., NOVOTNÝ R., FADRHOŇSOVÁ V. 2006. Effect of forest liming in the Western Krušné hory Mts. Journal of Forest Science, 52 (Special Issue): 45-51.
- UHLÍŘOVÁ H. et al. (ed.) 2000. Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice. Ročenka programu ICP Forests. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 60 s.
- ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P., TICHÁ S., KOBLÍŽEK J. 2009. Dřeviny České republiky. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 367 s.
- WALZ H. 2004. Imaging – PAM Chlorophyll Fluorometer. Instrument Description and Information for Users. 2.143 / 02.2003. 4. Ed. February 2004: 134 s.
- ZBÍRAL J. 1994. Analýza rostlinného materiálu. Jednotné pracovní postupy. Brno, SKZÚZ.

EFFECT OF GROUND LIMESTONE IN PLANTING HOLE ON PLANTATION PROSPERITY, CHLOROPHYLL FLUORESCENCE AND FOLIAR NUTRIENTS OF CARPATHIAN BIRCH AND EUROPEAN BEECH

SUMMARY

Fertilization during planting can improve nutrition and increase vigor of tree species. Finely-ground dolomitic limestone was recommended and used to help plantations grow in the mountains. In these conditions, long-term detectable positive effects upon fertilized plantations of some tree species could be found. Apart from tree species performance, there are other important characteristics such as chemical properties of leaf tissues and/or response of photosynthetic systems which should be investigated. The objective of our study is to find effect of liming upon Carpathian birch and European beech that has been growing on mountain acidic site (970 m above sea level) for over 17 years. We investigated following characteristics: growth, fluorescence of chlorophyll *a*, and content of nutrients in leaves.

Experimental plantations of birch and beech planted in 1993 were fertilized by adding 1 kg of finely-ground limestone to planting holes. Growth of limed and control treatments of both tree species was measured every year. In the summer 2009, 8 – 10 individuals from both birch and beech treatments were sampled. The samples were composed of leaves which had been fully exposed to solar radiation. To prevent enormous drying out of samples, the leaves were packed in plastic bags and kept in the refrigerator over one night. Chlorophyll *a* fluorescence was measured using Imaging-PAM chlorophyll fluorometer next day. Prior to measurement, the samples were acclimatized to room temperature (21 °C) for at least one hour. Three randomly chosen leaves from each individual were analyzed. We analyzed the middle part of the leaf blade (without the midrib). Rapid fluorescence parameters of dark-adapted leaves and absorptivity were measured. The samples were also analyzed for contents of nutrients (N, P, K, Ca, Mg), sulfur and silicon.

Limed Carpathian birch showed reduced growth (by 13 %) compared to untreated birch (Tab. 1). Limed beech grew slightly better for a few years after planting, then growth trends of both treatments remained equal; limed trees were higher by 8 % in 2009 (Fig. 1). Analysis of chlorophyll fluorescence by Imaging-PAM fluorometer showed higher response of photosystem II (F_v/F_m) for limed beech treatment; we found no difference between birch treatments (Tab. 2). Utilization of fluorometer allowing a complete dark adaptation (by leafclip) could bring more detailed outcomes. The chemical analysis of leaves revealed that birch leaves from limed treatment were higher in P, Ca, Mg, and Si while beech leaves from limed treatment were higher in P only (Tab. 3). From the forestry practice point of view, the effect of liming of Carpathian birch and European beech during plantation on the mountain site seems to be rather inefficient and disputable 17 years after planting. In regard to beech this ameliorative measure worked in initial stage of forest restoration when higher air pollution load made forest regeneration complicated.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR

Ing. Ondřej Špulák, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391; e-mail: spulak@vulhmop.cz

OPTIMUM NÁKLADŮ NA OCHRANU LESA PODLE SOUBORŮ LESNÍCH TYPŮ

OPTIMUM COSTS OF FOREST PROTECTION ACCORDING TO ECOSITE CLASSES

KAREL PULKRAB¹ – ROMAN SLOUP¹ – MIROSLAV SLOUP² – JAN BUKÁČEK³¹Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha²Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem³Školní lesní podnik, Kostelec nad Černými lesy

ABSTRACT

The objective of the presented analysis is the calculation of the potential amount of direct costs of forest protection against insect pests, game damage and weeds. The calculation is based on typology inputs and optimal economic measures of silvicultural operations. Total direct costs of forest protection sorted by forest types range from 1,800 to 112,400 CZK within the rotation period, the highest being in the stands with the most intensive management. From the presented results it is evident that the highest costs of forest protection are achieved in stands with the highest intensity of management, followed by game damage costs and by costs of protection against weeds. The costs of protection against insect pests are the lowest.

Klíčová slova: soubory lesních typů, typologie, přímé náklady, ochrana lesa proti zvěři, ochrana lesa proti buřeni, hmyzí škůdce, ekonomika

Key words: ecosite classes, direct costs, forest protection against animals, forest protection against weeds, insect pests, economy

ÚVOD

Hlavním smyslem předložené analýzy je vykalkulovat – a to na základě typologických vstupů a optimálních hospodářských opatření pěstební činnosti – potenciální výši přímých nákladů na ochranu lesa proti hmyzím škůdcům, na ochranu lesa proti zvěři a proti buřeni. V příspěvku bylo využito souborů lesních typů (SLT) pro diferenciaci obhospodařování lesa podle koncepce trvale udržitelného hospodaření a jeho efektivnosti.

MATERIÁL A METODIKA

Typologické vstupy

Kardinálním typologickým podkladem pro zpracování metodiky se stala práce K. Plívy „Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů“ (Plíva 2000), jejímž cílem bylo vypracovat metodický postup využití souborů lesních typů pro diferenciaci obhospodařování lesa podle koncepce trvale udržitelného hospodaření a jeho efektivnosti.

Na základě výše uvedených prací navrhl M. Sloup optimální hospodářská opatření pěstební činnosti pro všechny soubory lesních typů (SLT)

v České republice, blíže viz PULKRAB et al. (2010). Jako příklad identifikace vstupních dat jsou patrné údaje z tab. 1, které byly sestaveny pro porosty intenzity hospodaření A a následujících charakteristik:

Náklady na ochranu lesa proti hmyzím škůdcům

Návrh hospodářských opatření (PULKRAB et al. 2010) byl konzultován s pracovníky VÚLHM.

Kalkulace vychází z předpokladu, že budou řešeny náklady spojené s ochranou lesa v případech, kdy škůdce je v základním stavu, tj. kdy nevznikají náklady spojené s úmyslným snižováním početního stavu škůdce, případně s likvidací následků, které škodlivý činitel způsobil.

Návrh hospodářských opatření respektuje níže uvedené materiály:

- Zákon o lesích č.289/1995 Sb. a vyhláška č.101/1996 Sb., ve znění vyhlášky č. 236/2000Sb.
- Zpravodaj ochrany lesa VÚLHM, ročník 2004
- Návrh „Českých technických norem“ (Ochrana lesa proti kůrovci na smrku – ČSN 48 1000; Ochrana lesa proti bekyni mnišce – ČSN 48 1003; Ochrana lesa proti ploskohřbetkám rodu *Cephalcia* – ČSN 48 1002), zpracovaných VÚLHM za podpory MZe v roce 2005

- Metodické pokyny, vydané jako přílohy časopisu Lesnická práce
- Publikaci „Praktické metody v ochraně lesa“ (ŠVESTKA et al. 1996)
- Grafické vyjádření podílu na jednotlivých typech feromonů v r. 2004 – VÚHLM
- Mapové podklady s výskytem a četností silného přemnožení u ploskohřbetek – VÚLHM

Vymezení hmyzích škůdců

Základem jsou „kalamitní škůdci“, které specifikuje naše legislativa (vyhláška MZe č.101/1996 Sb., ve znění vyhlášky č. 236/2000 Sb.). Jedná se o následující škůdce:

- Klikoroh borový (*Hylobius abietis*)

Kalkulace byly provedeny pro všechny SLT s potenciálně možným výskytem škůdce.

- Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*)

Kalkulace provedeny pro všechny SLT s potenciálním zastoupením SM 20 %, ve stáří 60 let +. U intenzit hospodaření A,B,C je zahrnu-to vyhledávání, vyznačování, evidence, pochůzková kontrola, lapáky a lapače. I když nová ČSN připouští při základním stavu jen pochůzkovou metodu, zatím je platná vyhláška, která ukládá i v základním stavu provádění kontroly pomocí lapáků nebo lapačů. Domníváme se, že i v budoucnu budou tyto kontroly používány. Pro zajištění odpovídajícího průměru nákladů je započítán na 10 ha jeden lapák a jeden lapač. U intenzit hospodaření D a E je kalkulována pouze metoda pochůzková. Zůstává otázkou, zda část prací má být zahrnuta do přímých nákladů (vyznačování, evidence, pochůzkové kontroly), nebo do režii. Vzhledem k tomu, že prokazatelně zvyšují náročnost na lesnickou činnost v těchto SLT, jsou do kalkulací zahrnuty.

- Lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*)

Porosty se zastoupením SM 20 % + jako v předchozím, ve stáří 20 – 40 let. U všech intenzit hospodaření je kalkulace shodná, jedná se o vyhledávání, vyznačování, evidenci a pochůzkové kontroly.

Tab. 1.

Návrh hospodářských opatření pěstební činnosti

Proposal of economic measures of silvicultural operations

Cílové hospodářství : smrkové – obnova bez přítomnosti MZD v mateřském porostu

Target management: spruce – regeneration without soil-improving species in the parent stand

Podíl melioračních a zpevňujících dřevin (MZD): 25 % (UO 25 % - sazenice)/

Share of soil-improving species (SIS): 25% (artificial regeneration AR 25% - transplants)

Podíl přirozené obnovy (PO): 20 %

Share of natural regeneration (NR): 20%

SLT = soubor lesních typů/EC = ecosite classes

% zastoupení/% representation

HS = hospodářský soubor/FMC = forest management class

SLT/EC	5S	6S	5B	6B	5H	6H	5D	6D	3B	4B	3D	4D	3H	4H	3V	4V	5V	6V	7B	3V	4V	5V	6V
% zast	5,7	2,1	2,8	0,1	0,9	0,1	1,1	0,1	1,7	0,7	0,7	0,7	2,4	0,3	0,2	0,1	0,7	0,8	+	0,2	0,1	0,7	0,8
HS/FMC	55	55	55	55	55	55	55	55	45	45	45	45	45	45	47	47	57	57	75	47	47	57	57

Výkon/Activity	Technické jednotky/Technical Units (TU)	Počet t. j./ Number of TU
Přirozená obnova/Natural regeneration	ha	0,20
Umělá obnova sadbou/Artificial regeneration by transplants		
SM/Spruce	ha	0,50
BK (KL,LP,JV,JS,TR)/Beech	ha	0,20
JD (JDo, DGL)/Fir	ha	0,05
MD/Larch	ha	0,05
Ochrana kultur proti zvěři – chemicky/ Plantations protection against game – chemical	výměra ošetřené plochy *počet zásahů*procento ošetřených sazenic/treated area*number of interventions*percentage of treated transplants	0,55ha*5*90%saz
– mechanicky/mechanical	ks (ha)/ pcs (ha)	
– oplocování/fencing	km	
– individuální/individual	ks/pcs	
Ochrana kultur proti buření – ožínováním/ Plantations protection against weeds – mowing	výměra ošetřené plochy *počet zásahů*procento ošetřených sazenic/treated area*number of interventions*percentage of treated transplants	0,80ha*7*90%saz
– chemicky/chemical	výměra ošetřené plochy *počet zásahů*procento ošetřených sazenic/treated area*number of interventions*percentage of treated transplants	

- Ploskohřbetka smrková a severská (*Cephalcia abietis* a *arvensis*)

Kalkulace provedeny pro všechny SLT s potenciálním zastoupením SM 50 %, ve stáří 60 let + a ve 4. – 6. lvs (600 – 1 000 m n. m.). U sledování žíru je ve všech intenzitách hospodaření kalkulace shodná. Orientační kontrola na plochách s opakovaným výskytem byla stanovena po projednání s VÚLHM (na základě vyhodnocení stavů jak v současnosti, tak i v předchozím období) a je kalkulována v základním stavu škůdce cca 1 sonda na 5 ha.

- Bekyně mniška (*Lymantria monacha*)

Kalkulace byly provedeny pro všechny SLT s potenciálním zastoupením SM a BO ve stáří 30 – 70 let ve 3. – 5. lvs (400 – 700 m n. m.) mezi 20. VI. – 10. VII. Kontrola trusinková nebo pochůzková (považujeme za nákladově shodné) je ve všech intenzitách hospodaření shodná. Feromonové pastě jsou kalkulovány u lesních správ zasahujících do 3. – 5. lvs, a to v počtu tří pastí na správu (cca 1 past na 1 lvs).

- Obaleč modřínový (*Zeiraphera griseana*)

V základním stavu se neuvažují žádná opatření.

- Lýkožrout severský (*Ips duplicatus*)

V oblastech s výskytem lýkožrouta severského (LS Vítkov, Opava, Šenov - údaj VÚLHM, se rozšiřuje kontrola oproti lýkožroutu smrkovému v porostech od 40 let). Jedná se o vyhledávání, vyznačování, evidenci a kontrolu pochůzkovou.

- Ostatní defoliátoři (např. bekyně velkohlavá, obaleč dubový, pilatky, chrousti)

V porostech s vysokým významem pro získávání reprodukčního materiálu lesních dřevin (genové základny, semenné plantáže, porosty fenotypové klasifikace A) bez ohledu na intenzitu hospodaření a SLT se předpokládá pochůzková kontrola. Kontrola prováděna navíc oproti lýkožroutu smrkovému (50 % plochy) o jednu věkovou třídu na 67 % plochy.

Do kalkulací bylo zahrnuto prvních pět skupin škůdců, protože u ostatních se buď o žádných opatřeních neuvažuje, nebo se vyskytují jen u několika vybraných lesních správ a dají se stanovit zcela konkrétně a adresně.

Ekonomické vstupy

Přímé náklady na realizaci hospodářských opatření byly kalkulovány v největším možném detailu. Do kalkulací byly zahrnuty tyto nákladové druhy:

1. Osobní náklady (tarifní mzda, podíl prémie a zdravotní a sociální pojištění) spojené zejména s kladením lapáků, instalací a deinstalací lapáků, kontrolní činností, asanací apod.
2. Materiál (nákup feromonů, lapáků apod.).
3. Aktivace dopravy a další.

VÝSLEDKY

Výsledky provedené analýzy jsou patrné z tab. 2 – 6.

Celkové přímé náklady na ochranu lesa v členění podle SLT se pohybují od 1 800 do 112 400 Kč za dobu obmýti a nejvyšší jsou v porostech s nejvyšší intenzitou hospodaření A. Z tab. 5 je také zřejmé, že čím vyšší je intenzita hospodaření, tím vyšší jsou i celkové náklady na ochranu. Z výsledků je patrný fakt, že nejvyšších nákladů na ochranu lesa je dosahováno například u porostů s nejvyšší intenzitou hospodaření u škod zvěři následovaných náklady na ochranu proti buření a jako nejnižší náklady jsou v tomto případě náklady na ochranu proti hmyzím škůdcům.

DISKUSE

Z uvedených tabulek je zřejmé, že nejvyšší náklady na ochranu lesa jsou spojené s náklady na ochranu proti zvěři. Naproti tomu náklady na ochranu proti zvěři například v Německu jsou výrazně nižší či nulové ve srovnání s ČR (jak je patrné např. z právních předpisů saského ministerstva životního prostředí a zemědělství a ze společných česko-německých jednání v uplynulých 25 letech). Důvodem jsou vysoké stavy zvěře a jediný způsob, jak tyto náklady snížit či eliminovat je většinou úprava početních stavů zvěře na přijatelnou míru.

ZÁVĚR

Celkové přímé náklady na ochranu lesa proti hmyzím škůdcům, zvěři a buření jsou značně diferencované. Rozpětí celkových přímých nákladů je patrné z tab. 5. Celkové roční přímé náklady na ochranu lesa v členění podle SLT v ekologické síti typologického systému se pohybují v rozmezí 6 až 1 003 Kč/ha, nejvyšších nákladů na ochranu lesa je dosahováno v porostech s nejvyšší intenzitou hospodaření (tab. 6). Z tab. 7 je možné vyčíst nejnižší a nejvyšší náklady na ochranu lesa podle jednotlivých druhů škod. Celkový přehled analyzovaných SLT je patrný z tab. 8.

Poděkování:

Príspevek byl zpracován v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QI92A197 „Ekonomická a sociálně-ekonomická efektivnost a perspektivy existence a pěstování lesa nízkého v měnících se přírodních a společenských podmínkách ČR“ a QI112A172 „Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR“.

LITERATURA

- PLÍVA K. 2000. Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souboru lesních typů. Brandýs nad Labem, ÚHUL: 34 s., příl.
- PULKRAB K. et al. 2010. Modely efektivnosti hospodaření organizačních jednotek LČR. Praha, ČZU v Praze: 57 s. Dostupné též na World WideWeb: http://www.lesycr.cz/cs/download/gs/modely-efektivnosti_hospodareni-web.pdf
- ŠVESTKA et al. 1996. Praktické metody v ochraně lesa. Praha, Silva Regina: 309 s.

Tab. 2.

Celkové přímé náklady na ochranu proti zvěři v členění podle souborů lesních typů (SLT) v ekologické síti typologického systému za dobu obměty [tis. Kč/ha]
Total direct costs of protection against animals divided by ecosite classes in the ecological network typology system for the rotation period [thousands CZK/ha]

SOUBORY LESNÍCH TYPŮ/ECOSITE CLASSES																													
	přechodná transitional			extrémní extreme		exponovaná exposed			kyselá acid					živná nutritious					oglejená gleyed					podmáčená waterlogged			lužní alluvial		
	W	C	X	Z	Y	J	A	F	N	M	K	I	S	B	H	D	V	O	P	Q	T	G	R	L	U				
9 kleč	intenzita hospodaření A intensity management A																												
	intenzita hospodaření B intensity management B																												
	intenzita hospodaření C intensity management C																												
8 SM	intenzita hospodaření D intensity management D			SM 6,0	SM 6,0		SM 6,0	SM 6,0	SM 30,8	SM 35,1			SM 35,1				SM 30,8			SM 30,8	SM 6,0								
	intenzita hospodaření E intensity management E			SM 6,0	SM 6,0			SM 30,8	SM 35,1	SM 35,1	SM 35,1	SM 35,1	SM 43,6				SM 35,1	SM 40,1	SM 35,1	SM 30,8		SM 30,8							
7 bkSM																													
6 smBK							SM 39,1 BK 56,6	SM 39,3BK 56,6	SM 39,0 BK 37,7	BK 56,6 SM 39,3	BK 56,6 SM 39,3	BK 51,4SM 40,1	SM 43,6BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	SM 40,1	SM 39,3		SM 35,1	SM 35,1						
	SM 39,3 BK 56,6	BK 37,7			SM 35,2	BK 37,7	SM 39,3 BK 56,6	SM 39,3BK 56,6	SM 39,0 BK 37,7	BK 37,7 SM 40,1	BK 51,4 SM 40,1	BK 51,4SM 40,1	SM 43,6BK 51,4	SM 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	SM 40,1	SM 39,3BO 47,7			SM 35,1	SM 30,8						
5 jdBK																													
	SM 39,3 BK 56,6	BK 37,7 BO 51,4			SM 35,2	BK 37,7	SM 39,3 BK 56,6	SM 39,3BK 56,6	SM 39,0 BK 37,7	BK 37,7 SM 40,1	BK 51,4 SM 40,1	BK 51,4SM 40,1	SM 43,6BK 51,4	SM 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	SM 40,1	SM 39,3BO 47,7			SM 35,1	SM 30,8						
4 BK																													
	BK 56,6	BK 37,7 BO 51,4			BO 1,1		SM 39,0 BK 37,7	SM 39,3 BK 56,6	BO 51,4 SM 39,0 BK 37,7	BO 51,4 DB 38,4	SM 40,1 BK 51,4	BK 51,4 SM 40,1	BK 51,4SM 40,1	SM 43,6BK 51,4	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	SM 40,1	SM 39,3DB 57,5	BO 51,5		SM 35,1	SM 35,1		SM 39,3				
3 dbBK																													
	BK 56,6	BK 37,7 BO 51,4			BO 1,1	BK 37,7	SM 39,0 BK 37,7	SM 39,3 BK 56,6	BO 51,4 SM 39,0 BK 37,7	BO 51,4 DB 38,4	BO 47,7 BK 56,6	BO 47,7SM 39,3	BK 51,4SM 40,1	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	BK 51,4SM 43,6	SM 43,6BK 51,4	SM 40,1DB 50,4				SM 35,1		OL 56,6	SM 40,1				
2 bkDB																													
	DB 57,5	BO 51,4 DB 38,4		DB 38,4			DB 38,4		BO 51,4 DB 38,4	BO 51,4 DB 38,4	BO 47,7 DB 57,5	BO 47,7DB 57,5	BO 47,7DB 57,5	DB 50,4	DB 50,4	DB 57,4	DB 57,4	DB 50,4	BO 47,7	BO 51,5				DB 57,4					
1 DB																													
		BO 51,4 DB 38,4		DB 38,4		DB 38,4	DB 38,4		BO 51,4 DB 38,4	BO 52,4	BO 47,7 DB 57,5	BO 47,7DB 57,5	BO 47,7DB 57,5	DB 50,4	DB 57,4	DB 57,4	DB 57,4	DB 50,4	BO 47,7	BO 51,5				DB 57,4	SM 57,4				
0 BOR																													
		BO 1,1		BO 1,1	BO 1,1				BO 53,0	BO 52,4	BO 52,4							BO 52,4	BO 51,4	BO 53,0	BO 1,1	BO 52,4	BO 1,1						

Tab. 3.

Celkové přímé náklady na ochranu proti hmyzím škůdcům v členění podle SLT v ekologické síti typologického systému za dobu obměty [tis. Kč/ha]
Total direct costs of protection against insect pests divided by ecotype classes in the ecological network typology system for the rotation period [thousands CZK/ha]

SOUBORY LESNÍCH TYPŮ ECOSITE CLASSES																											
přechodná transitional			extrémní extreme			exponovaná exposed			kyselá acid				živná nutritious				oglejená gleyed					podmačená waterlogged				lužní alluvial	
	W	C	X	Z	Y	J	A	F	N	M	K	I	S	B	H	D	V	O	P	Q	T	G	R	L	U		
9 kleč	intenzita hospodaření A intensity management A																										
	intenzita hospodaření B intensity management B																										
	intenzita hospodaření C intensity management C						SM 5,5	SM 5,5	SM 5,5	SM 2,8	SM 15,7		SM 15,7				SM 5,5			SM 5,5		SM 0					
	intenzita hospodaření D intensity management D								SM 5,5	SM 15,7	SM 15,7			SM 15,7	SM 0,6			SM 0,6	SM 0,6	SM 5,5	SM 5,5	SM 0,6	SM 5,5				
7 bkSM	intenzita hospodaření E intensity management E			SM 5,5	SM 5,5																						
6 smBK					SM 16,9		SM 18,9 BK 0	SM 18,9BK 0	SM 9,4 BK 0	BK 0	BK 0	BK 14,1SM 16,8	SM 16,8BK 12,4	BK 12,4 SM 16,8	BK 12,4 SM 16,8	BK 0 SM 3,4	BK 0 SM 3,4	SM 3,4	SM 3,4	SM 5,5		SM 5,6	SM 5,6				
	SM 4,1 BK 0				SM 19,1 BK 2,8		SM 12,1 BK 0	SM 21,1BK 0	SM 11,5 BK 0	BK 0	BK 14,1 SM 18,9	BK 14,1SM 18,9	SM 18,9BK 12,4	SM 18,9	BK 12,4 SM 16,7	BK 0 SM 5,6	BK 0 SM 5,6	SM 5,6	SM 5,6	SM 4,5 BO 0		SM 5,1	SM 10,5				
4 BK	BK 0						SM 9,6 BK 0	SM 16,6BK 0	BO 2,7 SM 10,6 BK 0	BO 2,7 DB 0	SM 16,7 BK 0	BK 12,4SM 16,7	BK 12,4SM 16,7	BK 12,4 SM 16,7	BK 12,4 SM 16,7	BK 0 SM 5,1	SM 5,1 BK 0 DB 0	SM 5,1 DB 0	SM 5,0 DB 0	BO 0,7		SM 5,1			SM 5,0		
	BK 0	BO 2,7			BO 2,9																						
3 dbBK	BK 0					BK 0	SM 8,2 BK 0	SM 14,2BK 0	BO 2,7 SM 8,2 BK 0	BO 2,7 DB 0	BO 2,7 BK 0	BO 0,5 SM 5,4 BK 0	BK 12,4 SM 14,3	BK 12,4 SM 14,3	BK 0 SM 2,7	SM 0,6BK 0 DB 0	SM 2,7 BK 0 DB 0	SM 2,7 BK 0 DB 0			SM 0,6		OL 0	SM 2,1 0			
	DB 0	BO 0,6		DB 0			DB 0		BO 0,6 DB 0	BO 0,6 DB 0	BO 0,5 DB 0	BO 0,5 DB 0	BO 0,5 DB 0	DB 0	DB 0,7	DB 0,7	DB 0,7	DB 0	BO 0,5	BO 0,7							
2 bkDB	DB 0			DB 0			DB 0		BO 0,6 DB 0	BO 0,6 DB 0	BO 0,5 DB 0	BO 0,5 DB 0	BO 0,5 DB 0	DB 0	DB 0,7	DB 0,7	DB 0,7	DB 0	BO 0,5	BO 0,7							
1 DB		BO 0,6	DB 0	DB 0		DB 0	DB 0		BO 0,6 DB 0	BO 0,7	BO 0,5 DB 0	BO 0,5 DB 0	BO 0,5 DB 0	DB 0	DB 0,7	DB 0,7	DB 0,7	DB 0	BO 0,5	BO 0,7					SM 0		
0 BOR		BO 0,7		BO 0,7	BO 0,7				BO 0,7	BO 0,7	BO 0,7							BO 0,7	BO 0	BO 0,7	BO 0,7	BO 0	BO 0,7				

Tab. 4.

Celkové přímé náklady na ochranu proti burěni v členění podle SLT v ekologické síti typologického systému za dobu obměty [tis. Kč/ha]
Total direct costs of protection against weeds divided by ecosite classes in the ecological network typology system for the rotation period [thousands CZK/ha]

SOUBORY LESNÍCH TYPŮ/ ECOSITE CLASSES																												
	přechodná transitional			extrémní extreme			exponovaná exposed			kyselá acid				živná nutritious				oglejená gleyed					podmáčená waterlogged			lužní alluvial		
	W	C	X	Z	Y	J	A	F	N	M	K	I	S	B	H	D	V	O	P	Q	T	G	R	L	U			
9 kleč	intenzita hospodaření A intensity management A																											
	intenzita hospodaření B intensity management B																											
	intenzita hospodaření C intensity management C																											
8 SM	intenzita hospodaření D intensity management D			SM 11,9	SM 11,9		SM 11,9	SM 11,9	SM 11,9	SM 22,2	SM 27,8		SM 27,8				SM 22,2			SM 22,2	SM 11,9	SM 22,2	SM 11,9					
	intenzita hospodaření E intensity management E			SM 11,9	SM 11,9			SM 22,2	SM 22,2	SM 27,8	SM 27,8		SM 27,8	SM 50,0			SM 27,8	SM 35,4	SM 27,8	SM 22,2	SM 22,2	SM 22,2	SM 27,8	SM 22,2				
6 smBK					SM 11,9		SM 27,8 BK 35,7	SM 27,8BK 35,7	SM 22,2 BK 15,9	BK 35,7 SM 27,8	BK 35,7 SM 27,8	BK 40,2SM 35,4	SM 50,0BK 40,2	BK 40,2SM 50,0	BK 40,2SM 50,0	BK 40,2 SM 50,0	BK 40,2 SM 50,0	SM 35,4	SM 35,4	SM 27,8		SM 27,8	SM 27,8					
	SM 27,8 BK 35,7	BK 15,9			SM 11,9	BK 15,9	SM 27,8 BK 35,7	SM 27,8BK 35,7	SM 22,2 BK 15,9	BK 15,9 SM 27,8	BK 40,2 SM 35,4	BK 40,2SM 35,4	SM 50,0BK 40,2	BK 40,2SM 50,0	BK 40,2SM 50,0	BK 40,2 SM 50,0	SM 35,4	SM 35,4	SM 27,8BO 37,9	SM 27,8BO 37,9		SM 27,8	SM 22,2					
4 BK		BK 15,9 BO 28,6			BO 0		SM 22,2 BK 15,9	SM 27,8 BK 35,7	BO 28,6 SM 22,2 BK 15,9	BO 28,6 DB 19,8	SM 35,4 BK 40,2	BK SM 35,4	BK 40,2SM 35,4	BK 40,2SM 50,0	BK 40,2SM 50,0	BK 40,2 SM 50,0	SM 50,0BK 40,2	SM 27,8 35,4DB 29,5	BO 28,6 DB 35,7	BO 28,6		SM 27,8	SM 27,8					
		BK 15,9 BO 28,6			BO 0		SM 22,2 BK 15,9	SM 27,8BK 35,7	BO 28,6 SM 22,2 BK 15,9	BO 28,6 DB 19,8	BO 37,9 BK 35,7	BO 37,9SM 27,8	BK 40,2SM 35,4	BK 40,2SM 50,0	BK 40,2SM 50,0	BK 40,2 SM 50,0	SM 50,0BK 40,2	SM 35,4BK 40,2 DB 29,5				SM 27,8	OL 35,7	SM 35,4				
2 bKDB		DB 35,7		DB 19,8			DB 19,8		BO 28,6 DB 19,8	BO 28,6 DB 19,8	BO 37,9 DB 35,7	BO 37,9DB 35,7	BO 37,9DB 35,7	DB 29,5	DB 29,5 SM 50,0	DB 35,7 SM 50,0	DB 35,7	DB 29,5	BO 37,9	BO 28,6				DB 35,7				
			DB 19,8	DB 19,8			DB 19,8		BO 28,6 DB 19,8	BO 37,9 DB 35,7	BO 37,9 DB 35,7	BO 37,9DB 35,7	DB 29,5	DB 29,5 SM 50,0	DB 35,7 SM 50,0	DB 35,7	DB 35,7	DB 29,5	BO 37,9	BO 28,6				DB 35,7	SM 35,7			
0 BOR				BO 0	BO 0				BO 28,6	BO 28,6	BO 37,9							BO 37,9	BO 28,6	BO 28,6	BO 0	BO 37,9	BO 0					

Tab. 5.

Celkové přímé náklady na ochranu lesa v členění podle SLT v ekologické síti typologického systému za dobu obmýti [tis. Kč/ha]
 Total direct costs of protection divided by ecosite classes in the ecological network typology system for the rotation period [thousands CZK/ha]

SOUBORY LESNÍCH TYPŮ/ECOSITE CLASSES																									
	přechodná transitional			extrémní extreme			exponovaná exposed			kyselá acid			živná nutritious			ogledená gleyed			podmáčená waterlogged			lužní alluvial			
	W	C	X	Z	Y	J	A	F	N	M	K	I	S	B	H	D	V	O	P	Q	T	G	R	L	U
9 kleč	intenzita hospodaření A intensity management A																								
	intenzita hospodaření B intensity management B																								
	intenzita hospodaření C intensity management C																								
8 SM	intenzita hospodaření D intensity management D			SM 23,4			SM 23,4	SM 23,4	SM 23,4	SM 55,8	SM 78,6		SM 78,6				SM 58,6			SM 58,6	SM 23,4	SM 53,0	SM 23,4		
	intenzita hospodaření E intensity management E			SM 23,4				SM 58,6	SM 58,6	SM 78,6	SM 78,6		SM 78,6	SM 94,2			SM 63,4	SM 76,1	SM 63,4	SM 58,6	SM 58,6	SM 63,4	SM 58,6		
6 smBK																									
					SM 64,0												BK 91,6 SM 97,0	SM 78,9	SM 78,9	SM 72,6		SM 68,4	SM 68,4		
5 jdBK	SM 71,1 BK 92,3	BK 53,6			SM 66,2	BK 56,4		SM 79,2 BK 92,3	SM 88,2BK 92,3	BK 53,6	SM 72,8 BK 53,6	BK 105,7SM 94,4	SM 103,9 BK 92,2	SM 103,9 BK 112,5	SM 103,9SM 110,3	BK 91,6 SM 99,2	BK 91,6 SM 99,2	SM 81,1 SM 71,6BO 85,6	SM 81,1	SM 68,0		SM 68,0	SM 63,6		
4 BK	BK 92,3	BK 53,6 BO 82,7			BO 4,0			SM 70,9 BK 53,6	SM 83,7 BK 92,3	BO 82,7 SM 71,8 BK 53,6	SM 92,2 BK 91,6	BK 103,9 SM 92,2	BK 103,9 SM 92,2	SM 103,9 BK 110,3	BK 103,9SM 110,3	BK 91,6 SM 98,7	SM 98,7BK 91,6 DB 79,9	SM 80,6DB 79,9	SM 72,1DB 93,2	SM 68,0		SM 68,0			SM 72,1
3 dbBK	BK 92,3	BK 53,6 BO 82,7						SM 69,4 BK 53,6	SM 81,3BK 92,3	BO 82,7 DB 58,2 BK 53,6	BO 88,3 BK 92,3	BO 86,1SM 72,5 BK 92,3	BK 103,9 SM 89,8 92,3	BK 103,9 SM 107,9 96,3	BK 103,9 SM 107,9 96,3	SM 94,2BK 91,6 DB 79,9	SM 78,2BK 91,6 DB 79,9	SM 80,6DB 79,9		SM 63,4			OL 92,3	SM 77,7	
2 bkDB	DB 93,2	BO 80,5 DB 58,2						DB 58,2		BO 80,5 DB 58,2	BO 86,1 DB 93,2	BO 86,1DB 93,2	BO 86,1DB 93,2	DB 79,9	DB 80,6 93,8	DB 93,8	DB 93,8	DB 79,9	BO 86,1	BO 80,7				DB 93,1	
1 DB		BO 80,5 DB 58,2								BO 80,5 DB 91,0	BO 86,1 DB 93,2	BO 86,1DB 93,2	BO 86,1DB 93,2	DB 79,9	DB 93,8	DB 93,8	DB 93,8	DB 79,9	BO 86,1	BO 80,7				DB 93,8	SM 93,1
0 BOR		BO 1,8			BO 1,8					BO 80,5 DB 82,2	BO 91,0 82,2							BO 91,0	BO 80,0	BO 82,2	BO 1,8	BO 90,3	BO 1,8		

Tab. 6.

Celkové roční přímé náklady na ochranu lesa v členění podle SLT v ekologické síti typologického systému [tis. Kč/ha]
 Total annual direct costs of protection divided by ecosite classes in the ecological network typology system [thousands CZK/ha]

SOUBORY LESNÍCH TYPŮ/ECOSITE CLASSES																									
	přechodná transitional			extrémní extreme			exponovaná exposed			kyselá acid			živná nutritious			oglejená gleyed			podmáčená waterlogged			lužní alluvial			
	W	C	X	Z	Y	J	A	F	N	M	K	I	S	B	H	D	V	O	P	Q	T	G	R	L	U
9 kleč	intenzita hospodaření A intensity management A																								
	intenzita hospodaření B intensity management B																								
	intenzita hospodaření C intensity management C																								
8 SM	intenzita hospodaření D intensity management D			SM 78	SM 78		SM 167	SM 167	SM 167	SM 429	SM 604		SM 604				SM 451			SM 488	SM 195	SM 442	SM 195		
	intenzita hospodaření E intensity management E			SM 78	SM 78			SM 418	SM 418	SM 604	SM 604		SM 604	SM 724			SM 488	SM 585	SM 488	SM 451	SM 488	SM 529	SM 488		
7 bkSM																	BK 704 SM 809	SM 658	SM 658	SM 605		SM 570	SM 570		
6 smBK																	BK 704 SM 826	SM 676	SM 676	SM 716BO 713		SM 618	SM 530		
	SM 790 BK 710	BK 412				BK 225		SM 787 BK 412	SM 761 BK 710	BO 689 SM 653 BK 412	SM 838 BK 704	BK 800 SM 838	SM 800 SM 1003	BK 800 SM 1003	BK 800 SM 1003	BK 704 SM 826	SM 897BK 704 DB 666	SM 733DB 666	SM 655DB 777	BO 672		SM 618	SM 618		SM 601
4 BK	BK 710	BO 689			BO 13					BO 752 DB 448	SM 838 BK 704	BK 800 SM 838	SM 800 SM 1003	BK 800 SM 1003	BK 800 SM 981	BK 704 SM 876	SM 856BK 704 DB 666	SM 711BK 704 DB 666				SM 577		OL 1025	SM 777
3 dbBK	BK 710	BK 412 BO 689			BO 13	BK 214	SM 772 BK 412	SM 739BK 710	BO 689 SM 631 BK 412	BO 752 DB 448	BO 736 BK 710	BO 718 SM 659 BK 710	BK 800 SM 817	BK 800 SM 981	BK 704 SM 981	BK 704 SM 876	SM 856BK 704 DB 666	SM 711BK 704 DB 666							
2 bkDB	DB 582	BO 620 DB 448		DB 194			DB 448		BO 620 DB 485	BO 732 DB 448	BO 783 DB 717	BO 783DB 717	BO 783DB 717	DB 499	DB 504	DB 586	DB 586	DB 499	BO 718	BO 672				DB 621	
1 DB		BO 620 DB 448		DB 194		DB 194	DB 448		BO 620 DB 448	BO 700	BO 783 DB 717	BO 783DB 717	BO 783DB 717	DB 499	DB 586	DB 586	DB 586	DB 499	BO 718	BO 672				DB 625	SM 931
0 BOR		BO 14		BO 6	BO 6				BO 632	BO 632	BO 700							BO 700	BO 615	BO 685	BO 15	BO 752	BO 15		

Tab. 7.

Rozpětí celkových přímých nákladů na ochranu proti hmyzím škůdcům, zvěři a buřeni za dobu obmýti

Range of total direct costs of protection against insect pests, weeds and game during the rotation period

Škůdce/Pests and harmful agents	Celkové přímé náklady na ochranu proti hmyzím škůdcům [tis. Kč/ha] Total direct costs of protection against insect pests [thousands CZK/ha]			
	minimum	příklady SLT/ EC (examples)	maximum	příklady SLT/ EC (examples)
Klikoroh/ Pine weevil	0	1Z,5Y,4M,2K,3I,2S, 7T,8T,1O,3L,1U,3V	0,72	2D,1H,2H,1L,2V,0R, 0C,0Z,3Y,4Y,1M,0K
Lýkožrout smrkový I/ Eight-toothed spruce bark beetle I	0	1X,2Z,1K,2K,3I,4N, 1S,2C,3C,4G,0Q,3O	14,12	5K, 5I, 6I
Lýkožrout severský/ Northern bark beetle	0	2M,4M,5K, 3I,2S,6S, 3G,7G,3O,1Q,3V,2B	2,76	7Z, 8Z, 5Y, 6Y, 7Y, 8Y
Lýkožrout lesklý/ Pine bark beetle	0	0Z,3Y,1M,2K,1I,2N, 1C,5G,6O,4P,3J,2L	2,76	3A, 4A, 5A
Ploskohřbetka/ Web-spinning larch sawfly	0	0M,2M,1I,8F,2H,3W, 1D,5J,3L,1O,0Q,8R	11,39	5Y, 6Y
Bekyně/ Nun moth	0	7Z,8Y,1M,0K,2I,7N, 8S,0T,7V,8V,7O,1Q	2,14	3Y, 3M, 3K, 4N, 5W, 3A, 4A, 5A
Celkové přímé náklady na ochranu proti zvěři a buřeni [tis. Kč/ha] Total direct costs of protection against wildlife and weeds [thousands CZK/ha]				
	minimum	příklady SLT/ EC (examples)	maximum	příklady SLT/ EC (examples)
Zvěř/ Game	1,125	0Z,0Y,3Y,4Y,0C,0R	57,489	1K,2K,1I,2I, 1S,2S,2W
Buřeň/ Weeds	0	0Z,0Y,3Y,4Y,0C,0T,0R	49,969	5S,6S,3H,4H,4B,6B, 7B,3D,4D,5V,6V
Celkové přímé náklady na ochranu lesa [tis. Kč/ha] Total direct costs of forest protection [thousands CZK/ha]				
	minimum	příklady SLT/ EC (examples)	maximum	příklady SLT/ EC (examples)
Souhrn/ Total	1,845	0Z,0Y,0C,0T,0R	112,523	5S
Celkové roční přímé náklady na ochranu lesa (Kč/ha) Total annual direct costs of forest protection (CZK/ha)				
	minimum	příklady SLT/ EC (examples)	maximum	příklady SLT/ EC (examples)
Souhrn (roční) Total (annual)	6	0Z, 0Y	1 003	4B, 5H

OPTIMUM COSTS OF FOREST PROTECTION ACCORDING TO ECOSITE CLASSES

SUMMARY

The objective of the presented analysis is the calculation of the potential amount of direct costs of forest protection against insect pests, game damage and weeds. The calculation is based on typology inputs and optimal economic measures of silvicultural operations. Total direct costs of forest protection sorted by forest types range from 1,800 to 112,400 CZK within one rotation period, the highest being in the stands with the most intensive management. The results listed in Tab. 2, 3 and 4 show that the highest costs of forest protection are achieved in stands with the most intensive forest management, followed by the costs of game damage and costs of protection against weeds. On the other hand, the costs of protection against insect pests are the lowest. On the contrary, the costs of protection against game in Germany are usually much lower or none in comparison with the Czech Republic. This fact is related to high numbers of game in Czech forests and the only way to reduce or even eliminate these costs is to reduce the number of game to an acceptable level. Tab. 7 shows the lowest and highest costs of forest protection by type of damage. Total annual direct costs of forest protection divided by file types in the forest ecological network system typology range from 6 to 1,003 CZK/ha as shown in Tab. 6, and again, the above mentioned table shows that the highest costs of forest protection are achieved in stands with high intensity management.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

prof. Ing. Karel Pulkrab, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika
tel.: 224 383 703; e-mail: pulkrab@fld.czu.cz

POTENCIÁLNÍ INTENZITA HOSPODAŘENÍ

POTENTIAL INTENSITY OF MANAGEMENT

ROMAN SLOUP – KAREL PULKRAB

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

ABSTRACT

The article presents information on potential of forest production, based on ecosite classes, intensity of management and target management. It is based on the work of Karel Plíva (PLÍVA 2000) who elaborated methodical procedures to use ecosite classes for differentiation of forest management in accordance with the conception of sustainable management and its effectiveness. As it is mentioned in the article, the choice of the management intensity (i.e. of management measures) essentially influences the effectiveness of forest stand management. Intensity of management is also strongly linked to direct costs of silvicultural operations, amounting to 40 – 250 thousands CZK/ha according to recent calculations. As a result, management with lower inputs (lower intensity) would be recommended for stands with lower production potential, while higher intensity management would be appropriate for stands with higher production potential.

Klíčová slova: produkční potenciál, ekologický potenciál, intenzita hospodaření, efektivnost, přírůst hodnotový

Key words: production potential, ecological potential, intensity of management, efficiency, increment of values

ÚVOD

Předložený příspěvek podává informaci o produkčním potenciálu lesní výroby v členění podle souborů lesních typů, intenzit hospodaření a cílových hospodářství.

Základní přístupy, ze kterých analýza hospodaření vychází:

- úzce navazuje na výsledky typologie lesů, která byla v předstihu nositelem myšlenky trvalosti obhospodařování lesů,
- striktně zohledňuje diferencovanou intenzitu hospodaření při ponechání více prostoru přirozenému vývoji lesa tam, kde umělé zásahy jsou nadbytečné,
- efekt produkčních funkcí je vyjádřen hodnotou potenciální produkce, která se nevztahuje k současnému stavu a skladbě porostů,
- všechny kalkulace jsou provedeny pro zdravé, nepoškozené a plně zapojené (zakmenění 10) porosty.

METODIKA

Typologické vstupy

Kardinálním podkladem pro zpracování projektu je práce Ing. Karla Plívy „Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů“ (PLÍVA 2000), jejímž cílem bylo vypracovat metodický postup využití souboru lesních typů (SLT) pro diferenciaci obhospodařování

lesa podle koncepce trvale udržitelného hospodaření (TUH) a jeho efektivnosti. Autor navazuje především na vlastní práce pro širší pojetí hospodářské soubory (HS) s tím, že příslušné údaje přizpůsobuje této nové koncepci, upřesňuje je pro vybrané SLT a doplňuje o další informace pro víceúčelové využití. SLT sdružuje podle intenzity a cíle hospodaření.

Z porovnání hodnoty potenciální produkce cílové skladby (PP) se stupněm významnosti ekologických funkcí příslušného ekosystému (EP) je vytvořeno 6 stupňů intenzity hospodaření (IH) a v jejich rámci, podle charakteru přírodních podmínek a hlavní cílové dřeviny, několik typů cílového hospodářství. Obě tyto široce pojaté jednotky slouží k přehledné orientaci o hlavních zásadách, nenahrazují však SLT ani HS.

Jak uvádí autor, jedná se o posouzení reálných možností uskutečňování koncepce trvale udržitelného obhospodařování lesů při zohlednění současného stavu lesů a také z pohledu přijatých zákonných norem. Konstatuje, že oproti často uváděné a značně zjednodušené představě o velkorysé přeměně současných, většinou monokulturních typů na porosty smíšené a optimálně strukturované, zhodnocují se zde podmínky do reálnějších představ a dosažitelných cílů při vymezení podle přírodních podmínek (SLT) i v kategorii hospodářských lesů takových ekosystémů, kde je účelné udržet nebo vytvořit co nejvíce přirozenější, a tím i nejstabilnější stav ekosystému a u těch ostatních hledat optimální míru destabilizace ve srovnání s přirozeným stavem, čili určité kompromisní ekosystémy ve vztahu k jejich produktivitě i stabilitě. Prakticky to znamená řešit vztah přirozené a cílové skladby spo-

lu s hodnocením ohrožení ekosystému vnějšími vlivy a zvyšováním jejich statické stability.

Intenzita hospodaření

Intenzita hospodaření (IH) vytváří v této práci základní rámec pro sdružování SLT do skupin podle intenzity a shora uvedených zásad a opatření. Při shodné intenzitě hospodaření se tyto obecnější zásady a opatření více přizpůsobují cílové skladbě v „cílových hospodářstvích“. Konkrétnější opatření se pak uvádějí v charakteristice SLT (charakteristiky mají víceúčelové využití).

Aktivní působení porostu na prostředí vyjadřují jeho ekologické funkce, tj. pozitivní vlivy lesa na jeho prostředí. Jejich souhrnné působení v SLT je proto ekologickým potenciálem (EP) stejně jako je produkční funkcí (hodnotou produkce) vymezen produkční potenciál (PP) příslušného SLT.

Ekologický a produkční potenciál ovlivňují jako kvantitativní ukazatele intenzitu hospodaření (IH). Jelikož oba potenciály působí ve vztahu k intenzitě hospodaření obráceným směrem (se stoupající funkcí ekologickou klesá IH až po úroveň ochranného lesa, u produkční funkce naopak), lze porovnáním jejich úrovní v SLT (odečtením EP od PP) stanovit odpovídající IH. Při tom mají obě úrovně porovnatelnou šíři, neboť obsáhnou v 6 stupních celou škálu potenciálních možností všech SLT.

Mezi ochrannými lesy na jedné straně, s vyloučením intenzivnější hospodářské činnosti (nikoli péče), a lesy umožňujícími svou mimořádnou produktivností nejintenzivnější formy hospodaření, byly vymezeny skupiny sdružením SLT s přibližně stejným stupněm hospodářské intenzity. Skupiny jsou označeny sestupně A, B, C, D, E. V každé skupině jsou podle stanoviště a hlavní cílové dřeviny rozlišena a charakterizována cílová hospodářství i některé porostní alternativy. Hospodářská opatření jsou vypracována pro jednotlivé SLT příslušné skupiny.

Cílová hospodářství

Typy cílových hospodářství v pojetí K. Plívy vycházejí z původního pojetí, nenahrazují HS, neboť nejsou typologickou jednotkou, ale pro různé rámcové jednotky se stejným cílem hospodaření, stejnými základními dřevinami cílové skladby, podle nichž je označen typ hospodářství, stanoví intenzitu, způsob i hlavní zásady hospodaření.

Poněvadž cílová skladba představuje v daných přírodních podmínkách optimální hodnotu potenciální produkce při zajištění trvalosti ekosystému lesa (ekologické stability, popř. přípustné nestability), je pro tyto podmínky optimální i typ hospodářství na ni navazující. Alternativní typy hospodářství nemohou mít vyšší hodnotu produkce, mohou však být za určitých předpokladů rentabilnější (např. přirozenou obnovou), popř. ekologičtější.

Analýza produkčního potenciálu

V citované práci K. Plívy je produkční potenciál (PP) definován následujícím způsobem:

hodnota cílové produkce:

- hodnotovým CPP zvýšeným o tvorbu cenné kulatiny, shrnutým do stupňů produkčního potenciálu (PP1-6),
- srovnávacím indexem vyjadřujícím v tis. Kč hodnotu cílové produkce uvedené v tab.1.

Vzhledem k tomu, že od roku 1983, kdy byl analyzován produkční potenciál, došlo ke značnému posunu cen všech hospodářských vstupů i výstupů, byl vykalkulován produkční potenciál v cenové hladině konce roku 2010.

VÝSLEDKY

Na základě výše uvedených typologických vstupů (bližší viz PLÍVA 2000) byly definovány hlavní vstupní parametry, tj. zastoupení dřevin a jejich bonitních stupňů, intenzity hospodaření, cílové hospodářství a doba obmýti podle SLT. Vstupní parametry jsou patrné z tab. 2.

Modely potenciální produkce a výnosové modely podle Pařeza

Metodický postup:

1. Sortimentace byla provedena pro čtyři hlavní hospodářské dřeviny (SM, BO, DB, BK), ostatní dřeviny byly přiřazeny k těmto hlavním dřevinám podle své příbuznosti.
2. Sortimentace byla provedena podle Pařezových tabulek (PAŘEZ 1987a, b) pro kvalitu „N“ – zdravé, nepoškozené, rovně rostlé kmeny.
3. V každé tloušťkové třídě (6+ až 1) byly zohledněny hlavní sortimenty, které jsou aktuálně obchodovány v podmínkách naší republiky a oceněny tržními cenami (Kč), které publikoval ČSÚ pro rok 2010, jak je patrné z následujícího přehledu:

Sortiment / Dřevina	SM	BO	DB	BK
Výřezy I. třídy jakosti	3 407	2 293	10 560	2 606
Výřezy II. třídy jakosti	2 468	1 817	5 955	2 021
Výřezy III. A/B třídy jakosti	1 819	1 415	2 744	1 473
Výřezy III. C třídy jakosti	1 511	1 206	1 879	1 240
Výřezy III. D třídy jakosti	1 083	920	1 429	1 025
Dříví IV. třídy jakosti – dříví pro výrobu dřevoviny	1 017			
Dříví V. třídy jakosti – dříví pro výrobu buničiny	774	798	898	957
Dříví VI. třídy jakosti – palivové dříví	537	537	704	804

Tab. 1.

Produkční potenciál (PP)
Production potential (PP)

PP6 vysoký/High	4 400 Kč a více/4,400 CZK and more	Srovnávací index 320 tis. Kč/ Comparative index of 320,000 CZK
PP5 nadprůměrný/Above average	3 400 – 4 400 Kč/CZK	240 – 320 tis. Kč/thousands CZK
	2 500 – 3 400 Kč/CZK	180 – 240 tis. Kč/thousands CZK
	1 700 – 2 500 Kč/CZK	120 – 180 tis. Kč/thousands CZK
PP2 nízký/Low	1 000 – 1 700 Kč	60 – 120 tis. Kč/thousands CZK
PP1 velmi nízký/Very low	do 1 000 Kč/0 – 1,000 CZK	do 60 tis. Kč/0 – 60,000 CZK

Tab. 2.

Zastoupení dřevin v SLT

Representation of trees in ecosite classes

ozn.	IH	CH	DO	Dřevina (BS/zastoupení v SLT)													
				Trees (creditworthy level/representation of ecosite classes)													
				SM/ Spruce		BO/ Pine		BK/ Beech		DB/ Oak		MD/ Larch		JD/ Fir		OL/ Alder	
				BS	%	BS	%	BS	%	BS	%	BS	%	BS	%	BS	%
1X	E	DB	300							8,5	100						
0Z	E	BO	300			-9	95			9	5						
1Z	E	DB	300			9	30			9	70						
2Z	E	DB	300			9	30	9	10	9	60						
7Z	E	SM	300	9	90			-9	10								
8Z	E	SM	300	-9	90			-9	10								
0Y	D-E	BO	300			9	95			9	5						
3Y	E	BO	300			7	95			7	5						
4Y	D-E	BO	300			6	95			7	5						
5Y	D-E	SM	300	8	70			7	25					7	5		
6Y	D-E	SM	300	7	70			7	25					7	5		
7Y	E	SM	300	8	90			9	10								
8Y	E	SM	300	8	90			9	10								
0M	D	BO	130			9	85			-9	10	9	5				
1M	C	BO	130			5,5	85			6,5	10	6	5				
2M	D	BO	110			7,5	70			8	30						
2M	D	DB	130					8,5	10	8	80	7,5	10				
3M	D	BO	110			7,5	70			8	30						
3M	D	DB	130					8	10	8	80	7,5	10				
4M	D	BO	110			7	70			7,5	30						
4M	D	DB	130					7,5	10	7,5	80	7	10				
5M	D	BK	130					7,5	80	7,5	10	7	10				
6M	C	BK	140					8	70	8	10	8	20				
6M	C	SM	120	7,5	70			8	20			7	5	7	5		
7M	C	SM	130	8	85			9	7					8	4	5	4
8M	D	SM	130	8,5	90			9	10								
0K	C	BO	130			6,5	85			8,5	10	6	5				
1K	C	BO	110			7,5	70			7,5	20	7	5	7	5		
1K	C	DB	130					7,5	10	7,5	70	7,5	20				
2K	C	BO	110			6	70			6,5	20	6	5	6	5		
2K	C	DB	130					7,5	10	6,5	70	6	20				
3K	C	BO	120			5,5	70			6,5	20	5	5	5	5		
3K	C	BK	130					6	70	6,5	10	5	20				
4K	B	SM	110	5	70			5	20			5	5	5	5		
4K	B	BK	130	5	20			5	60	5	20						
5K	B	BK	140	5	20			5	60	5	20						
5K	B	SM	120	5	70			5	20			5	5	5	5		
6K	C	BK	140					6	70	6	10	6	20				
6K	C	SM	120	5,5	70			6	20			5	5	5	5		
7K	C	SM	130	6,5	85			8	7					7	4	5	4
8K	C	SM	130	7	85			7	7					7	4	5	4
1I	C	BO	110			6	70			6,5	20	6	5	6	5		
1I	C	DB	130					6,5	10	6,5	70	6	20				
2I	C	BO	110			5,5	70			6	20	5	5	5	5		
2I	C	DB	130					6,5	10	6	70	5	20				
3I	C	BO	120			6	70			6	20	5	5	5,5	5		
3I	C	SM	110	5,5	70			6	20			5	5	5,5	5		
3I	C	BK	130					6	70	6	10	5	20				
4I	B	BK	130	5	20			5	60	5	20						
4I	B	SM	110	5	70			5	20			5	5	5	5		
5I	B	BK	140	5	20			5	60	5	20						
5I	B	SM	120	5	70			5	20			5	5	5	5		

SLOUP R. - PULKRAB K.

6I	B	BK	140	5	20		5,5	60	5,5	20				
6I	B	SM	120	5	70		5,5	20			5	5	5	5
0N	D	BO	130			6,5	85		6	10	6	5		
1N	D	BO	130			6,5	70		7	30				
1N	D	DB	130				7	10	7	80	7	10		
2N	D	BO	130			6	70		6,5	30				
2N	D	DB	130				7	10	6,5	80	6	10		
3N	D	BO	120			5,5	70		6	30				
3N	D	SM	110	6	70		6	20			6	5	6	5
3N	D	BK	130				6	80	6	10	6	10		
4N	D	BO	120			6	70		6	30				
4N	D	SM	110	6	70		5,5	20			6	5	5,5	5
4N	D	BK	130				5,5	80	5,5	10	5,5	10		
5N	D	SM	130	5,5	70		5,5	20			5,5	5	5,5	5
5N	D	BK	140				5,5	80	5,5	10	5,5	10		
6N	D	SM	130	6	70		6	20			6	5	6	5
6N	D	BK	140				6	80	6	10	6	10		
7N	D	SM	140	7	90		8	10						
8N	D-E	SM	140	7	90		8	10						
1S	C	BO	110			5	70		5,5	20	5	5	5	5
1S	C	DB	130				5,5	10	5,5	70	5	20		
2S	C	BO	110			5	70		5	20	5	5	5	5
2S	C	DB	130				5	10	5	70	5	20		
3S	B	BK	130	4	20		4	60	4	20				
3S	B	SM	110	4	70		4	20			3	5	5	5
4S	B	BK	130	4	20		3	60	3	20				
4S	B	SM	110	4	70		3	20			3	5	5	5
5S	A	SM	120	3	70		3	20			3	5	3	5
5S	A	BK	130	3	20		3	60	3	20				
6S	A	SM	120	3	70		5	20			4	5	4	5
6S	A	BK	130	3	20		5	60	5	20				
7S	C	SM	130	6	85		7,5	7				6,5	4	5
8S	C	SM	130	7	85		8	7				7	4	5
0C	D-E	BO	130			6,5	95		6	5				
1C	D	BO	130			7	70		7,5	30				
1C	D	DB	130				7,5	10	7,5	80	7	10		
2C	D	BO	130			6,5	70		6,5	30				
2C	D	DB	130				7	10	6,5	80	6	10		
3C	D	BK	130				6	80	6	10	6	10		
3C	D	BO	120			6	70		6	30				
4C	D	BK	130				5	80	5	10	5	10		
4C	D	BO	120			5	70		5	30				
5C	D	BK	130				4,5	80	5	10	5	10		
3F	C	SM	110	4	70		4	20			4	5	4	5
3F	C	BK	130				4	70	4	10	4	20		
4F	C	SM	110	3,5	70		3,5	20			3,5	5	3,5	5
4F	C	BK	130				3,5	70	3,5	10	3,5	20		
5F	C	SM	130	3	70		3	20			3	5	3	5
5F	C	BK	140				3	70	3	10	3	20		
6F	C	SM	130	3	70		3	20			3	5	3	5
6F	C	BK	140				3	70	3	10	3	20		
7F	D	SM	140	5	90		7	10						
8F	D-E	SM	140	7	90		7	10						
1H	B	DB	160						5	90	4	10		
2H	B	DB	160						3	90	2	10		
3H	A	BK	130	3	20		3	60	3	20				
3H	A	SM	110	3	70		3	20			2	5	3	5
4H	A	BK	130	3	20		3	60	3	20				
4H	A	SM	110	3	70		3	20			3	5	3	5

POTENCIÁLNÍ INTENZITA HOSPODAŘENÍ

5H	A	BK	130	3	20		3	60	3	20				
5H	A	SM	110	7	70		7,5	20			7	5	7	5
5H	A	SM	120	3	70		3	20			3	5	3	5
6H	A	BK	130	3	20		4	60	4	20				
6H	A	SM	120	3	70		4	20			3	5	3	5
1B	B	DB	160				5	90	4	10				
2B	B	DB	160				4	10	5	90				
3B	A	BK	130	3	20		3	60	3	20				
3B	A	SM	110	3	70		3	20			3	5	3	5
4B	A	BK	130	3	20		3	60	3	20				
4B	A	SM	110	3	70		3	20			3	5	3	5
5B	A	SM	120	2	70		3	20			3	5	2	5
6B	A	BK	130	2	20		3	60	3	20				
6B	A	SM	120	2	70		3	20			2	5	2	5
7B	B	SM	130	4	70		7	20			6	5	6	5
2W	C	DB	160				4	10	5	70	4	20		
3W	C	BK	130				3,5	70	2,5	10	3,5	20		
4W	C	BK	130				4	70	4	10	4	20		
5W	C	SM	90	4	70		4	20			4	5	4	5
5W	C	BK	130					70		10		20		
1D	B	DB	160						4	90	4	10		
2D	B	DB	160						4	90	4	10		
3D	B	BK	130	3	20		3	60	3	20				
3D	B	SM	110	3	70		3	20			3	5	3	5
4D	A	BK	130	2	20		3	60	3	20				
4D	A	SM	110	2	70		3	20			2	5	2	5
5D	A	BK	130	2	20		3	60	3	20				
5D	A	SM	120	2	70		3	20			2	5	2	5
6D	A	BK	130	2	20		3	60	3	20				
6D	A	SM	120	2	70		3	20			2	5	2	5
1A	D	DB	130				6,5	10	6,5	80	6	10		
2A	D	DB	130			7	20	7	10	6	60	5	10	
3A	D	SM	90	5,5	70		4,5	20			4	5	4	5
3A	D	BK	130				4,5	80	4,5	10	5	10		
4A	D	SM	90	4	70		4	20			4	5	4	5
4A	D	BK	130				4	80	4	10	4	10		
5A	C	SM	90	4	70		4,5	20			4	5	4	5
5A	C	BK	140				4,5	70	4,5	10	4	20		
6A	C	SM	130	3	70		5	20			4	5	4	5
6A	C	BK	140				5	70	5	10	4	20		
8A	D-E	SM	140	8	90		8	10						
1J	E	DB	300				8	20	8	80				
3J	E	BK	250				8,5	80	8,5	10			8,5	10
5J	D-E	BK	250	7	20		6	60					7	20
1L	A	DB	150						2	100				
2L	A	DB	150						2	100				
3L	C	OL	90	4,5	20		5	20					5	60
1U	A	SM	100						1	100				
3U	B	SM	100	3	50		2	30					3	20
5U	C	SM	120	4	40		3	40					3	20
1V	B	DB	160						3	90	3	10		
2V	B	DB	160						3	90	3	10		
3V	A	SM	110	2	70		4	20			3	5	3	5
3V	A	BK	130	2	20		4	60	4	20				
3V	A	DB	120						4	90	3	10		
4V	A	SM	110	2	70		4	20			2	5	2	5
4V	A	BK	130	2	20		4	60	4	20				
4V	A	DB	120						4	90	2	10		
5V	A	BK	130	2	20		4	60	4	20				

5V	A	SM	120	2	70		4	20		2	5	2	5
6V	A	BK	130	2	20		4	60	4	20			
6V	A	SM	120	2	70		4	20		2	5	3	5
7V	C	SM	130	3	85		6	7			5	4	5
8V	D	SM	130	7	90		7	10					4
0O	C	BO	130			3,5	85		5,5	10	4,5	5	
1O	B	DB	160						5	90	5	10	
2O	B	DB	160						4	90	5	10	
3O	B	SM	110	4	70		5	20		5	5	5	5
3O	B	BK	130	4	20		5	60	3	20			
3O	B	DB	120						3	90	4	10	
4O	B	SM	110	3	70		4	20		4	5	4	5
4O	B	DB	120						4	90	4	10	
5O	B	SM	120	3	70		5	20		4	5	4	5
6O	B	SM	120	3	70		6	20		4	5	4	5
7O	B	SM	130	3	70		5	20		5	5	5	5
0P	D	BO	130			6	70		6	20		6	10
1P	C	BO	120			4,5	70		4,5	20	4	5	4
2P	C	BO	120			4,5	70		5,5	20	5	5	6
4P	C	SM	110	5	70		5,5	20		5	5	5,5	5
4P	C	DB	120				5,5	10	5,5	70	5	20	
5P	B	SM	120	4	70		6	20		5	5	5	5
6P	B (C)	SM	120	4	70		6	20		5	5	5	5
7P	C	SM	130	5	85		7	7			6,5	4	5
0Q	D	BO	120			8,5	85		8	10	9	5	
1Q	D	BO	120			6	80		7,5	20			
2Q	D	BO	120			6	80		7,5	20			
4Q	D	BO	120			6	80		7,5	20			
5Q	C	SM	100	6,5	70		8	20		7	5	7	5
5Q	C	BO	120			6	80		7,5	20			
6Q	C	SM	120	6,5	70		7	20		7	5	7	5
7Q	D	SM	130	7	90		8	10					
8Q	D	SM	120	8	90		8	10					
0T	D-E	BO	120			5	95		5	5			
7T	D	SM	120	7	90		7	10					
8T	E	SM	120	-9	90		9	10					
0G	C	BO	120			5	95		5	5			
3G	C	SM	110	4	85		7	7			4,5	4	5
4G	C	SM	110	3,5	85		5	7			3,5	4	5
5G	C	SM	110	3,5	85		5	7			3	4	5
6G	C	SM	120	4	85		5	7			4	4	5
7G	C	SM	120	4	85		5	7			5	4	5
8G	D	SM	120	5	90		5	10					
0R	E	BO	120			-9	95		9	5			
4R	C	SM	110	4	85		4	7			4	4	5
5R	D	SM	120	8	90		8	10					
6R	C	SM	120	4	85		4	7			4	4	5
7R	D	SM	120	7	90		7	10					
8R	E	SM	120	-9	90		9	10					

Vysvětlivky/Captions:

ozn. = označení SLT/ecosite classes

IH = intenzita hospodaření/ intensity management

CH = cílové hospodářství/target management

DO = doba obmětní/rotation period

Tab. 3.

Celkový potenciální průměrný přírůstek hodnotový (CPPH) podle souborů lesních typů (SLT) [Kč/ha]

The total potential mean value increment (TPMVI) according to ecosite classes (EC) [CZK/ha]

Intenzita hospodaření - A/Intensity of management - A		
SLT/EC	CH/tree species	CPPH/TPMVI
1U	DB	12 358
1L	DB	9 394
2L	DB	9 394
4D	SM	8 688
4V	SM	8 553
3V	SM	8 501
6B	SM	8 243
5D	SM	8 243
6D	SM	8 243
5B	SM	8 222
5V	SM	8 112
6V	SM	8 086
3H	SM	8 081
4H	SM	8 057
3B	SM	8 057
4B	SM	8 057
5S	SM	7 668
6B	BK	7 588
4D	BK	7 588
5D	BK	7 588
6D	BK	7 588
6H	SM	7 537
5S	BK	7 443
3H	BK	7 443
4H	BK	7 443
5H	BK	7 443
3B	BK	7 443
4B	BK	7 443
6S	SM	7 389
3V	BK	6 919
4V	BK	6 919
5V	BK	6 919
6V	BK	6 919
4V	DB	6 872
3V	DB	6 830
6H	BK	6 774
6S	BK	6 266
5H	SM	5 400

Intenzita hospodaření - C/Intensity of management - C		
SLT/EC	CH/tree species	CPPH/TPMVI
5A	SM	7 440
5G	SM	7 381
4G	SM	7 371
4F	SM	7 154
7V	SM	7 137
4R	SM	7 112
5F	SM	7 088
6F	SM	7 088
3G	SM	6 988
6A	SM	6 808
5W	SM	6 715

Intenzita hospodaření - B/Intensity of management - B		
SLT/EC	CH/tree species	CPPH/TPMVI
3O	DB	8 103
3D	SM	7 668
4O	SM	7 483
3D	BK	7 477
3U	SM	7 383
4S	BK	7 338
5O	SM	7 033
6O	SM	6 920
7O	SM	6 893
4O	DB	6 865
2H	DB	6 785
1V	DB	6 750
2V	DB	6 750
4S	SM	6 670
3S	BK	6 669
3O	BK	6 631
3S	SM	6 536
3O	SM	6 393
4K	BK	6 018
4I	BK	6 018
5P	SM	5 921
4K	SM	5 823
4I	SM	5 823
7B	SM	5 777
1D	DB	5 730
2D	DB	5 730
2O	DB	5 698
5I	BK	5 588
5K	SM	5 538
5I	SM	5 538
6I	SM	5 472
6I	BK	5 285
5K	BK	5 152
2B	DB	5 124
1H	DB	4 999
1B	DB	4 437
1O	DB	4 276

Intenzita hospodaření - C/Intensity of management - C		
SLT/EC	CH/tree species	CPPH/TPMVI
1S	BO	4 413
6K	BK	4 345
2P	BO	4 292
8K	SM	4 273
6Q	SM	4 265
8S	SM	4 239
1P	BO	4 121
1I	DB	3 954
2K	DB	3 904
0G	BO	3 880
6M	SM	3 729

6R	SM	6 694
6G	SM	6 659
7G	SM	6 640
5U	SM	6 398
3W	BK	6 339
4F	BK	6 203
3F	SM	6 190
5F	BK	6 045
6F	BK	6 045
6P	SM	5 921
3F	BK	5 830
4W	BK	5 830
5W	BK	5 830
3L	OL	5 508
4P	SM	5 389
7P	SM	5 344
2S	DB	5 336
5A	BK	5 209
3I	SM	5 132
6A	BK	4 987
6K	SM	4 857
1S	DB	4 854
7S	SM	4 784
3I	BK	4 771
3K	BK	4 717
4P	DB	4 607
5Q	SM	4 574
7K	SM	4 520
0O	BO	4 509
2S	BO	4 482
2W	DB	4 442
2I	DB	4 424

Intenzita hospodaření - D/Intensity of management - D

SLT/EC	CH/tree species	CPPH/TPMVI
4A	SM	7 025
3A	SM	6 099
4A	BK	5 849
8G	SM	5 765
3A	BK	5 563
5C	BK	5 504
4C	BK	5 299
7F	SM	5 219
5N	SM	5 168
4N	BK	4 947
4N	SM	4 902
6N	SM	4 851
3N	SM	4 846
3N	BK	4 675
3C	BK	4 675
5N	BK	4 594
6N	BK	4 341
8V	SM	4 303
7T	SM	4 288
7R	SM	4 288
7Q	SM	4 254
4C	BO	3 970
7N	SM	3 950

7M	SM	3 690
2I	BO	3 648
3K	BO	3 373
2K	BO	3 356
1I	BO	3 356
3I	BO	3 305
1M	BO	3 269
1K	DB	3 266
5Q	BO	2 988
6M	BK	2 982
0K	BO	2 637
1K	BO	2 560

Intenzita hospodaření - D/Intensity of management - D

SLT/EC	CH/tree species	CPPH/TPMVI
0N	BO	2 952
1Q	BO	2 949
2Q	BO	2 949
4Q	BO	2 949
4M	BO	2 856
3M	DB	2 833
1C	BO	2 806
2M	BO	2 429
3M	BO	2 429
0Q	BO	1 931
0M	BO	1 734

Intenzita hospodaření - E/Intensity of management - E

SLT/EC	CH/tree species	CPPH/TPMVI
8F	SM	3 626
8N	SM	3 581
8A	SM	3 090
0T	BO	2 978
0C	BO	2 449
8T	SM	2 316
8R	SM	2 316
5J	BK	1 903
6Y	SM	1 625
5Y	SM	1 447
7Y	SM	1 421
8Y	SM	1 421
3J	BK	1 284
7Z	SM	1 202
1J	DB	1 148
4Y	BO	1 108
0R	BO	1 049
8Z	SM	1 017
1X	DB	964
3Y	BO	954
2Z	DB	769
1Z	DB	748
0Y	BO	638
0Z	BO	501

2A	DB	3 921
1A	DB	3 909
2N	DB	3 880
2C	DB	3 880
8Q	SM	3 694
5R	SM	3 694
5M	BK	3 543
3N	BO	3 504
8M	SM	3 449
1N	DB	3 438
0P	BO	3 352
4N	BO	3 346
3C	BO	3 346
2N	BO	3 296
4M	DB	3 214
1C	DB	3 214
2C	BO	3 177

Na základě těchto vstupů byly pro zmíněné hospodářské dřeviny a pro jejich výčetní tloušťku vykalkulovány ceny a na jejich základě následně ocenění stojící zásoby.

Metodický postup analýzy celkového potenciálního průměrného přírůstu hodnotového (CPPH) byl převzat ze závěrečné zprávy projektu GS LČR, s. p., „Modely efektivnosti hospodaření organizačních jednotek LČR“ (PULKRAB 2010).

DISKUSE

Aktualizovaná výše produkčního potenciálu přiřazená k současným intenzitám hospodaření je patrná z tab. 3 a 4. V tab. 4 jsou číselně uvedeny hodnoty přepočteného celkového potenciálního průměrného přírůstu hodnotového (CPPH), barevně odlišení jednotlivých intenzit je převzato z práce Ing. Plívy (Plíva 2000). Z tabulek je patrné, že za uplynulé období došlo v mnoha případech ke značnému posunu a díky detailní analýze výnosů k mnohem větší diferenciaci zjištěného celkového potenciálního průměrného přírůstu hodnotového. Tato skutečnost má velmi vážné dopady zejména při volbě optimálních hospodářských opatření, která se týkají hlavně pěstební činnosti. Předběžné kalkulace ukazují, že přímé náklady na pěstební činnost se mohou v současné době pohybovat v rozpětí cca 40 až 250 tis. Kč/ha. Volba intenzity hospodaření (tj. hospodářských opatření) má tedy na efektivnost obhospodařování lesních porostů zcela zásadní dopad.

ZÁVĚR

Základní postulát ekonomické teorie říká, že produkční faktory – práce, půda a kapitál – by měly být alokovány do hospodářských aktivit (tedy i lesní výroby) až do momentu, kdy očekávaná míra výnosnosti bude stejná nebo vyšší než při alternativních investičních variantách.

To také např. znamená, že na stanovištích s nižším produkčním potenciálem lze doporučit hospodaření s nižšími vstupy (nižší intenzitou), zatímco na stanovištích s vyšším produkčním potenciálem s intenzitou mnohem vyšší. Tento prvotní předpoklad efektivního obhospodařování lesa je v přímém rozporu s přetrvávající praxí mnoha vlastníků a manažerů, která vychází z předpokladu, že ztrátové hospodaření některých lesních porostů (nebo i oblastí) bude saturováno přerostem z jednotek, kde je hospodaření ziskové (lapidárně řečeno: na bohatších stanovištích si „příroda pomůže sama“).

Současně je však potřeba respektovat i ekologický potenciál, pro který je možno využít práce Ing. Plívy. To vyžaduje úpravu jednotlivých intenzit hospodaření tak, aby respektovaly rovnoměrně oba dva faktory. Začlenění PP do jednotlivých stupňů v původní práci Ing. Plívy je provedeno uměle, obdobným způsobem bude vhodné postupovat i v současné době a upravit tabulku jednotlivých intenzit na základě nově vypočítaného CPPH.

Poděkování:

Príspevek byl zpracován v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QI92A197 „Ekonomická a sociálně-ekonomická efektivnost a perspektivy existence a pěstování lesa nízkého v měnících se přírodních a společenských podmínkách ČR“ a v rámci řešení projektu GS LČR, s. p., „Modely efektivnosti hospodaření organizačních jednotek LČR“.

LITERATURA

- ČERNÝ M. et al. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy, Ústav pro výzkum lesních ekosystémů: 245 s.
- LESPROJEKT 1981. Růstové tabulky (Schwappachovy). Brandýs nad Labem.
- PAŘEZ J. 1987a. Sortimentální tabulky pro smrkové a borové porosty různé kvality. Lesnictví, 33: 919-944.
- PAŘEZ J. 1987b. Sortimentální tabulky pro bukové a dubové porosty s kmeny různé kvality. Lesnictví, 33: 1075-1090.
- PLÍVA K. 2000. Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souboru lesních typů. Brandýs nad Labem, ÚHUL: 34 s., příl.
- PULKRAB K. et al. 2010. Modely efektivnosti hospodaření organizačních jednotek LČR. Praha, ČZU v Praze, FLD.

Tab. 4.

Potenciální celkový průměrný přírůstek hodnotový (CPPH) podle souborů lesních typů (SLT) v ekologické síti typologického systému [tis. Kč/ha/rok]
 Total potential mean value increment (TPMVI) by ecosite classes (EC) in the ecological network of typology system [thousands CZK/ha/year]

SOUBORY LESNÍCH TYPŮ/ECOSITE CLASSES																												
	přechodná transitional			extrémní extreme		exponovaná exposed					kyselá acid				živná nutritious				oglejená gleyed					podmačená waterlogged			lužní alluvial	
	W	C	X	Z	Y	J	A	F	N	M	K	I	S	B	H	D	V	O	P	Q	T	G	R	L	U			
9 kleč	intenzita hospodaření A intensity management A																											
	intenzita hospodaření B intensity management B																											
8 SM	intenzita hospodaření C intensity management C																											
	intenzita hospodaření D intensity management D			SM 1,0	SM 1,4		SM 3,1	SM 3,6	SM 3,6	SM 3,4	SM 4,3		SM 4,2				SM 4,3			SM 3,7	SM 2,3	SM 5,8	SM 2,3					
7 bkSM	intenzita hospodaření E intensity management E			SM 1,2	SM 1,4			SM 5,2	SM 4,0	SM 3,7	SM 4,5		SM 4,8	SM 5,8			SM 7,1	SM 6,9	SM 5,3	SM 4,3	SM 4,3	SM 6,6	SM 4,3					
6 smBK					SM 1,6		SM 6,8 BK 5,0	SM 7,1 BK 6,0	SM 4,9 BK 4,3	BK 3,0 SM 3,7	BK 4,3 SM 4,9	BK 5,3 SM 5,5	SM 7,4 BK 6,3	BK 7,6 SM 8,2	BK 6,8 SM 7,5	BK 7,6 SM 8,2	BK 6,9 SM 8,1	SM 6,9	SM 6,0	SM 4,3		SM 6,7	SM 6,7					
5 jdBK	SM 6,7 BK 5,8	BK 5,5			SM 1,4	BK 1,9	SM 7,4 BK 5,2	SM 7,1 BK 6,0	SM 5,2 BK 4,6	BK 3,5	BK 5,2 SM 5,5	BK 5,6 SM 5,5	SM 7,7 BK 7,4	SM 8,2	BK 7,4 SM 5,4	BK 7,6 SM 8,2	BK 6,9 SM 8,1	SM 7,0	SM 6,0	SM 4,6 BO 3,0		SM 7,4	SM 3,7					
4 BK	BK 5,8	BK 5,3 BO 4,0			BO 1,1		SM 7,0 BK 5,8	SM 7,2 BK 6,2	BO 3,3 SM 4,9 BK 4,9	BO 2,9 DB 3,2	SM 5,8 BK 6,0	BK 6,0 SM 5,8	BK 7,3 SM 6,7	BK 7,4 SM 8,1	BK 7,4 SM 8,1	BK 7,6 SM 8,7	SM 8,6 BK 6,9 DB 6,9	SM 7,5 DB 6,9 DB 4,6	SM 5,4 DB 4,6	BO 2,9		SM 7,4	SM 7,1		SM 6,4			
3 dbBK	BK 6,3	BK 4,7 BO 3,3			BO 1,0	BK 1,3	SM 6,1 BK 5,6	SM 6,2 BK 5,8	BO 3,5 SM 4,8 BK 4,7	BO 2,4 DB 2,8	BO 3,4 BK 4,7	BO 3,3 SM 5,1 BK 4,8	BK 6,7 SM 6,5	BK 7,4 SM 8,1	BK 7,4 SM 8,1	BK 7,5 SM 7,7	SM 8,5 BK 6,9 DB 6,8	SM 6,4 BK 6,6 DB 8,1				SM 7,0		OL 5,5	SM 7,4			
2 bkDB	DB 4,4	BO 3,2 DB 3,9		DB 0,8			DB 3,9		BO 3,3 DB 3,9	BO 2,4 DB 2,8	BO 3,4 DB 3,9	BO 3,6 DB 4,4	BO 4,5 DB 5,3	DB 5,1	DB 6,8	DB 5,7	DB 6,8	DB 5,7	BO 4,3	BO 2,9				DB 9,4				
1 DB		BO 2,8 DB 3,2	DB 1,0	DB 0,7		DB 1,1	DB 3,9		BO 3,0 DB 3,4	BO 3,3	BO 2,6 DB 3,3	BO 3,4 DB 4,0	BO 4,4 DB 4,9	DB 4,4	DB 5,0	DB 5,7	DB 6,8	DB 4,3	BO 4,1	BO 2,9				DB 9,4	SM 12,4			
0 BOR		BO 2,4		BO 0,5	BO 0,6				BO 3,0	BO 1,7	BO 2,6							BO 4,5	BO 3,4	BO 1,9	BO 3,0	BO 3,9	BO 1,0					

POTENTIAL INTENSITY OF MANAGEMENT

SUMMARY

The article informs about production potential of forest production, sorted by ecosite classes, intensity of management and target management. It is based on the work of K. Plíva (Plíva 2000) who elaborated methodical procedures to use ecosite classes for differentiation of forest management in accordance with the conception of sustainable management and its effectiveness. In this case, it associates ecosite classes with the intensity and targets of management.

The value of potential production of the target composition (production potential – PP) was compared with the degree of ecological functions' importance of the respective ecosystem (ecological potential – EP) and as a result, six degrees of intensity of management (IM) were created and, in the frames of which, several types of target management (in accordance with the natural condition characteristics and the main target tree).

Table 4 presents total potential mean value increments (TPMVI) by ecosite classes (EC) in the ecological network of typology system, from which it is apparent that the total mean value increment might range from 500 CZK/ha/year (E grade of management intensity) to 12,400 CZK/ha/year (A grade management intensity).

As it is stated in the article, the choice of management intensity (i. e. management measures) therefore essentially influences the effectiveness of the forest stand management. Intensity of management is also strongly linked to direct costs of silvicultural operations, amounting to 40 – 250 thousands CZK/ha according to recent calculations. As a result, management with lower inputs (lower intensity) would be recommended for stands with lower production potential, while higher intensity management would be appropriate for stands with higher production potential. This primary prerequisite of effective forest management sharply contradicts the persisting practice of many owners and managers, being led by false assumption that unprofitable management of some forest stands (or even areas) might be compensated by reallocation from profitable stands (as it is simply said: “at richer stands, Mother Nature can help herself”).

Recenzováno

ADRESA AUTORŮ/CORRESPONDING AUTHORS:

Ing. Roman Sloup, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, Česká republika
tel.: 224 383 704; e-mail: sloup@fld.czu.cz

prof. Ing. Karel Pulkrab, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, Česká republika
tel.: 224 383 704; e-mail: pulkrab@fld.czu.cz

POKYNY PRO ZPRACOVÁNÍ PŘÍSPĚVKŮ DO ZPRÁV LESNICKÉHO VÝZKUMU

Zprávy lesnického výzkumu jsou recenzovaným vědeckým časopisem, který přináší informace pro lesnickou vědu a praxi. Uveřejňuje výsledky výzkumu vztahující se k lesnímu hospodářství, lesním ekosystémům a naplňování funkcí lesa. Náplň časopisu tvoří původní vědecké práce a krátká odborná sdělení v českém nebo slovenském jazyce s anglickým doprovodem (abstrakt, klíčová slova, souhrn, popisky tabulek a obrázků). Příležitostně jsou zařazovány rozborů literatury k aktuálním tématům (review). Časopis je řízen ediční radou.

Maximálně jednou ročně vydávané Zprávy lesnického výzkumu Special obsahují příspěvky z vědeckých konferencí či příspěvky odborníků z jiných institucí zaměřené k určitému tématu. Ediční rada v takových případech může spolupracovat s hostujícím editorem, na jehož výzvu autoři přispívají do tohoto čísla.

Zasílání a zpracování příspěvků

Redakce přijímá rukopisy na e-mailové adrese valentova@vulhmop.cz. Autoři navrhnou 3 potenciální recenzenty včetně adresy, telefonu a e-mailu. Uvedení e-mailu recenzenta je povinné. Výkonný redaktor dbá na dodržení zásady recenze experty v daném oboru (peer review) a zachování anonymity recenzentů. Výkonný redaktor potvrzuje obdržení rukopisu příspěvku korespondenčním autorovi.

Předložené příspěvky jsou zasílány k posouzení dvěma recenzentům. Na základě recenzních posudků je článek buď přijat, nebo vrácen autorovi k úpravám. V případě rozporného hodnocení je příspěvek postoupen dalšímu recenzentovi. Autoři mají na dodatečné úpravy rukopisu po recenzi nejvýše 2 týdny. Výkonný redaktor informuje autory o přijetí nebo zamítnutí příspěvku. Přijaté příspěvky jsou před tiskem zaslány korespondenčnímu autorovi ke korektuře.

Požadavky na úpravu rukopisu

Předkládaný vědecký článek musí odpovídat zaměření časopisu a musí být členěn na úvod, materiál a metodiku, výsledky, diskusi, závěr a literaturu. Autor článku doplní anglickým abstraktem sestávajícím z jednoho odstavce o rozsahu 150 – 200 slov. Abstrakt shrnuje cíl, metody, výsledky a závěry prezentované v původním dokumentu (ČSN ISO 214 „Dokumentace – Abstrakty pro publikace a dokumentaci“. Autoři doplní abstrakt nejvýše 10 klíčovými slovy v češtině a angličtině. Rukopis musí být doplněn také anglickým souhrnem (summary) obsahujícím stručný popis problematiky, cíle práce, materiálu a metodiky, výsledků a závěrů práce. V anglickém souhrnu vyžaduje redakce uvedení odkazů na tabulky a obrázky. Při nedostatečné úrovni odborného textu v angličtině bude rukopis autorům vrácen k přepracování.

Celkový rozsah příspěvku by neměl překročit 30 stran v požadované úpravě včetně tabulek a obrázků. Text musí být zpracován v editoru MS Word (okraje 2,5 cm, Times New Roman 12, řádkování dvojité, bez dělení slov a se zarovnáním vlevo). Stránky a rovněž řádky musí být průběžně číslovány. Rukopis je žádoucí upravit dle normy ČSN 01 6910 „Úprava písemností zpracovaných textovými editory“. Tabulky a obrázky musí mít kromě dvojazyčného názvu i vnitřní popisky v obou jazycích nebo vysvětlivky za popisky. Obrázky je třeba dodat v samostatných souborech (formáty GIF, JPG, TIF, EPS s rozlišením nejméně 300 dpi při reprodukci 1:1). Grafy vytvořené v programu MS EXCEL je třeba dodat jako zdrojový soubor v tomto programu. Tabulky musí být psány stejným typem písma jako text rukopisu a ohraničení čarami je přípustné pouze mezi řádky tabulky. Tabulky a obrázky se dodávají na samostatných listech za hlavním textem rukopisu včetně příslušných popisek. Odkazy na obrázky a tabulky je třeba v textu rukopisu vyznačit.

Seznam citované literatury musí obsahovat všechny práce citované v rukopisu. Citace se řadí abecedně, zpravidla podle příjmení prvního autora, eventuálně podle korporace či prvního slova z názvu dokumentu. V případě více citací jednoho autora se záznamy řadí vzestupně podle roku vydání. Práce autora vydané v témže roce se rozliší malými písmeny. Citace zdrojových dokumentů se uvádějí v plném znění, bez zkratk.

Odborné sdělení je příspěvek obsahující aktuální a významné informace pro lesnickou vědu nebo praxi, nicméně není určen k publikaci předběžných výsledků vědeckých experimentů. Celkový rozsah odborného sdělení by neměl přesáhnout 10 stran při dvojitěm řádkování textu (2 500 slov). Struktura vědeckého článku nemusí být dodržena, např. vhodné je sloučení výsledků a diskuse. Příspěvek by měl obsahovat maximálně dvě tabulky nebo dva obrázky a alespoň pět citovaných prací v seznamu literatury. Text, tabulky a obrázky musí být zpracovány podle pokynů uvedených výše. Tyto příspěvky jsou rovněž zasílány k recenzím.

Vzor citací literatury

Citace knihy

ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P. et al. 2001. Dřeviny České republiky. Písek, Matice lesnická: 333 s.

Citace článku v periodiku

VALINGER E., ELFVING B., MÖRLING T. 2000. Twelve-year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilization. Forest Ecology and Management, 134: 45-53.

Citace příspěvku ve sborníku

BUČEK A., JELÍNEK P. 2006. Lesy v ekologické síti. In: Neuhöferová P. (ed.): Zvýšení podílu přírodně blízké porostní složky lesů se zvláštním statutem ochrany. Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy, 25. května 2006. Brno, MZLU; Praha, ČZU: 71-76.

Citace on-line dokumentu

Zpráva. 2009. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2009. [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 177 s. [cit. 12. listopadu 2010]. Dostupné na World Wide Web: <http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/publikace-a-dokumenty/lesnictvi/zprava-o-stavu-lesa-a-lesního-1.html>.

Ukázky odkazů na citovanou literaturu v textu rukopisu

V literatuře (MAYER 1968; MOHR, SCHORI 1999) se uvádí, že...

HAMMAT (1999) popisuje...

SPECIAL / 2011



WWW.VULHM.CZ