

## PROSPERITA PIONÝRSKÝCH LISTNATÝCH DŘEVIN A SMRKU V HORSKÝCH PODMÍNKÁCH

### PROSPERITY OF PIONEER BROADLEAVES AND SPRUCE UNDER MOUNTAIN CONDITIONS

VRATISLAV BALCAR<sup>1</sup> - DUŠAN KACÁLEK<sup>1</sup> - ONDŘEJ ŠPULÁK<sup>1</sup> - IVAN KUNEŠ<sup>2</sup> - DAVID DUŠEK<sup>1</sup> - MARTIN BALÁŠ<sup>2</sup> - JIŘÍ NOVÁK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

<sup>2</sup>Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, Praha

#### ABSTRACT

Large area of spruce forest had declined in the summit parts of Czech mountains before air pollution load was reduced in the 1990s. To restore forest, clear-cuts were planted with exotic coniferous species (blue spruce prevailed). Later, decreased air pollution load allowed planting Norway spruce and autochthonous broadleaves. However, the broadleaved plantations often failed (microclimate, game, mice), mainly those consisting of target species, such as European beech and sycamore maple. Therefore, diversification of pure coniferous stands in terms of tree species composition is still highly desirable. Silver birch, Carpathian birch, Silesian willow, European aspen and rowan plantations are native pioneer species potentially applicable to diversification or conversion of coniferous stands under conditions of harsh environment of the Jizerské hory Mts., Northern Bohemia. In addition to broadleaves, Norway spruce was also planted within the experiment. The species mean heights were compared using the mean heights reached in the 14th year after planting. Carpathian birch performs the best having significantly greater mean height (244 – 253 cm) and high survival (78 – 94%). Silver birch has similar height (235 – 273 cm) though its survival is much lower (ca 25%). Both birches have comparable height with Norway spruce (221 – 287 cm). As for mean height, these three species differ significantly ( $p = 0.05$ ) from the other broadleaves (rowan, aspen and willow). Silesian willow is of lesser importance to create productive stands, however the species is able to survive (78 – 90%) well at the high altitude (975 m a. s. l.).

**Klíčová slova:** pionýrské listnáče, smrk ztepilý, umělá obnova, bývalá imisní holina, Jizerské hory

**Key words:** pioneer broadleaves, Norway spruce, artificial regeneration, formerly air-polluted area, Jizerské hory Mts.

#### ÚVOD

Jizerské hory patří mezi pohoří, jejichž lesy byly těžce poškozeny imisní zátěží (VACEK et al. 2003). Škodliviny zde v 70. a 80. letech minulého století rozvrátily lesní porosty na rozsáhlých územích o celkové výměře asi 12 000 ha (BALCAR 1998). Po odeznění akutní imisní kalamity byla většina holin v průběhu 90. let 20. století díky úsilí lesnického provozu znovu zalesněna. Nová generace porostů je však opět dominantně jehličnatá, ve vyšší míře se při obnově uplatnil smrk ztepilý, z introdukovaných dřevin pak smrk pichlavý. Nicméně tyto mladé, převážně smrkové porosty potřebují diverzifikaci, a to nejen strukturní a věkovou, ale také druhovou (HUŠEK 1999, BŘEZINA et al. 1997). Vnášení dřevinných druhů obohacujících smrkové lesní porosty je však v podmínkách vrcholového plató obtížné a na mnoha místech v minulosti selhalo. Cílové listnáče jsou citlivější vůči klimatu a mají větší nároky na půdní chemismus (SLODIČÁK et al. 2005); navíc bývají zvýšenou měrou poškozovány spárkatou zvěří. Je zde rovněž značné riziko poškození myšovitými hlodavci (FLOUSEK 1999). Poškození myšovitými bylo doloženo i na sazenicích jeřábu (EL-KATEB et al. 2004) a břízy bělokoré (HEROLDOVÁ et al. 2008).

Pionýrské dřeviny horských poloh (bříza, jeřáb, olše, osika, aj.) svým charakterem lépe snášejí mikroklimatické podmínky holin. Jak dokládají práce některých autorů, jako přípravné porosty mohou prospívat úpravou půdního chemismu (PODRÁZSKÝ et al. 2005, ULBRICOVÁ et al. 2005) i předpokládaným krytem výsadby cílových dřevin. U vybraných pionýrských dřevin zvláště v nižších polohách je popisován i jejich nezanedbatelný produkční význam z hlediska akumulace biomasy. Akumulací biomasy v porostech jeřábu a břízy v horských podmínkách se zabývali např. VACEK (1992), MORAVČÍK a PODRÁZSKÝ (1992, 1993) a VACEK et al. (1995). Na holinách tak pionýrské dřeviny mohou vytvářet významnou alternativu k výsadbě jehličnanů zejména tam, kde je žádána úprava půdy pro vnášení cílových dřevin. Z hlediska zvýšení biodiverzity je žádoucí i jejich zastoupení v cílové druhové skladbě porostů. Ve vyšších horských polohách mezi ně patří např. bříza, jeřáb a olše (MZE 1997).

V rámci našeho výzkumu jsme se zaměřili na hodnocení prosperity pěti druhů pionýrských listnatých dřevin v podmínkách vrcholových partií hor včetně posouzení, jak testované listnáče prosperují ve srovnání se smrkem ztepilým v prostředí bývalé imisní holiny.

## MATERIÁL A METODIKA

Ve vrcholové části Středního Jizerského hřebene, odlesněného v důsledku likvidace imisní kalamity na počátku 90. let minulého století, byly založeny experimentální výsadby listnatých dřevin: břízy karpatské (*Betula carpatica* WILLD.) a bělokoré (*Betula pendula* ROTH) v roce 1993 a topolu osiky (*Populus tremula* L.), jeřábu ptačího olýsalého (*Sorbus aucuparia glabrata* CAJANDER) a vrby slezské (*Salix silesiaca* WILLD.) v roce 1996. Výsadba smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) KARST.), který pro účely naší studie slouží jako srovnávací dřevina, byla založena ve stejném roce jako výsadby bříz. Pro výsadby byly použity zejména prostokořenné sazenice. Pouze v případě břízy bělokoré se jednalo o sadební materiál krytokořenný - Nisula (tab. 1). Všechny dřeviny byly vysazeny na nesmíšených parcelách o výměře 100 m<sup>2</sup> v pravidelném sponu 2 x 1 m (tj. iniciální počet ca 50 jedinců) ve třech opakováních (obr. 1). Výsadby se nachází v horní části rozsáhlého demonstračního objektu Jizerka (BALCAR, PODRÁZSKÝ 1994) v nadmořské výšce zhruba 975 m n. m. na stanovišti řazeném do souboru lesních typů kyselá smrčina (8K). Vrchol hřebene představuje plochý, mírně k jihozápadu skloněný terén. Převažujícím půdním typem vyvinutým na zvětralíně biotitického granodioritu jsou podzoly s významnou akumulací humusu. Půdy vrcholového plató jsou seznámě pod vlivem vysoké hladiny podzemní vody.

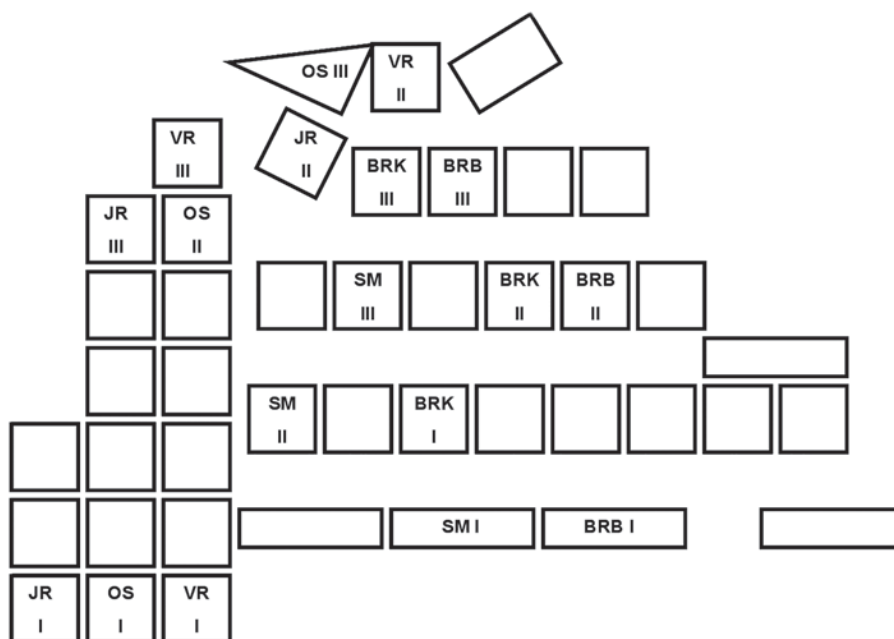
Dřeviny jsou od založení každoročně měřeny a je sledován jejich zdravotní stav. Základními hodnocenými charakteristikami prosperity bylo procento přežívajících jedinců a vývoj průměrné výšky

v rámci jednotlivých opakování. Každoročně zaznamenávané výšky výsadeb byly při měření porovnávány s hodnotami dosaženými v předchozím roce. V případě, že výška jedince v aktuálním roce měření byla z jakýchkoliv důvodů (např. mechanické poškození) nižší než výška dosažená v předchozím období, byla za účelem eliminace efektu „záporného přírůstu“ do výpočtu zahrnuta dřive dosažená vyšší hodnota.

Procento přežívajících jedinců bylo vypočteno jako počet prokazatelně přítomných živých jedinců v jednotlivých letech v poměru k iniciálnímu počtu jedinců v roce výsadby. Porovnání výškového růstu jednotlivých dřevin mezi sebou bylo z důvodu různého věku provedeno na základě průměrných výšek dosažených dřevinami ve čtrnáctém roce od výsadby, tj. v roce 2006 pro břízu se smrkem a v roce 2009 pro osiku, vrbu a jeřáb. Statistické porovnání bylo zpracováno v programu NCSS aplikací hierarchické analýzy rozptylu (ZAR 2009) na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

## VÝSLEDKY

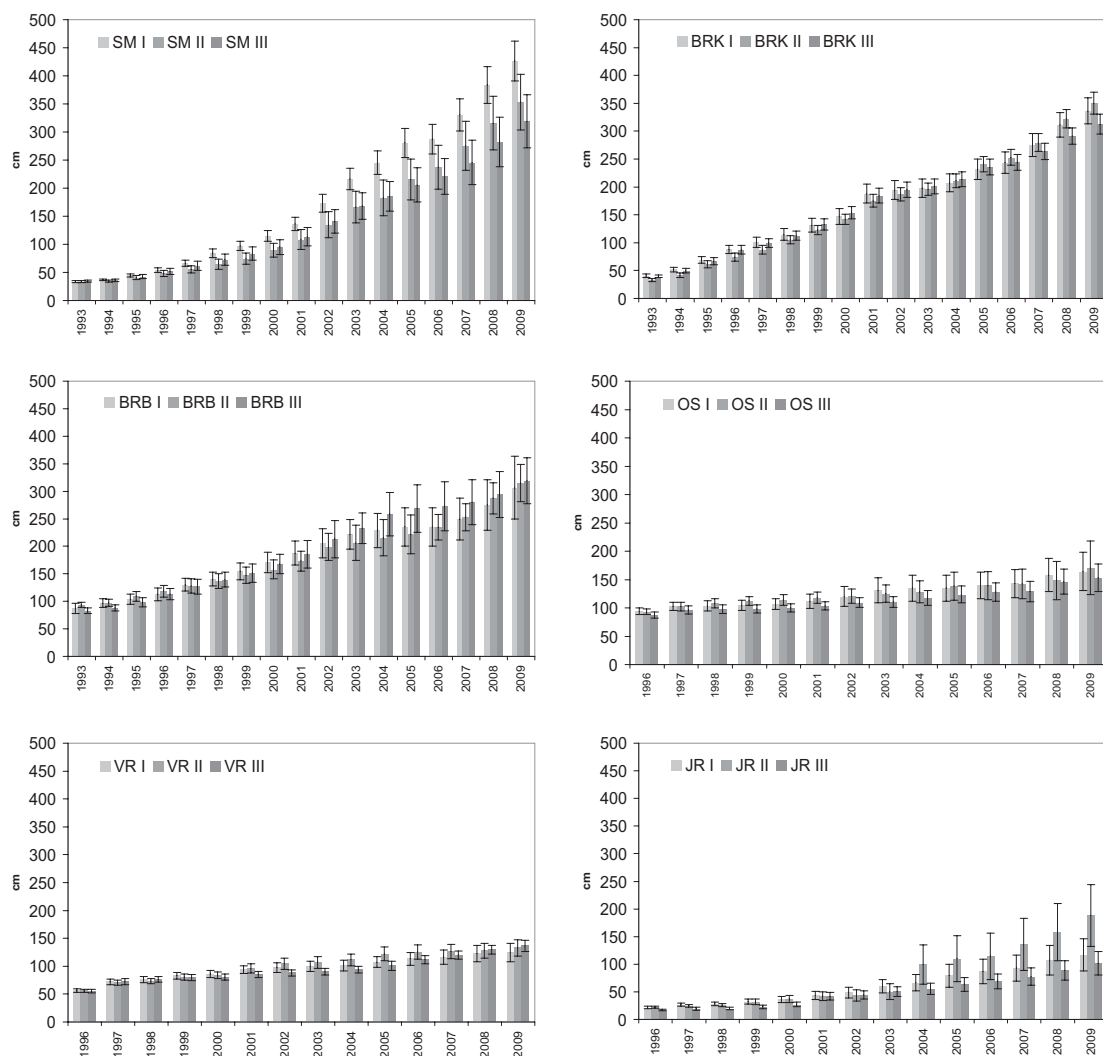
Obě břízy se v průběhu sledovaného období vzájemně výrazně lišily mortalitou. Z výsadby břízy bělokoré přeživalo na jednotlivých parcelách v roce 2006 25 – 30 % z původního výsadbového počtu, zatímco u břízy karpatské to bylo 78 – 94 % (tab. 2). Nejvyšší mortalita u břízy bělokoré byla zaznamenána v prvních 4 letech po výsadbě; k dalšímu poklesu procenta přežívajících jedinců došlo i mezi lety 2006/09 (na 25 – 26 %). U břízy karpatské v tomto obdo-



Obr. 1.

Uspořádání hodnocených experimentálních výsadeb smrku a pionýrských listnáčů s trojím opakováním (I, II, III) na výzkumné ploše Jizerka. Jednotlivé parcely mají výměru 1 ar. Vysvětlivky: JR – jeřáb ptačí; OS – topol osika; VR – vrba slezská; BRK – bříza karpatská; BRB – bříza bělokorá; SM – smrk ztepilý. Prázdné parcely reprezentují výsadby, které nebyly v rámci studie hodnoceny.

Design of three-times replicated (I, II, III) experimental plantations of spruce and pioneer broadleaves. Experimental plots represent area of 1 are. Captions: JR – rowan; OS – European aspen; VR – Silesian willow; BRK – Carpathian birch; BRB – silver birch; SM – Norway spruce. Blank patches denote the other experimental plantations which are not relevant to the study.



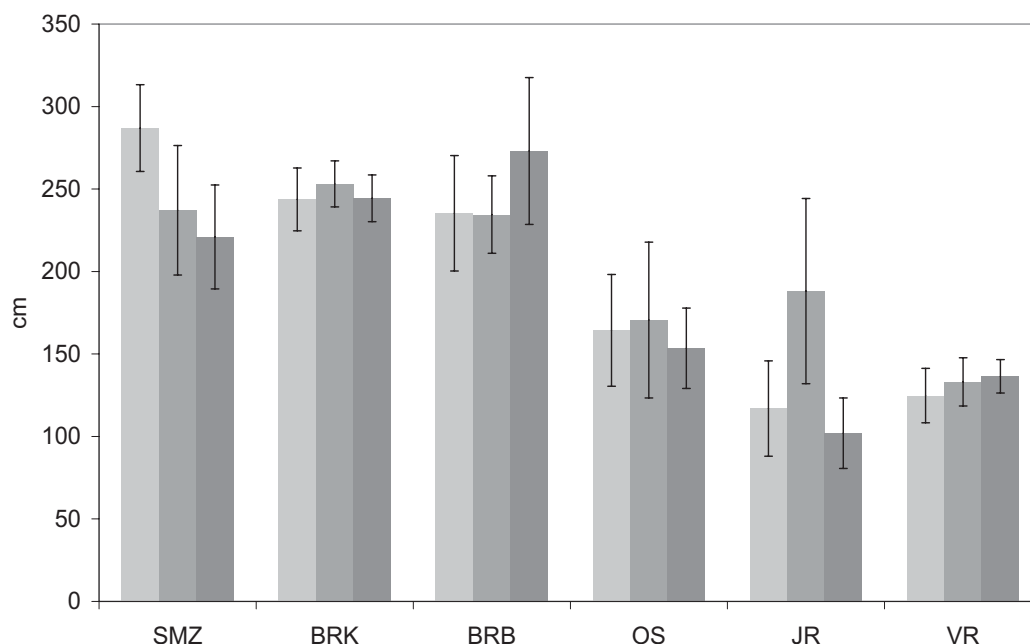
Obr. 2.

Vývoj průměrné výšky dřevin v rámci tří opakování výsadb (I, II, III). Zkratky: SM – smrk ztepilý; BRB – bříza bělokorá; BRK – bříza karpatská; VR – vrba slezská; OS – topol osika; JR – jeřáb. Chybové úsečky představují intervaly spolehlivosti na 95% hladině významnosti. Mean height development of tree species (three-times replicated, see I, II, III) achieved in particular years after planting. Captions: SM – Norway spruce; BRB – silver birch; BRK – Carpathian birch; VR – Silesian willow; OS – European aspen; JR – rowan (mountain ash). Error bars denote confidence intervals at 95% significance level.

bí již k poklesu nedošlo. U osiky na parcelách přežívá ve čtrnáctém roce vývoje 29 – 48 % jedinců, která tak má druhou nejvyšší mortalitu po bříze bělokoré. Kromě třetího opakování se maximální část mortality soustředila do prvních 5 let po výsadbě. Naopak vrba slezská vykazovala podobně vysoké procento přežívání (78 – 90 %) jako bříza karpatská, mortalita v prvních letech po výsadbě byla zanedbatelná. Nejvyšší variabilita mezi parcelami byla zjištěna v případě výsadby jeřábu: v rámci jedné parcely přeživalo pouze 20 % z původního výsadbového počtu, zatímco na zbylých dvou opakováních bylo nalezeno 55 a 62 % živých jedinců. Také procento přežití referenční dřeviny smrku ztepilého se na jedné parcele vyvíjelo výrazně odlišně. Už po třech letech od výsadby zde přeživalo pouze mírně nad 50 % jedinců a po čtrnácti letech od výsadby to bylo 46 %, zatímco na zbylých dvou parcelách 69 a 74 %.

Podle výsadbové výšky lze hodnocené dřeviny rozdělit do 4 skupin. Sazenice břízy bělokoré a osiky měly průměrnou výšku v roce výsadby okolo 90 cm, vrba slezská 50 cm, sazenice smrku a břízy karpatské 40 cm a nejmenší byl jeřáb (cca 20 cm, obr. 2). U většiny dřevin (břízy, smrk, vrba, osika) byl průměrný růst na jednotlivých parcelách (opakováních) v průběhu celého hodnoceného období srovnatelný. Statisticky významně vyšší průměrná výška od roku 2008 v rámci jednoho opakování jeřábu (JR II, obr. 2) je v přímém vztahu k prudkému snížení počtu živých jedinců na parcele mezi roky 2003 – 2004.

Ve čtrnáctém roce vývoje byla průkazně nejvyšší průměrná výška všech jedinců konstatována u břízy karpatské (rozmezí průměrných hodnot mezi parcelami 244 – 253 cm) a břízy bělokoré (235 – 273 cm). Kromě toho, že se obě břízy výškou vzájemně nelišily, jejich výška byla srovnatelná také se smrkem



**Obr. 3.**

Průměrné výšky dřevin dosažené v rámci tří opakování ve čtrnáctém roce po výsadbě. Zkratky: SMZ – smrk ztepilý; BRK – bříza karpatská; BRB – bříza bělokora; OS – topol osika; JR – jeřáb ptačí; VR – vrba slezská. Chybové úsečky představují intervaly spolehlivosti na 95% hladině významnosti.

Tree species mean heights reached in three replications (grey columns) in the 14th year after planting. Captions: SMZ – Norway spruce; BRK – Carpathian birch; BRB – silver birch; OS – European aspen; JR – rowan; VR – Silesian willow. Error bars denote confidence intervals at 95% significance level.

(221 – 287 cm). Všechny tři dřeviny se nicméně statisticky významně lišily od průměrných výšek osiky, vrby a jeřábu dosažených v roce 2009, tj. také ve čtrnáctém roce vývoje. Osika vykazovala na konci referenčního období průměrnou výšku 153 – 171 cm, což představuje mírně vyšší hodnotu ve srovnání se stejně starými výsadbami vrby slezské (125 – 136 cm), nicméně rozdíly nebyly průkazné (obr. 3). Průměrná výška jeřábu na parcelách po čtrnácti letech od výsadby činila 102 – 188 cm.

## DISKUSE

Přežívání a prosperita výsadeb je dána souběhem vnitřních (genetika a fyziologický stav sazenic) a vnějších faktorů (kvalita výsadby, mikrostanoviště, vývoj počasí). Zachování technologického postupu výsadby, na který byl při zakládání pokusných kultur kladen důraz, je nutným, avšak ne konečným předpokladem následného odrůstání. Obecně lepší předpoklad přežití mají potomci místních populací dřevin než vzdálenější populace. To se projevilo i v naší studii: výsadbový materiál břízy karpatské a vrby slezské, vykazující nejmenší ztráty, pocházel přímo z Jizerských hor. Nicméně kromě horizontální vzdálenosti výsadby od zdroje se zde uplatňuje také aspekt vzdálenosti vertikální. Varianta s břízou bělokora pochází také z Jizerských hor, ale zdroj osiva se nacházel v nadmořské výšce zhruba 600 metrů (tab. 1). Jak dokazuje sledování sporadické přirozené obnovy oplocených lokalit na bývalých

velkoplošných holinách, pro zajištění odrůstání výsadeb pionýrských listnáčů je na lokalitách, kde tvoří minoritní složku porostů, nutná jejich ochrana před zvěří.

Nižší prosperita a vyšší náchylnost k poškození u břízy bělokora v horských polohách se projevila v Krušných horách již po zimě 1995/96 (FABIÁNEK et al. 1997). Jako důsledek extrémního zimního počasí začaly následně břízy hromadně odumírat (BAUCKER, EISENHAUER 2001, ŠRÁMEK et al. 2001, 2008, MAUER et al. 2005). Také MARTINKOVÁ et al. (2001) upozorňuje na nebezpečí používání nevhodné proveniencí břízy bělokora v souvislosti s výskytem poškození a odumírání bříz v Krušných horách. Tato práce konstatovala zvýšené poškození břízy bělokora oproti bříze pýřité (*Betula pubescens* agg., tedy zahrnující jedince se znaky *Betula pubescens* EHRH. i *Betula carpatica* WILLD.). Autoři se domnívají, že jedním z důvodů, proč je bříza bělokora více poškozována, je její setrvalý stromový růst. Naopak schopnosti keřovitěho růstu u jedinců skupiny *Betula pubescens* agg. připisují význam pro zjištěné nižší procento poškození.

Prosperita břízy karpatské v naší studii má souvislost s odlišnými ekologickými nároky tohoto druhu. Její porosty vykazují dobrý zdravotní stav, který je opět v protikladu k růstově deformovaným jedincům břízy bělokora. Sklon břízy karpatské ke keřovité formě růstu, jak ho popisuje MARTINKOVÁ et al. (2001), se u námi studovaných výsadeb neprojevil. Výsledky jsou v souladu se zjištěními BALCARA (2001), který také hodnotil prosperitu těchto dvou druhů v Jizerských horách. LOKVENC (1988) již dříve doporučoval

**Tab. 1.**

Charakteristika výsadby hodnocených dřevin  
Planting stock origin and type

Dřevina <sup>1)</sup>	Původ a nadmořská výška <sup>2)</sup>	Sadba <sup>3)</sup>	Stáří a druh sazenic <sup>4)</sup>
Bříza bělokorá ( <i>Betula pendula</i> ROTH)	Jizerské hory (600 m)	1993	3+1 krytokořenné
Bříza karpatská ( <i>Betula carpatica</i> W. et K.)	Jizerské hory (850 m)	1993	1+0 prostokořenné
Smrk ztepilý ( <i>Picea abies</i> (L.) KARST.)	Šumava (1 050 – 1 350 m)	1993	1+2 prostokořenné
Jeřáb ptačí olýsalý ( <i>Sorbus auc. glabrata</i> CAJANDER)	Krkonoše (1 300 m)	1996	1+0 prostokořenné
Vrba slezská ( <i>Salix silesiaca</i> WILD.)	Jizerské hory (950 m)	1996	2+3 prostokořenné
Topol osika ( <i>Populus tremula</i> L.)	Krušné hory (900 – 1 100 m)	1996	2+0 prostokořenné

Captions: <sup>1)</sup>Tree species, <sup>2)</sup>Origin with altitude above sea level, <sup>3)</sup> Planting year, <sup>4)</sup>Age and type of seedlings (krytokořenné = containerized, prostokořenné = bare root seedlings)

**Obr. 4a.**

Bříza karpatská vykazuje dobrou prosperitu (BRK III, červen 2009)  
Carpathian birch performs well (BRK III, June 2009)

břízu bělokorou jako vhodnou dřevinu pro výsadbu v nadmořských výškách do 900 m a břízu karpatskou i na stanovištích vyšších než 1 000 m n. m. CEITEL a ISZKULO (2000) na základě hodnocení stavu přirozené obnovy břízy bělokoré na polské straně Jizerských hor konstatovali, že hlavním faktorem negativně ovlivňujícím hustotu porostů a výškový růst je zvyšující se nadmořská výška. Autoři připouštějí význam přirozené obnovy pionýrské břízy pro produkci na stanovištích do 800 m n. m. za předpokladu, že hustota přirozeně vzniklého porostu je vyšší než 1 000 jedin-

ců na hektar. Obě břízy sledované v rámci naší studie se z hlediska dosažené výšky nelišily od smrku, nicméně se lišily pouze vyšší (bříza bělokorá) nebo nižší (bříza karpatská) mortalitou (obr. 4). Srovnatelný růst, produkci a vitalitu mladých porostů břízy a smrku konstatovali v Krušných horách EL-KATEB et al. (2004), přičemž mortalitu břízy shledali vyšší. Vyšší mortalitu břízy bělokoré z výsadeb 1993 přičítáme velkému rozdílu nadmořských výšek zdroje osiva (600 m) a výsadbového experimentu (975 m).



**Obr. 4b.**

Bříza bělokorá vykazuje nejvyšší mortalitu (BRB III, červen 2009)  
Silver birch has the lowest survival (BRB III, June 2009)

Prosperitu osiky z výzkumné výsadby limitují značné ztráty. Přestože v Krkonoších osika vystupuje až na 1 300 m nad mořem, její nejhojnější zastoupení je soustředěno v rozmezí výšek 300 – 700 m n. m. (ÚRADNÍČEK et al. 2009). Pionýrský charakter této dřeviny i ve vyšších horských polohách však dokládají naše zkušenosti z výzkumných ploch: osika, stejně tak jako vrba slezská, se v podmínkách holin dokáže jednotlivě pomístně zmlazovat, aniž by se v blízkém okolí nacházely mateřské stromy. S ohledem na výraznou světlo milnost je tedy schopna se na holinách a v porostních světlinách přirozeně obnovovat.

Hospodářské využití vrby slezské je minimální. Přestože se jedná o dřevinu se sklonem k převážně keřovitému vzrůstu, která dorůstá výšky 2 až 4 m, na příznivých lokalitách i více metrů (SVOBODA 1957, ÚRADNÍČEK et al. 2009), byly již dříve učiněny pokusy o hodnocení objemu kůry a konstrukci objemových tabulek pro několik druhů vrb včetně *Salix silesiaca* (DORIN 1955, 1956). Lze předpokládat, že tento druh může mít svůj hlavní pozitivní význam na kyselých půdách vyšších poloh jako prostředek biologické meliorace půdy opadem nadzemní biomasy, která je u vrb obecně dobře rozložitelná. Vzhledem k tomu, že se o ní jako o meliorační dřevině uvažuje (ÚRADNÍČEK et al. 2009), zasloužila by si tato otázka bližší výzkum. V horách, kde spontánně dochází k vytvoření horní hranice stromové vegetace, je součástí subalpínských křovinných společenstev v rámci svazu *Salicion silesiaca*, jak v západních Karpatech (Fatra) dokládá např. VESELÁ (1995). Jako světlo milná dřevina snášející i slabší zástin a upřednostňující kamenité, čerstvě vlhké půdy chladných poloh může ve vrcholových podmínkách Jizerských hor prosperovat zejména podél bystrin a na stanovištích, kde smrk již není schopen vytvářet zapojené porosty.

Od jeřábu ptačího je na daném stanovišti očekávána funkce meliorační a zpevňující dřeviny (Vyhláška č. 83/1996 Sb., příloha č. 4). Mírné zlepšení půdních vlastností pod jeřábovými porosty v Krkonoších v porovnání se smrkem ztepilým popisují např. PODRÁZSKÝ a MORAVČÍK (1992). PODRÁZSKÝ et al. (2006) ale na příkladu horních partií Krušných hor dokládá, že účinnost jeřábu jako dřeviny zlepšující stanoviště je menší než u břízy, a to hlavně s ohledem na množství opadu, přestože bříza je na těchto stanovištích řazena pouze mezi dřeviny přimíšené a vtroušené (Vyhláška č. 83/1996 Sb., příloha č. 4). Zlepšující vliv obou těchto dřevin na stav půdního sorpčního komplexu popisují ve vrcholové části Orlických hor CHLÁDEK a NOVOTNÝ (2007).

Prosperitu listnatých přípravných dřevin ve vrcholových partiích hor hodnotil NEBE (1997). V letech 1995/96 v důsledku imisní a klimatické situace pozoroval opětovné poškození smrku v Krušných horách. Bříza (*Betula* sp.) a vrba (*Salix* sp.) měly sice značné obsahy síry v listech, ale nevykazovaly žádné známky poškození. Na obsahu síry v listech jeřábu se zvýšený obsah síry v ovzduší vůbec neprojevil. Rychlou reakci břízy bělokoré na pokles znečištění ovzduší ve smyslu snížení obsahu síry v listech doložili v Krušných horách také HRDLÍČKA a KULA (2009). V současné době je imisní situace stabilizovaná, význam vůči imisím odolnějších dřevin pro obnovu lesa tedy není tak aktuální a ve vrcholových partiích Krušných hor je smrk ztepilý dřevinou, která opět nachází uplatnění při obnově lesa (KUBÍK, MAUER 2009). Smrk v rámci našeho experimentu (8 K – *Piceetum acidophilum*) je stanovištěně původní dřevinou a je vyhláškou (č. 83/1996 Sb., příloha č. 4) definován jako základní dřevina pro cílové hospodářské soubory jak v hospodářských, tak i v ochranných lesích.

**Tab. 2.**

Procento přežívajících jedinců na variantách v jednotlivých letech po výsadbě  
Survival (%) of individuals within variants recorded in years after planting

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006*	2007	2008	2009**
SM I	100	90	88	85	85	83	83	83	83	79	79	79	71	<b>69</b>	63	63	63
SM II	100	64	56	54	52	52	52	52	50	48	46	48	46	<b>46</b>	42	42	42
SM III	100	93	89	80	78	78	78	78	76	76	76	76	74	<b>74</b>	63	63	63
BRK I	100	100	100	98	98	98	98	96	96	96	96	96	96	<b>94</b>	94	94	94
BRK II	100	96	88	88	86	82	82	82	80	80	80	80	80	<b>78</b>	78	78	78
BRK III	100	98	94	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	<b>84</b>	84	84	84
BRB I	100	85	79	66	55	51	40	40	40	38	32	32	30	<b>30</b>	28	28	26
BRB II	100	70	56	46	42	42	42	40	40	34	26	26	26	<b>26</b>	26	26	26
BRB III	100	88	77	58	44	42	35	31	31	29	27	27	25	<b>25</b>	25	25	25
OS I	-	-	-	100	100	68	61	56	54	46	46	46	46	46	46	44	<b>44</b>
OS II	-	-	-	100	100	71	53	50	44	44	41	35	35	35	35	35	<b>29</b>
OS III	-	-	-	100	100	98	98	98	98	81	73	67	63	60	60	56	<b>48</b>
VR I	-	-	-	100	100	98	98	98	94	90	84	84	82	78	78	76	<b>78</b>
VR II	-	-	-	100	100	100	98	98	96	96	96	94	94	92	92	92	<b>90</b>
VR III	-	-	-	100	100	100	98	98	98	98	98	96	90	90	90	86	<b>86</b>
JR I	-	-	-	100	82	78	73	73	67	65	59	59	55	55	55	55	<b>55</b>
JR II	-	-	-	100	98	92	90	90	84	80	69	27	24	24	22	22	<b>20</b>
JR III	-	-	-	100	96	91	89	89	87	82	76	73	73	69	67	67	<b>62</b>

Poznámka: BRB – bříza bělokorá; BRK – bříza karpatská; SM – smrk ztepilý; JR – jeřáb ptačí; OS – topol osika; VR – vrba slezská; Římské číslice (I, II, III) reprezentují opakování. 2006\*; 2009\*\* - 14. rok vývoje výsadby 1993 a 1996

Captions: BRB – silver birch; BRK – Carpathian birch; SM – Norway spruce; JR – rowan (mountain ash); OS – European aspen; VR – Silesian willow; Roman numerals (I, II, III) denote replications. 2006\*; 2009\*\* - 14th year of plantations established in 1993 and 1996 respectively

Porosty pionýrských dřevin mohou mít svůj význam pro dvojfázové vnášení citlivých cílových dřevin v podmínkách holých sečí. Mají k tomu předpoklad svými požadavky na světlo i relativní krátkověkosti. Pozitivní význam pro úpravu mikroklimatu holin je však třeba skloubit s obecně zvýšenými požadavky cílových dřevin na světlo, resp. teplo (např. HERING, IRRGANG 2005) ve vyšších horských polohách. LOKVENC a CHROUST (1987) poukazují na význam ekologického krytu břízy i pro citlivější smrk zvláště na kalamitních holinách. Při pěstování však doporučují spíše pásové nebo skupinové smíšení; v případě individuálního smíšení je totiž nutná redukce, popř. i likvidace břízy v době, kdy začíná smrk výrazně zastíňovat. Popisují, že při dlouhodobějším zastínění dochází k sníženému procentu přežití a nežádoucímu narušení horizontální i vertikální struktury smrku. K obdobnému závěru dospěl i MAREŠ (1991) při hodnocení vlivu jeřábu na odrůstání smrku.

## ZÁVĚRY

- Na základě dosavadních výzkumných šetření lze konstatovat, že z testovaného výběru listnatých dřevin jsou bříza karpatská, jeřáb ptačí, vrba slezská a osika schopné prosperovat i v drsném prostředí bývalých imisních holin.
- Bylo potvrzeno, že bříza bělokorá s ohledem na vysoké ztráty a deformace růstu není k výsadbě do vyšších horských poloh vhodná.
- Nejlepší prosperity (dobrý růst při současně minimálních ztrátách) dosahovala bříza karpatská, jejíž dosavadní růst je srovnatelný se smrkem.
- U osiky a vrby slezské se vzhledem k relativně četnému výskytu jejich přirozeného zmlazení na lokalitách chráněných před vlivem zvěře, jako alternativní cesta k navýšení jejich zastoupení v dřevinné skladbě obnovovaných porostů jeví sje.

## Poděkování:

Příspěvek byl vypracován s podporou projektu NAZV – QH92087 a výzkumného záměru MZe ČR č. 0002070203.

## LITERATURA

- BALCAR V. 1998. Obnova lesů v Jizerských horách. Lesnická práce, 77/9: 338-340.
- BALCAR V. 2001. Some experience of European birch (*Betula pendula* ROTH) and Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) planted on the ridge part of the Jizerské hory Mts. Journal of Forest Science, 47, Special Issue: 150-155.
- BALCAR V., PODRÁZSKÝ V. 1994. Založení výsadbového pokusu v hřebenové partii Jizerských hor. Zprávy lesnického výzkumu, 39/2: 1-7.
- BÄUCKER B., EISENHAEUER D. R. 2001. Damage to common birch (*Betula pendula* ROTH) in higher altitudes of the Ore Mts. (Erzgebirge). Journal of Forest Science, 47, Special Issue: 156-163.
- BŘEZINA P. et al. 1997. Plán péče CHKO Jizerské hory. Liberec: 131 s.
- CEITEL J., ISZKUŁO G. 2000. Zastępcze zbiorowiska brzozy (*Betula pendula* ROTH) w strefie zamierania lasu w Górach Izerskich. Sylwan, 144/9: 33-43.
- DORIN T. 1955. Proportia cojii la salcii. Revista Padurilor, 70/1: 15-22.
- DORIN T. 1956. Tabele de cubaj la salcia capreasca. Revista Padurilor, 71/2: 111-112.
- EL-KATEB H., BENABDELLAH B., AMMER C., MOSANDL R. 2004. Reforestation with native tree species using site preparation techniques for the restoration of woodlands degraded by air pollution in the Erzgebirge, Germany. European Journal of Forest Research, 123/2: 117-126.
- FABIÁNEK P. et al. 1997. Ore Mountains, winter 1995/1996. Prague, Forestry and Game Management Research Institute: 31 s.
- FLOUSEK J. 1999. Hraboš mokřadní a lesní hospodářství v Krkonoších. In: Obnova a stabilizace horských lesů. Sborník z konference v Bedřichově v Jizerských horách 13. – 14. 9. 1999. Opočno, VÚLHM VS: 49-53.
- HERING S., IRRGANG S. 2005. Conversion of substitute tree species stands and pure spruce stands in the Ore Mountains in Saxony. Journal of Forest Science, 51: 519-525.
- HEROLDOVÁ M., SUCHOMEL J., PURCHART L., HOMOLKA M. 2008. Impact intensity of rodents on the forest regeneration in artificial plantations in the Smrk - Kněhyně area. Beskydy, 1: 33-35.
- HRDLÍČKA P., KULA E. 2009. The content of total sulphur and sulphur forms in birch (*Betula pendula* ROTH) leaves in the air-polluted Krušné hory mountains. Trees: Structure and Function, 23/3: 531-538.
- HUŠEK J. 1999. Program záchrany genofondu lesních dřevin Jizerských hor. In: Slodičák M. (ed.): Obnova a stabilizace horských lesů. Sborník z celostátní konference s mezinárodní účastí. Bedřichov v Jizerských horách, 12. – 13. 10. 1999. Praha, VÚLHM: 19-23.
- CHLÁDEK J., NOVOTNÝ P. 2007. Srovnání potenciálu různých druhů přípravných dřevin pro využití v podmínkách imisní oblasti Orlických hor. Zprávy lesnického výzkumu, 52/3: 226-233.
- KUBÍK P., MAUER O. 2009. Current possibilities of using Norway spruce (*Picea abies* [L.] KARST.) in forest regeneration in the air-polluted region of the northeastern Krušné hory Mts. Journal of Forest Science, 55/8: 376-386.
- LOKVENEC T. 1988. Možnosti využití autochtonních dřevin pro zalesňování v horských oblastech. In: Možnosti obnovy a zvýšení stability lesních porostů v oblastech pod vlivem imisí. Sborník z celostátní konference 13. – 14. 10. 1988. Ústí nad Labem, Dům techniky ČSVTS: 38-45.
- LOKVENEC T., CHROUST L. 1987. Vliv břízy na odrůstání smrkové kultury. Lesnictví, 33/11: 993-1010.
- MAREŠ V. 1991. Vliv jeřábu na vitalitu mladých smrkových porostů. Zprávy lesnického výzkumu, 36/4: 7-9.
- MARTINKOVÁ M., MADĚRA P., ÚRADNÍČEK L. 2001. Strategy of birch (*Betula* L.) survival in substitute stands of the Krušné hory Mts., air-polluted region. Journal of Forest Science, 47, Special Issue: 87-95.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E., RYCHNOVSKÁ A., MAUER P. 2005. Dřeviny porostů náhradních dřevin – současný stav (r. 2004) a perspektivy. In: Mauer O. (ed.): Obnova lesních porostů v imisní oblasti východního Krušnohoří. Sborník referátů z konference, 2. 6. 2005, Hora Svatého Šebestiána: 5-18.
- MORAVČÍK P., PODRÁZSKÝ V. 1992. Nadzemní biomasa a zásoba živin mladých jeřábových porostů v imisní oblasti Krkonoš. Práce VÚLHM, 77: 49-73.
- MORAVČÍK P., PODRÁZSKÝ V. 1993. Akumulace biomasy v porostech břízy a smrku pichlavého a jejich vliv na půdu. Zprávy lesnického výzkumu, 38/1: 4-7.
- MZE ČR 1997. Hospodářská doporučení podle hospodářských souborů a podsouborů (rozpracování vyhlášky č. 83/1996 Sb.) Příloha čas. Lesnická práce č. 1: 48 s.
- NEBE W. 1997. Zur Baumartenwahl in den Kamm- und Hochlagen des Erzgebirges. Forst und Holz, 52/12: 336-338.
- NĚMEČEK J., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, Česká zemědělská univerzita a Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: 78 s.
- PODRÁZSKÝ V., MORAVČÍK P. 1992. Akumulace biomasy a živin v jeřábových porostech na lokalitě Pomezni boudy v Krkonoších. Opera Corcontica, 29, 123-137.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I. 2006. Rychlost regenerace lesních půd v horských oblastech z hlediska kvantity nadložního humusu. Zprávy lesnického výzkumu, 51/4: 230-234.
- PODRÁZSKÝ V., ULBRICHOVÁ I., MOSER W. K. 2005. Využití břízy a smrku pichlavého při obnově porostů na plochách s nenarušenou vrstvou nadložního humusu. Zprávy lesnického výzkumu, 50: 76-78.
- SLODIČÁK M. et al. 2005. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Hradec Králové a Jiloviště-Strnady, Lesy České republiky a Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 232 s.
- SVOBODA P. 1957. Lesní dřeviny a jejich porosty, část III. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 125-126.
- ŠRÁMEK V., SLODIČÁK M., LOMSKÝ B., BALCAR V., KULHAVÝ J., HADAŠ P., PULKRÁB K., ŠIŠÁK L., PĚNIČKA L., SLOUP M. 2008. The Ore Mountains: will successive recovery of forests from lethal disease be successful. Mountain Research and Development, 28, 3/4: 216-221.
- ŠRÁMEK V., ŠEBKOVÁ V., KUČERA J., LOMSKÝ B. 2001. Birch dying in the Ore Mts. in 1997 - probable causes and new developments. Journal of Forest Science, 47, Special Issue: 110-116.
- ULBRICHOVÁ I., PODRÁZSKÝ V., SLODIČÁK M. 2005. Soil forming role of birch in the Ore Mts. Journal of Forest Science, 51, Special Issue: 54-58.



- ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P., TICHÁ S., KOBLÍZEK J. 2009. Dřeviny České republiky. 2. přepracované vydání. Lesnická práce, s. r. o.: 366 s.
- VACEK S. 1992. Struktura a vývoj mladých jeřábových a březových porostů. Opera Corcontica, 29, 85-121.
- VACEK S. et al. 2003. Mountain forests of the Czech Republic. Prague, Ministry of Agriculture of the Czech Republic: 320 s.
- VACEK S., TESAŘ V., LEPŠ J. 1995. The composition and development of young mountain ash and birch stands. In: Tesař V. (ed.): Management of forest damaged by air pollution. Proceedings of the workshop IUFRO ... Trutnov, Czech Republic, June 5 - 9, 1994. Prague, Ministry of Agriculture: 87-96.
- VESELÁ M. 1995. *Salix silesiaca* communities in the Fatra Mts. (Central Slovakia). Folia Geobotanica et Phytotaxonomica, 30/1: 33-52.
- Vyhláška č. 83/1996 Sb. o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů.
- ZAR J. H. 2009. Biostatistical Analysis. New Jersey, Prentice Hall: 944 s.

## PROSPERITY OF PIONEER BROADLEAVES AND SPRUCE UNDER MOUNTAIN CONDITIONS

### SUMMARY

Among Czech mountains, the Jizerské hory Mts. belong to those areas which were the most heavily affected by anthropogenic air pollution in the past. Totally 12,000 ha of spruce-dominated forests had been destroyed before air-pollution load was reduced at the beginning of the 1990s. Later on, all large clearings were successfully reforested by local foresters. However, the new forest stands are composed mostly of conifers again and therefore they need to be diversified in terms of both age structure and tree species composition (restoration of broadleaves). This task seems to be rather complicated since climax broadleaves are generally prone to be affected by harsh climate, game (deer, hare) and mice under conditions of mountain plateau. In addition to these impeding factors, the rapidly growing young conifers have been achieving a height advantage. Our study aims to investigate prosperity of five broadleaves and to compare their performance with Norway spruce situated under the same growing conditions. Research activities address following questions: Do pioneer broadleaves plantations cope with environment of formerly air-polluted clearings? And: Do these broadleaves perform well compared to Norway spruce?

The experimental plantations of five pioneer broadleaves and spruce were established in a summit part of a mountain ridge (975 m a. s. l.): silver birch, Carpathian birch and Norway spruce were planted in 1993, whereas Silesian willow, European aspen and rowan were planted in 1996. Except for silver birch (containerized seedlings), bare-root seedlings were used for planting. All species (variants) were placed at spacing 2 by 1 meters within a plot of 100 m<sup>2</sup> area (Fig. 1). Each variant is three-times replicated. The experimental plots are situated on acidic, granite-derived soil (podzols – FAO 1998, spodosols – Soil Taxonomy 1999, source – NĚMEČEK et al. 2001) that is typical of accumulated humus layer. To reveal tree species prosperity, we investigated development of mean height and survival. Survival rate is based on number of individuals being found alive at the end of vegetation season that is expressed as percentage of the initial number of individuals. As for height development, once achieved height of tree individual is used to calculate mean-height values, even if the real height is lower compared to previous year (for example due to breakage of stem). The former height is put to use till the real height exceeds former value or the tree dies. The approach was chosen to avoid an effect of negative increment. Considering the fact that both birches and spruce are three years older compared to the other broadleaves, all variants are compared using mean height reached in fourteen-year-old plantations. Nested design ANOVA (NCSS software) was used to test for differences between variants (tree species).

Principal results of our study are:

- Carpathian birch, rowan, Silesian willow and European aspen are able to survive and to perform well under conditions of former air-pollution-affected clearing;
- Among broadleaves, Carpathian birch performed the best (favourable ratio of height and survival) being comparable with Norway spruce (Fig. 3);
- As for both willow and aspen, further research in terms of finding more convenient regeneration methods (e. g. sowing or natural regeneration) is needed;
- In spite of its mean height reached in the 14th year, silver birch has very low survival; therefore it is not a suitable species to be planted under conditions such as summit of the mountains.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

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