

RŮST A PROSPERITA PROSADEB BUKU A KLENU V MLADÝCH POROSTECH SMRKU ZTEPILÉHO A SMRKU PICHLAVÉHO

GROWTH AND PROSPERITY OF BEECH AND SYCAMORE MAPLE PLANTINGS IN YOUNG NORWAY SPRUCE AND BLUE SPRUCE FOREST STANDS

ONDŘEJ ŠPULÁK - JIŘÍ SOUČEK - JAN BARTOŠ

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

ABSTRACT

A growth of beech and sycamore maple in substitute tree species forest stands was investigated in summit parts of the Jizerské hory Mts. Young nearby standing substitute tree forest stands of Norway spruce and blue spruce with mean height below 1.6 m were underplanted by beech and sycamore in 1995. Mortality of both coniferous tree species was comparable in the next years, while progressive height growth of Norway spruce more significantly reduced light conditions for underplantings. Cleaning in 2003 and stand damage by top breakage partly decreased competition effect of substitute tree species on the underplantings. Both beech and sycamore plantations had high mortality. Beech had higher height growth in blue spruce stand than in Norway spruce stand. There were no significant differences in height growth depending on the distances of beeches from the closest substitute tree. Beech plantations on sites with better light conditions grew straighter than beeches in shade. High mortality and low height growth of sycamore were caused by unfavourable growing conditions and competition effect of substitute tree stands.

Klíčová slova: horské lesy, porosty náhradních dřevin, přeměny, buk, klen, vliv světla, úprava porostního prostředí
Key words: mountain forests, substitute tree species, conversions, prosperity, light, beech, sycamore maple

ÚVOD

V období likvidace imisní kalamity v 70. a 80. letech 20. století vznikaly na lokalitách, které nebylo možné zalesnit cílovými dřevinami, porosty náhradních dřevin. Jejich největší výměry byly založeny zvláště v Krušných a Jizerských horách (KUBELKA et al. 1992, SMEJKAL et al. 1994). Jako „náhradní“ je označována dřevina, s kterou se v aktuálním rozsahu v daném porostu v cílové druhové skladbě nepočítá (SLODIČÁK et al. 2005). Cílem zakládání porostů náhradních dřevin (PND) bylo zachování kontinuity lesních porostů, plnicích alespoň nejdůležitější ekologické funkce (TESAR 1982, SLODIČÁK et al. 2005, HERING, IRRGANG 2005). Současně měly tyto náhradní porosty vytvořit podmínky pro pozdější přeměny s využitím biologicky náročnějších a ekonomicky cennějších dřevin (ŠINDELÁŘ 1982).

Jako náhradní byly sázeny jak domácí dřeviny s pionýrskou růstovou strategií, tak i dřeviny introdukované, hlavně neopadavé jehličnany (MATERNA 1978). Nejrozšířenější dřevinou PND u nás se stal smrk pichlavý (SMEJKAL et al. 1994, PĚNIČKA et al. 2007).

Vzhledem k poklesu imisní zátěže a k tomu, že náhradní dřeviny nelze z ekologického a produkčního hlediska považovat za optimální, dochází k postupné realizaci přeměn těchto porostů. Doporučovanou metodou přeměn pro vyšší horské polohy je metoda nepřímá využívající krycí efekt stávajícího porostu na výsadby, při které PND mají funkci porostů přípravných (BALCAR et al. 2007). V závislosti na stanovištních podmínkách by měly být tyto porosty nahrazeny z velké části autochtonním smrkem ztepilým

a dále dřevinami zvyšujícími stabilitu porostů, případně zlepšujícími půdní poměry. Ve vyšších horských polohách jsou to hlavně buk lesní, javor klen a jedle bělokora, v nejvyšších a klimatickým stresům nejvíce exponovaných polohách bříza (zejména pýřitá, bříza karpatská), jeřáb ptačí a kleč horská (VACEK in SLODIČÁK et al. 2005). Vzhledem k různým vlastnostem náhradních dřevin i stanovištním nárokům dřevin cílových je třeba optimalizovat postupy výchovných (uvolňovacích) zásahů v porostech náhradních dřevin podle konkrétních podmínek.

Cílem příspěvku je na základě porovnání prosperity cca 15letých prosadeb buku a javoru klenů v o deset let starších porostech smrku ztepilého a pichlavého na sousedících lokalitách formulovat doporučení úpravy porostního prostředí pro podporu vnášených dřevin.

METODIKA

Výzkumné plochy 1 a 2 byly založeny na hřebeni vrchu Palčíník v Jizerských horách na podzim roku 1995. Plochy umístěné v oplocenkách se nacházejí na mírném SSZ svahu (sklon 7 %) v nadmořské výšce 940 m, SLT 7K a jsou od sebe vzdáleny cca 60 m. Do porostů smrku ztepilého (plocha 1, výchozí výška 1,6 m, hustota 2 675 jedinců na 1 ha) a smrku pichlavého (SMP) s jednotlivě vtroušeným smrkem ztepilým (plocha 2, výška 1,3 m, 2 870 jedinců na 1 ha), založených v letech 1986/87, byly v roce 1995 v pravidelném sponu vysázeny sazenice buku lesního a javoru kle-

nu (f1+k1, průměrná výška 28 cm). Pro vyšší vlhkost stanoviště výzkumné plochy 1 zde byla volena sadba kopečková, na ploše 2 bylo sázeno do jamek. Na ploše 1 bylo vysázeno 86 sazenic buku a 29 sazenic javoru kleny, na ploše 2 pak 140 buků a 43 klenů. Opakované poškození výsadeb a vysoké ztráty vedly k nutnosti vylepšování.

Na ploše probíhalo pravidelné měření celkové výšky (CV) jedinců (jako svislé vzdálenosti od povrchu země k terminálnímu pupenu), bylo zaznamenáváno poškození a v prvních letech byl v několika termínech změřen kořenový krček. Pro vyskytující se růstové deformace a opakované poškození terminálního výhonu vykazoval parametr celkové výšky často záporný přírůstek; proto bylo od roku 2005 přistoupeno také k měření celkové délky jedinců (h), měřené jako vzdálenost mezi patou stromku a terminálem po natažení. Tento údaj lépe vyjadřuje růstový potenciál stromku. Poměr celkové výšky (CV) k výšce (h), nazvaný index vertikálního vzrůstu, může korespondovat mj. s přístupem světla. Jeho hodnota se pohybuje mezi 0 (stromek leží) a 1 (absolutně svislý růst).

V opakovaných intervalech byly měřeny rozměry stromů přípravného porostu (výška, tloušťka ve výšce 1,3 m, průměr koruny). V roce 2003 byl na obou plochách proveden individuální výchovný zásah v porostech smrku; kromě plošného prořezání porostu bylo cílem zásahu odstranění jedinců s výrazným kompetičním působením na výsadby listnáčů. V roce 2008 bylo vykonáno průběžné šetření stavu porostů smrků a v pravidelné síti 42 měřičských bodů byly na každé ploše zachyceny světelné poměry ve výšce 1 m nad zemí metodou hemisfé-

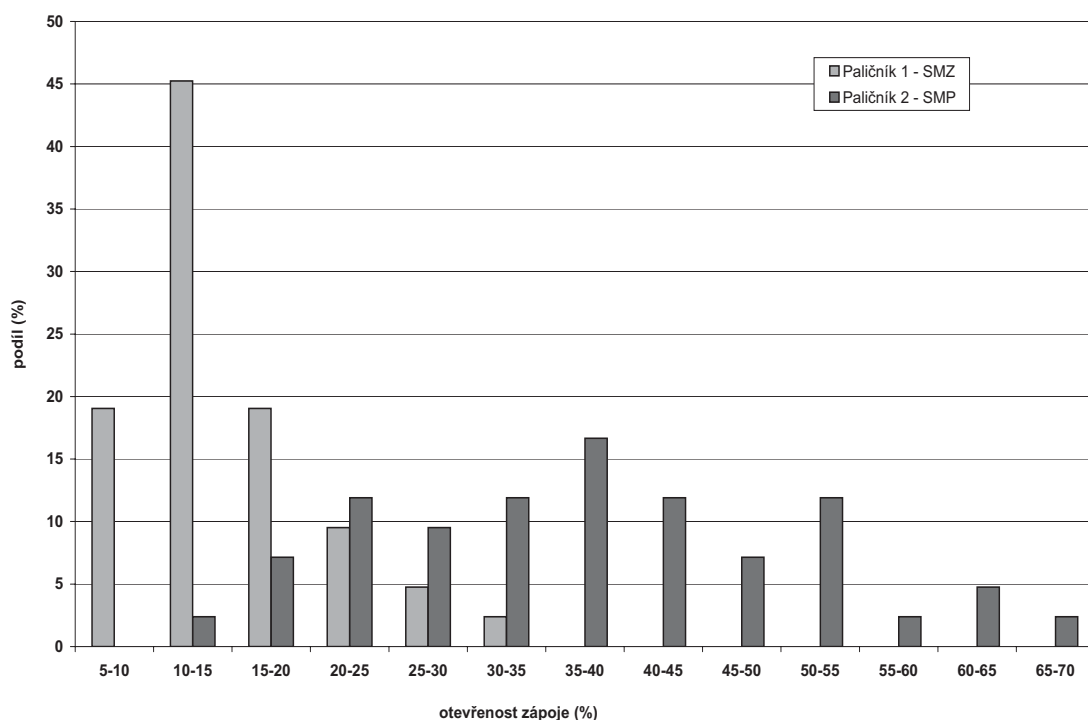
rické fotografie (min. 2 snímky na bod). Snímky byly vyhodnoceny v programu Gap Light Analyzer (verze 2.0). Pro odstranění vlivu hodnotitele snímků na výsledek analýzy byly porovnávány parametry otevřenosti zápoje (Canopy Openness) mezi snímky ze stejného bodu. Jestliže jejich rozdíl přesáhl 4 %, bylo vyhodnocení zopakováno.

V průběhu zpracování byly hledány vztahy mezi prosperitou buků a javorů a jejich polohou. Statistické zpracování dat bylo provedeno porovnáním intervalů spolehlivosti (confidence) při koeficientu spolehlivosti $\alpha = 0,05$. Výpočty byly provedeny v software MS Excel 2003.

VÝSLEDKY

Vývoj přípravných porostů

Porost smrku ztepilého (SM) na výzkumné ploše 1 vykazoval už při zahájení experimentu v roce 1995 vyšší průměrnou výšku (158 cm) oproti porostu smrku pichlavého (SMP) na ploše 2 (132 cm). Vyšší růstová dynamika SM zapříčinila nejen rychlejší nárůst průměrné výšky, ale také urychlila zapojování porostu a ovlivnění mikroklimatu. Zatímco průměr korun v roce 1995 dosahoval 133 cm (oproti 107 cm u SMP na ploše 2), v roce 1999 to již bylo 210 cm (162 cm u SMP) a o 4 roky později 248 cm (184 cm u SMP). K zapojení korun stromů na ploše 1 došlo již v roce 1999, plocha 2 se smrkem pichlavým se začala výrazněji zapojovat až v roce 2003.



Obr. 1.

Relativní rozložení otevřenosti zápoje (Canopy Openness) na plochách 1 a 2 zjišťované metodou hemisférické fotografie v pravidelné síti (42 bodů)

Distribution of Canopy Openness (%) on the research plots estimated by method of hemispherical photography in the regular net of 42 points

Note: podíl – share, otevřenost zápoje – Canopy Openness

Smrk ztepilý na ploše 1 vykazoval zpočátku minimální mortalitu. Do roku 1999 poklesl počet jedinců na hektar o 4 % na 2 570, přičemž průměrná výška dosáhla 336 cm ($\pm 23,8$ – koeficient spolehlivosti). V následujících 4 letech odumřelo 11 % jedinců. Uvolňovacím výchovným zásahem v roce 2003 byla hustota porostu snížena z 2 300 na 1 770 jedinců na hektar (23 %). Přednostně byli odstraněni jedinci horního stromového patra (průměrná výška 570 cm) pro omezení konkurenčního tlaku na prosadby listnáčů, pokles střední porostní výšky vlivem zásahu však byl minimální (z 544 na 537 cm). Porost byl v zimě 2005/06 značně poškozen vrcholovými zlomy ve střední výšce cca 5 m, poškození jedinci však vesměs nahradili terminální výhon náhradním a pokračovali v intenzivním výškovém růstu. V roce 2008 dosahovala výška porostu 820 cm a hustota 1 650 jedinců na hektar. Roční střední výškový přírůst smrku ztepilého se postupně zvyšoval z 34 cm na 60 cm, výraznější pokles výškového přírůstu nebyl zaznamenán ani po poškození jedinců vrcholovými zlomy v roce 2005.

Mortalita smrku pichlavého na ploše 2 byla obdobně nízká, do roku 2003 nepřesáhla 9 %. V roce 1999 byla hustota porostu při průměrné výšce 224 cm ($\pm 13,5$) 2 700 jedinců na hektar, v roce 2003 byla výška porostu 322 cm ($\pm 19,8$) a hustota 2 620 jedinců na hektar. Zásah uvolňující listnáče v témže roce snížil počet na 2 120 na hektar (odstraněno 20 % počtu) a redukoval zastoupení stromů v celém výškovém spektru. Průměrná výška vlivem těžebního zásahu poklesla na 307 cm. Poškození korun sněhem v zimě 2005/06 podpořilo další mortalitu (17 %), v roce 2008 byla hustota porostu 1 700 jedinců na hektar. Průměrná výška v roce 2008 byla 440 cm. Střední výškový přírůst smrku pichlavého za celé sledované období nepřesáhl 25 cm, přírůst byl po celou dobu vyrovnaný.

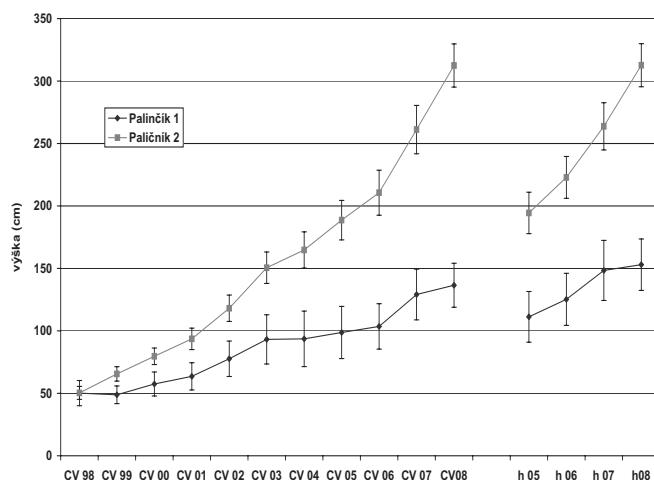
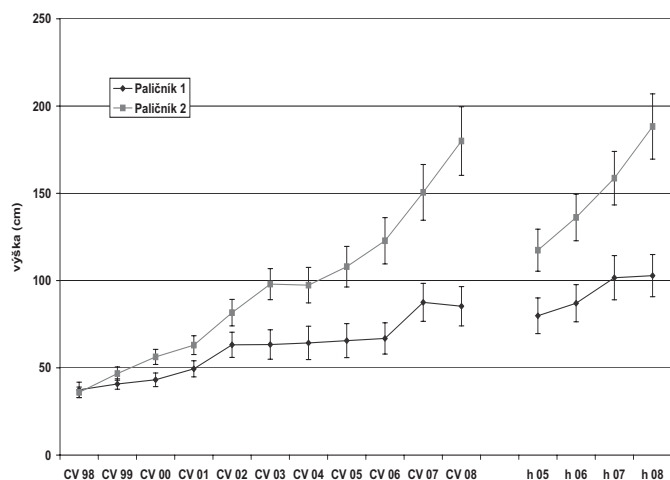
Přes srovnatelnou mortalitu v celém průběhu sledování (38 % a 41 % počtu stromů) se vlivem rozdílného výškového i bočního růstu korun vytvořilo na obou plochách odlišné růstové prostředí. Světelné podmínky zjišťované v roce 2008 analýzou hemisférických fotografií korunového prostoru v pravidelné síti ukazují vyšší průměrnou otevřenost zápoje (parametr Canopy Openness) v poros-

tu smrku pichlavého na ploše 2 (37,3 %, conf. 4,1) oproti ploše 1 (15,1 %, conf. 1,9). Otevřenost zápoje na ploše 2 kolísá v rozpětí 12 - 68 %, na ploše 1 jsou světelné poměry vlivem většího korunového zápoje a téměř dvojnásobné porostní výšky nižší a vyrovnanější (obr. 1).

Vývoj výsadeb buku

První výsadba buku a javoru kleny do přípravných porostů byla provedena v roce 1995. Vysoké ztráty na výsadbách v následujících letech vlivem nepříznivých růstových podmínek i opakovaného poškození myšovitými vedly k potřebě vylepšování. V roce 1998 byla plocha 1 vylepšena 73 sazenicemi buku a 14 sazenicemi javoru, plocha 2 pak 45 buky a 20 javory. Ve stejném roce bylo zahájeno individuální měření výškového růstu jedinců. Po vylepšení bylo na ploše 1 označeno 113 buků a 25 klenů, na ploše 2 pak 130 buků a 34 klenů.

Mortalita pokračovala i v následných letech, maximum mortality vylepšovaných jedinců bylo zjištěno v prvním roce po vylepšení. V následujícím období (3 - 4 roky) již byla úmrtnost buku ojedinělá a týkala se hlavně poškozených jedinců cyklicky obrůstajících z prostoru kolem kořenového krčku. Průměrné procento přežití od vylepšení v roce 2008 dosahovalo 62 % na ploše 1 a 75 % na ploše 2. Procentické rozložení mortality nesouviselo s výsadbou vzdáleností k nejbližšímu smrku. Průměrná výchozí výška buků byla na obou plochách v roce 1998 srovnatelná bez průkazných rozdílů (37 a 36 cm). Odlišné světelné podmínky a konkurenční působení na obou plochách ovlivnily následný výškový růst buku, rozdíly středních výšek buku jsou od roku 2000 statisticky průkazné (obr. 2). Také průměrné tloušťky kořenového krčku buků se lišily, v roce 2003 dosahovala tloušťka kořenového krčku 12 mm na ploše 1, naproti tomu na ploše 2 již 18 mm. Rozdíly středních rozměrů buku mezi plochami částečně ovlivnilo i rozdílné přežívání jedinců z původní výsadby, kteří již po překonání šoku po výsadbě zvýšili svůj přírůst. Jejich větší podíl se vyskytoval na ploše 2.



Obr. 2.

Vývoj průměrné výšky všech (vlevo) a 20 % nejvyšších (vpravo) buků na výzkumných plochách 1 a 2 (CV – svislá výška stromku v normální poloze, h – celková délka jedinců, měřená jako vzdálenost mezi patou stromku a terminálem po natažení). Úsečky značí intervaly spolehlivosti. Course of mean heights of all (left) and 20% (of planting number) of the highest beech (right) on the research plots (CV – vertical height of the tree in natural shape, h – total length of the tree, measured as the distance from tree base to pulled terminal shoot). Bars represent confidence intervals.

Tab. 1. Vývoj průměrné výšky (CV a h) všech buků podle vzdálenosti od kmene nejbližšího smrku na výzkumných plochách 1 a 2. Rozdílná písmena vyjadřují příslušnost k rozdílné skupině statistické homogenity.
Mean heights (CV and h – see Fig. 2) of all beeches in accordance to distance from the nearest spruce stem on the research plots. Different letters indicate significant differences among values.

Plocha 1	N 98	h 98	CV 99	CV 00	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 08	h 05	h 06	h 07	h 08	N 08
40 - 79	10	42,5ab	38,5	42,3	68,6	69,8	78,4	70,3	78,4ab	77,6ab	100,0ab	95,8a	94,1a	100,4a	116,7ab	109,8a	8
80 - 119	41	33,7b	39,1	42,5	45,4	57,0	57,3	57,2	56,3a	59,5a	81,8ab	84,6a	74,6a	80,8a	95,7a	103,7a	27
120 - 159	22	35,1b	41,9	46,5	51,1	67,2	64,3	70,1	69,9a	71,2a	92,0a	86,7a	83,2a	90,9a	105,1a	100,6a	18
160 - 199	15	59,0a	45,3	44,2	51,9	66,3	69,5	71,9	78,5a	77,3ab	90,8ab	80,3a	86,5a	95,3a	108,7ab	103,3a	10
200 - 239	2		44,0	42,0	51,0	90,0	96,0	106,0	136,0	145,0	179,0	180,0	159,0	178,0	200,0	220,0	1
240 - 279	3		38,0	31,7	45,5	44,0	44,0	42,0	33,0b	36,0b	51,0b	41,0b	31,7b	43,0b	52,3b	49,3b	3
Celkem/Průměr	93	37,4	40,7	43,3B	49,4B	63,2B	63,4B	64,3B	65,6B	66,8B	87,5B	85,3B	79,8B	87,0B	101,6B	102,8B	67

Plocha 2	N 98	h 98	CV 99	CV 00	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 08	h 05	h 06	h 07	h 08	N 08
40 - 79	38	37,2	48,5	58,9	66,1a	85,7a	97,1a	98,4a	106,3ab	115,5ab	143,7ab	168,6ab	115,1a	130,6ab	153,0ab	177,1ab	36
80 - 119	36	36,1	46,8	55,7	63,0a	81,3a	103,8a	99,3a	112,4a	136,0a	164,9a	200,5a	125,5a	145,0a	172,3a	209,1a	31
120 - 159	20	34,8	45,2	53,9	58,0ab	77,8ab	93,3ab	93,1ab	103,3ab	114,8ab	139,2ab	173,9ab	108,7ab	133,2ab	147,9ab	181,7ab	20
160 - 199	5	29,4	38,0	41,0	45,8b	52,4b	60,2b	61,6b	65,6b	76,4b	98,8b	105,5b	71,2b	86,2b	103,0b	120,3b	4
200 - 239	3	35,7	47,3	63,7	74,7ab	91,0ab	103,3ab	113,7ab	129,7ab	140,0ab	165,0ab	192,3ab	139,7ab	151,3ab	170,3ab	193,7ab	3
240 - 279	1	31,0	41,0	47,0	42,0												
Celkem/Průměr	97	36,0	46,7	56,3A	63,0A	81,6A	98,0A	97,4A	108,0A	122,8A	150,6A	179,9A	117,4A	136,2A	158,7A	188,3A	95

Pozn.: N – počet jedinců, číslice v hlavičce tabulky značí rok./Note: Plocha – research plot, N – number, Celkem/Průměr – Total/Mean. Numbers in table head represent years.

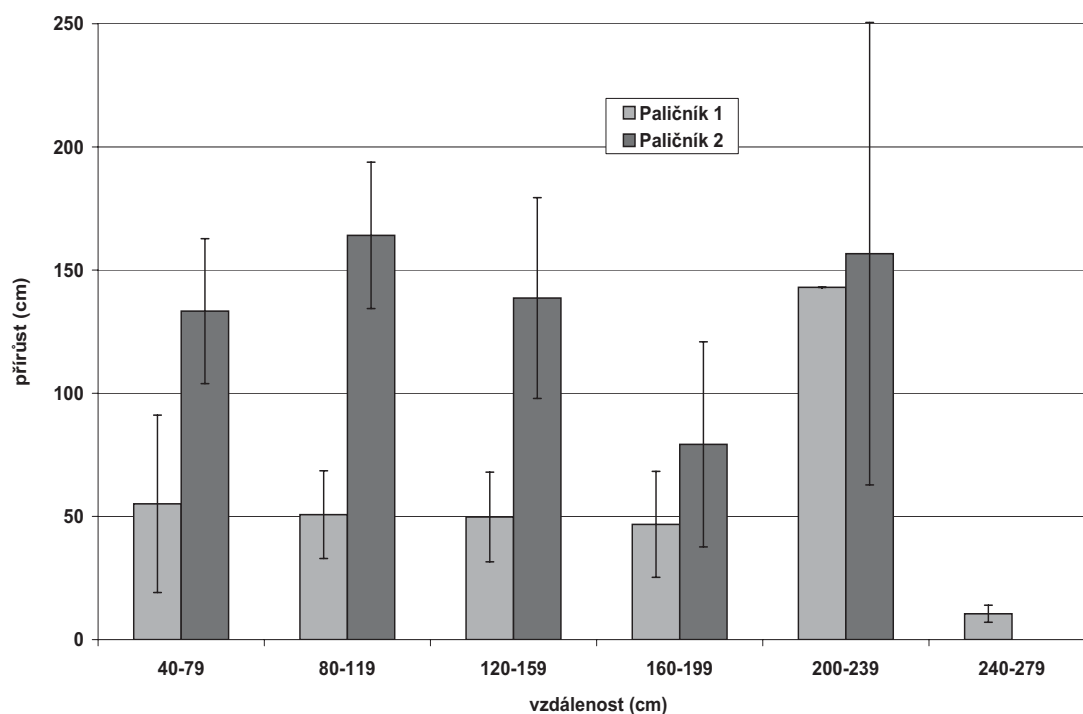
Výchovný zásah provedený v roce 2003 se výrazněji neprojevil na výškovém růstu buků na ploše 1. Stagnaci průměrných výšek v dalších letech částečně ovlivnily mechanické deformace sněhem buků uvolněných těžbou. Také na ploše 2 se výškový přírůst buku po těžebním zásahu nejprve snížil, v dalších letech se přírůst vrátil na původní úroveň (obr. 2). S ohledem na stagnaci výškového růstu buku po výchovném zásahu na ploše 1 lze předpokládat, že uvolňovací zásah nebyl dostatečně silný. Výraznější přírůstovou reakci zde lze pozorovat až po uvolnění vrcholovými zlomy z důvodu poškození sněhem v zimě 2005/06. Změna výškového přírůstu je patrná na obou plochách zvláště na vývoji 20 % nejvyšších jedinců (z výsadbového počtu) (obr. 2).

Důsledné dodržování pravidelného sponu při výsadbě listnáčů ovlivnilo rozložení buků podle vzdálenosti k nejbližšímu kmenu smrku: Na ploše 1 rostla třetina prosadeb ve vzdálenosti 90 až 120 cm od nejbližšího SM, na ploše 2 pak polovina buků rostla v rozmezí 60 až 120 cm od nejbližšího SMP.

Rozkolísanost výšek buků na ploše 1 se projevila při porovnání růstu podle vzdálenosti výsadby od nejbližšího jedince smrku (intervaly vzdáleností po 40 cm). Statisticky průkazně se od roku 2005 oddělila pouze početně slabá skupina buků rostoucích v maximální vzdálenosti od nejbližšího smrku ztepilého (240 - 280 cm) s nejmenším přírůstem (tab. 1). Hodnoty průměrné výšky (h) v roce 2008 pak naznačují pokles s narůstající vzdáleností od smrku, rozdíl mezi skupinami jsou však malé a statisticky neprůkazné. Nízké počty neumožňovaly podrobnou analýzu 20 % nejvyšších

jedinců rostoucích v průměrné vzdálenosti 119 cm od nejbližšího smrku. Na výzkumné ploše 2 došlo již v roce 2001 k diferenciaci průměrných výšek mezi vzdálenostními skupinami: průkazně více přirůstaly buky vysazené blíže k nejbližšímu smrku. Od roku 2005 pak výšky jedinců vzdálených 40 - 80 cm od smrku vykazovaly větší rozptyl hodnot. Přes početní nevyrovnanost skupin pak v roce 2008 vyplývá, že nejlépe prosperují buky vysazené do vzdálenosti 80 - 120 cm od nejbližšího smrku pichlavého, nejméně pak jedinci vysazení do vzdálenosti nad 160 cm (tab. 1, obr. 3). Dvacet procent nejvyšších buků rostlo v průměrné vzdálenosti 93 cm od nejbližšího SMP.

Index vertikálního vzrůstu buků, hodnotící přímou růstu jedinců, byl sledován od roku 2005. Konkrétní hodnoty jsou ovlivněny deformacemi v průběhu zimního období. Vliv na průměrné hodnoty indexu a průkaznost rozdílů mezi skupinami buků podle vzdálenosti od nejbližšího smrku má také úspěšnost v nalezení buků při měření (tab. 2). Z hodnot vyplývá, že na ploše 2 s větším průnikem světla vykazují buky celkově přímější vzrůst, a to průkazně v celém sledovaném období. Zima 2005/06 s vysokými sněhovými srážkami se projevila na celkovém snížení hodnot – na stlačení korun buků k zemi. Během následujícího roku však buky tuto dočasnou deformaci vyrovnaly až předčily, pravděpodobně v důsledku částečného prosvětlení porostů smrku z důvodu zlomů sněhem. Přímá závislost mezi výsadbovou vzdáleností a indexem nebyla potvrzena (tab. 2).



Obr. 3.

Průměrný výškový přírůst buků za periodu 1998 - 2008 podle vzdáleností výsadby od nejbližšího smrku. Úsečky znázorňují intervaly spolehlivosti.

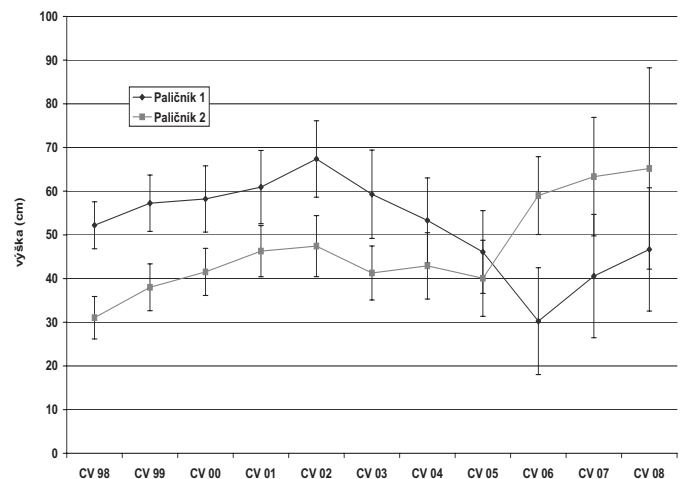
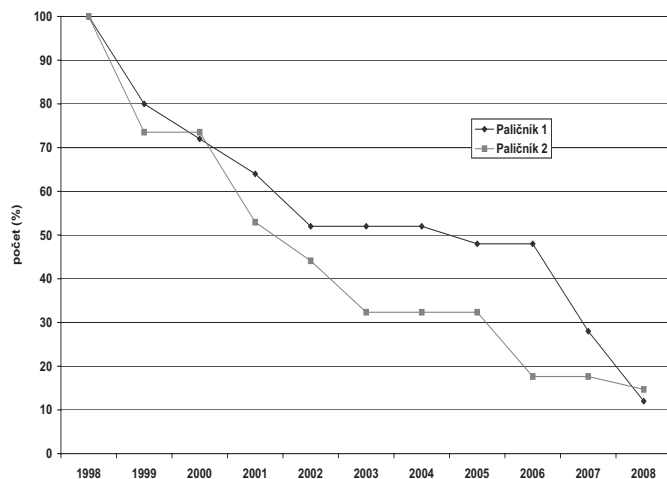
Mean periodical height growth of beeches (period 1998 - 2008) in accordance to the distance from the nearest spruce. Bars represent confidence intervals.

Tab. 2.

Vývoj hodnot indexu vertikálního vzrůstu podle vzdáleností od kmene nejbližšího smrku. Rozdílná písmena vyjadřují příslušnost k rozdílné skupině statistické homogenity v rámci plochy, průměr je porovnáván mezi plochami.

Mean vertical growth indexes in years in accordance to distance from the nearest spruce. Different letters indicate significant differences among values within research plots, averages are compared between plots. Note: Plocha – research plot, Vzdálenost – distance from the nearest spruce, N – number, Průměr – Average

Plocha	Vzdálenost	2005	2006	2007	2008	N 08
Plocha 1	40 - 79	0,800a	0,757	0,848a	0,841	8
	80 - 119	0,776a	0,740	0,850a	0,808	27
	120 - 159	0,832a	0,785	0,872a	0,849	18
	160 - 199	0,839a	0,786	0,856a	0,779	10
	200 - 239	0,855	0,815	0,895	0,818	1
	240 - 280	0,983b	0,808	0,972b	0,848	3
	Průměr	0,808B	0,763B	0,861B	0,821B	67
Plocha 2	40 - 79	0,886	0,876	0,904	0,917	36
	80 - 119	0,916	0,913	0,947	0,945	31
	120 - 159	0,870	0,871	0,906	0,927	20
	160 - 199	0,906	0,878	0,953	0,856	4
	200 - 239	0,938	0,894	0,958	0,986	3
	240 - 280					
	Průměr	0,897A	0,889A	0,923A	0,929A	95



Obr. 4.

Vývoj počtu živých jedinců (vlevo) a výškový vývoj (vpravo) výsadeb javoru kleny na plochách 1 a 2. Úsečky znázorňují intervaly spolehlivosti.

Numbers of living trees (left) and height growth (right) of sycamore maples on the research plots. Bars represent confidence intervals. Note: počet – number, výška – height, CV - vertical height of the tree in natural shape

Výsadba klenů

Javor klen vykazoval vysokou mortalitu v průběhu celého sledovaného období, počáteční mortalitu ovlivnila kulminace škod okusem myšovitými. Již v prvním roce po vylepšování (1998) poklesl počet živých klenů o 20 až 30 %, v dalších letech se počet stromů dále snižoval. Celkové procento přežití klenů v roce 2008 na obou plochách nepřesáhlo 15 % (obr. 4). Opakované poškozování špatně vyzárajících terminálních výhonů vedlo k obrázení náhradními výhony ve spodní části kmínku a negativně ovlivnilo zdravotní stav výsadby klenů a vývoj průměrných výšek. Průměrná výška klenů se lišila na obou plochách již při prvním měření v roce 1998, střední výška klenů na ploše 1 byla o 20 cm vyšší. V prvních letech sledování odumřeli zejména nižší jedinci a tak se střední výšky klenů postupně zvyšovaly na obou plochách. Pokles středních výšek po roce 2002 ovlivnil opakovaný výskyt zlomů a poškozování terminálních výhonů, poškozování byli jedinci z celého výškového spektra. Obrát vývoje výšek po roce 2005 (2006 na ploše 1) částečně souvisí s dalším rozvolněním porostu vrcholovými zlomy, postupný nárůst průměrných výšek ovlivnila i mortalita periodicky poškozovaných klenů s tendencí obrážet z kořenového krčku. Prosperita zastíněných klenů však byla nadále omezena vlivem redukovaného přístupu světla z důvodu silného konkurenčního působení přípravných porostů smrku. Ani volnější porostní zápoj na ploše 2 nezaručuje do budoucna výrazně vyšší prosperitu klenů na této ploše (obr. 4).

DISKUSE

Buk i javor klen mají v podmínkách střední Evropy obdobný areál rozšíření, na vhodných stanovištích je klen typickou přimíšenou dřevinou smíšených horských lesů. Klen ve směsích dominuje na vlhčích stanovištích, ale jako jedna z mála dřevin vystupuje až k horní hranici lesa. Ekologické vlastnosti buku a klenů se však liší, neboť klen má v průběhu celého vývoje vyšší nároky na světlo. Schopnost buku zmladit se a odrůstat i pod porostní clonou je známa a dlouhodobě využívána, avšak poznatky o schopnosti růstu javoru klenů v zástínu jsou omezené. Dosavadní šetření naznačují vyšší toleranci buku k zastínění a jeho schopnost růst pod porostním zápojem. RÖHRIG (1967) hodnotil parametry výšky a hmotnosti nadzemní části a rozměry kořenů u 2letých semenáčků buku a javoru klenů při různé intenzitě osvětlení. S klesající intenzitou osvětlení se hodnoty všech sledovaných znaků snižovaly. Javor klen všeobecně vykazoval vyšší nároky na světlo než buk. Obdobné poznatky zjistil i GROSSE (1983) při porovnání růstu jednotlivých dřevin pod různou porostní clonou v horských podmínkách. Javor klen z výsadby i s jím vykazoval nejvyšší růst na volné ploše, i nízká intenzita zastínění se projevila poklesem sledovaných hodnot. Na volné ploše javor vykazoval lepší růstové parametry než buk, pod různě hustou porostní clonou byl však výškový přírůst javoru s bukem srovnatelný nebo nižší (GROSSE 1983). Také PICHLER et al. (2001) zdůrazňují dostatečný přísun světla nutný pro růst klenů, u 2letých semenáčků rostoucích pod porostní clonou přírůst stagnoval. Hodnocení výškového růstu a dalších znaků u smíšených nárůstů pod clonou bukového porostu na vápencovém podloží prováděli PETRITAN et al. (2007, 2009a, b). Také jejich šetření potvrdilo výrazně vyšší nároky javoru klenů na přísun světla ve srovnání s bukem. Autoři zdůrazňují nutnost včasného a silného uvolnění skupin klenů a jasanů pro omezení jejich mortality a zintenzivnění výškového růstu (PETRITAN et al. 2007). Javor klen

i jasan představují strategii dřevin obnovujících se v porostních mezerách. S rostoucím přístupem světla se jejich výškový růst zvyšuje, jejich schopnost rychlé redukce růstu při změně intenzity světla je však omezená. Kumulace listové plochy do vrcholové části kmínku v zástínu omezuje zastínění a zvyšuje intercepci světla (PETRITAN et al. 2009a, b).

Intenzivněji rostoucí porost smrku ztepilého oproti smrku pichlavému v našem pokusu při srovnatelném stavu porostu při zahájení prosadeb postupně formoval stinnější porostní prostředí. Tím docházelo k zvyšování konkurence z hlediska dostupnosti světla. Buk na ni reagoval nižším výškovým přírůstem. Reakce javoru klenů byla v obou porostech velice obdobná. Vykazoval výrazně vyšší mortalitu než buk, výškový přírůst přežívajících jedinců byl omezený a vedl k tvorbě redukované koruny. S ohledem na informace dostupné v literatuře tak byla potvrzena vyšší náročnost klenů na přístup světla.

Buk i klen jsou pro své stabilizační a meliorační působení využívány při přeměnách porostů náhradních dřevin v horských podmínkách (BALCAR et al. 2007). Nepříznivé stanovištní podmínky spolu s porostním zástínem omezují vitalitu a růst vysazovaných dřevin. S rostoucí nadmořskou výškou nebo porostním zástínem se světlo a s tím související teplota stávají hlavními faktory ovlivňujícími vitalitu a růst obnovy (COLLET et al. 2001, HERING, IRRGANG 2005). Poznatky o růstu prosadeb buku do porostu náhradních dřevin v horských oblastech publikovali např. BALCAR et al. (1999), BALCAR, KACÁLEK (2008), HOBZA et al. (2008). Autoři shodně konstatují vysoké ztráty v prvních letech po výsadbě a omezený výškový růst vlivem šoku z přesazení. Kromě stresu ovlivněného nepříznivými stanovištními a mikroklimatickými podmínkami se na mortalitě výrazně podílely i ztráty vlivem myšovitých hlodavců. Ovlivnění mikroklimatu porosty náhradních dřevin je důležité zejména na lokalitách postižených teplotními stresy. Míra působení přípravných porostů závisí na druhové skladbě i stavu porostů. Pozitivní krycí efekt korun přípravného porostu smrku na omezení poškozování mrazem byl popsán zejména u výsadby buku ve vyšších polohách (BALCAR, KACÁLEK 2008). Krycí efekt má však pouze omezený plošný i časový dosah, jak potvrzují teplotní studie v porostech náhradních dřevin (ŠPULÁK 2009, ŠPULÁK, SOUČEK 2010). Podstatné je, aby převažovalo pozitivní působení přípravného porostu před negativním vlivem konkurencí.

Technologický postup přeměn porostů náhradních dřevin vyžaduje diferenciaci podle růstových podmínek, stavu porostů náhradních dřevin i růstových požadavků dřeviny vysazované (BALCAR, ŠPULÁK 2006, KACÁLEK, BALCAR 2001). Důležitým předpokladem pro vnášení zejména listnatých dřevin do jehličnatých náhradních porostů je jejich důsledná ochrana před poškozováním zvěří a myšovitými hlodavci. Postup obnovy přípravných porostů ve vyšších horských polohách doporučovaný v metodikách pro praxi (BALCAR et al. 2007, SLODIČÁK et al. 2005) platí zejména pro buk, u výsadby javoru klenů by měl postup zohlednit vyšší nároky klenů na světlo. To sebou přináší potřebu vyššího rozvolnění porostů přípravných jehličnatých dřevin před výsadbou, než je doporučovaná redukce porostního zápoje na 60 – 80 %. Jako vhodná se jeví cílená tvorba obnovních kotlíků. Důležité pro obě dřeviny je včasné, ale citlivé uvolňování odrůstajících jedinců. Jak vyplývá z naší studie, pozitivní efekt na růst a stabilitu buků mělo postupné rozvolnění krytu již při průměrné výšce buku okolo 1 m, tedy dříve než je doporučováno v současné metodice (BALCAR et al. 2007). Nedostatek světla vlivem přílišného krytu dřevinou přípravného porostu

(což se týká především jehličnanů) vede u buku k vytváření zesláblého (ztenčeného) terminálního výhonu a jeho plagiotropnímu růstu. Již v této růstové fázi buku je vhodné zahájit individuálně vedené uvolňování. Jako optimální pro buk se jeví udržování průměrné otevřenosti zápoje porostu (parametr Canopy Openness) ve střední výšce terminálu buku okolo 30 – 40 %. Uvolňovací zásah tak musí být silnější a dříve provedený v intenzivněji rostoucích porostech smrku ztepilého.

ZÁVĚR

Na velkoplošných holinách v oblasti Jizerských hor z 80. let minulého století postupně vznikly náhradní porosty tvořené smrkem pichlavým a ztepilým. V současnosti jsou tyto porosty postupně přeměňovány s cílem upravit jejich druhovou skladbu. Ve vyšších horských polohách je pro přeměnu navrhována nepřímá metoda využívající krycí efekt stávajícího porostu pro výsadby. Růst náhradních porostů smrku ztepilého a pichlavého spolu s výsadbami buku a klenu byl sledován na lokalitě Paličnick v hřebenové části Jizerských hor. Porost smrku ztepilého vykazoval po celou dobu sledování lepší růst než porost smrku pichlavého, jeho průměrná výška v roce 2008 byla téměř dvojnásobná (8,2 a 4,4 m). Vyšší výškový i boční růst se projevil na výraznějším ovlivnění ekologických podmínek, zejména přístupu světla. Prosvětlení porostu výchovným zásahem a poškození vrcholovými zlomy mělo na výškový růst smrků malý vliv. Výsadby buku a klenu do porostů náhradních dřevin měly od počátku vysokou mortalitu, na které se výrazně podílely škody myšovitými hlodavci. Výškový růst buku pod porostem smrku ztepilého byl po celou dobu sledování nižší než pod nižším zápojem porostu smrku pichlavého. Značný podíl na rozdílech růstu měly odlišné mikroklimatické podmínky dané rozdílným konkurenčním působením náhradního porostu. Prosvětlení porostu vlivem cíleného zásahu i poškození smrku sněhem se příznivě projevilo na výškovém růstu buku. Výškový vývoj klenu dlouhodobě ovlivnila vysoká mortalita, opakované poškozování nevyzrálých terminálních výhonů a jejich obrázení ze spodních částí kmínků se negativně projevilo na vývoji středních výšek. Prostředí sledovaných přípravných porostů bylo pro růst klenu nevhodné. Pro vnášení klenu do náhradních porostů zvláště ve vyšších horských polohách je nutné zohlednit jeho vyšší nároky na světlo. Jako vhodnější se z hlediska světla jeví výsadba do úzkých pruhových sečí. Pro podporu růstu a stability výsadeb buku a klenu je nutné včasné, citlivé a postupné uvolňování porostního zápoje přípravného porostu. V naší studii se pozitivně projevilo zahájení uvolňování již při průměrné výšce buku okolo 1 m. Dalšími zásahy je nutné udržovat trvale přerušovaný až mezernatý zápoj přípravného porostu smrku, přičemž tyto zásahy musí být silnější a dříve zahájené v intenzivněji rostoucím smrku ztepilém.

Poděkování:

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

LITERATURA

- BALCAR V., KACÁLEK D. 2001. Prosadby porostů náhradních dřevin bukem lesním v horách. In: Slodičák M., Novák J. (eds.): Současné otázky pěstování horských lesů. Sborník z 3. československého vědeckého sympozia ... Opočno, 13. – 14. 9. 2001. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 193-202.
- BALCAR V., KACÁLEK D. 2008. European beech planted into spruce stands exposed to climatic stresses in mountain areas. *Austrian Journal of Forest Science*, 125: 27-38.
- BALCAR V., KACÁLEK D., VACEK S. 1999. Rekonstrukce porostů náhradních dřevin prosadbami buku lesního *Fagus sylvatica* L. In: Slodičák M. (ed.): Obnova a stabilizace horských lesů. Sborník z celostátní konference s mezinárodní účastí, Bedřichov v Jizerských horách, 12. - 13. 10. 1999. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 135-140.
- BALCAR V., SLODIČÁK M., KACÁLEK D., NAVRÁTIL P. 2007. Metodika postupů přeměn porostů náhradních dřevin v imisních oblastech. Recenzované metodiky pro praxi. *Lesnický průvodce*, č. 3, 34 s. ISBN 978-80-86461-87-6.
- BALCAR V., ŠPULÁK O. 2006. Poškození dřevin pozdním mrazem a krycí efekt lesních porostů při obnově lesa v Jizerských horách. In: Jurásek A. et al. (eds.): Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity. Research results presented on international scientific conference... Opočno 5. – 6. 9. 2006. Jíloviště-Strnady, VÚLHM-VS Opočno: 399-407.
- COLLET C., LANTER O., PARDOS M. 2001. Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. *Annals of Forest Science*, 58: 127-134.
- GROSSE H-U. 1983. Untersuchungen zur künstlichen Verjüngung des Bergmischwaldes. *Forstliche Forschungsberichte München*, 55: 206 s.
- 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.
- HOBZA P., MAUER O., POP M. 2008. Current use of European beech (*Fagus sylvatica* L.) for artificial regeneration of forests in the air-polluted areas. *Journal of Forest Science*, 54: 139-149.
- KUBELKA L. et al. 1992. Obnova lesa v imisemi poškozované oblasti severovýchodního Krušnohoří. Praha, MZe ČR: 133 s.
- MATERNA J. 1978. Práce a výsledky výzkumu v krušnohorské kouřové oblasti. In: Sborník referátů a diskusních příspěvků z konference o zajištění úkolů státních lesů v Krušných horách v podmínkách působení průmyslových exhalací. Fláje u Litvínova, 25. – 27. 10. 1978. Praha, MLVH ČR: 40-54.
- PĚNIČKA L. et al. 2007. Šetření stavu porostů v Krušných horách. Studie pro MZe. Jablonec n. Nisou, ÚHÚL: 35 s.
- PETRITAN A. M., LÜPKE B. V., PETRITAN I. C. 2007. Effects of shade on growth and mortality of maple (*Acer pseudoplatanus*), ash (*Fraxinus excelsior*) and beech (*Fagus sylvatica*) saplings. *Forestry*, 80: 397-412.
- PETRITAN A. M., LÜPKE B. V., PETRITAN I. C. 2009a. Influence of light availability on growth, leaf morphology and plant architecture of beech (*Fagus sylvatica* L.), maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and ash (*Fraxinus excelsior* L.) saplings. *European Journal of Forest Research*, 128: 61-74.

- PETRITAN A. M., LÜPKE B. V. 2009b. Struktur und Entwicklung von überschirmten Buchen-Eschen-Bergahorn-Dickungen aus Naturverjüngung. Forstarchiv, 80: 119-128.
- PICHLER M., HAGER H., KAZDA M. 2001. Beitrag zur Lichtökologie und zum Wachstum junger Voranbaupflanzen (*Quercus petraea*, *Fagus sylvatica* und *Acer pseudoplatanus*). Centralblatt für das gesamte Forstwesen. Austrian Journal of Forest Science, 4: 175-192.
- RÖHRIG E. 1967. Wachstum junger Laubholzpflanzen bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 138: 224-239.
- SLODIČÁK M. et al. 2005. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Hradec Králové, Lesy České republiky; Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 232 s. ISBN 80-86461-51-3.
- SMEJKAL J. et al. 1994. Generel rekonstrukcí porostů náhradních dřevin v imisní oblasti východního Krušnohoří. Jablonec nad Nisou, Lesprojekt: 90 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1982. K druhové skladbě lesních porostů v imisních oblastech. In: Obnova lesa v imisních oblastech. Praha, ČAZ: 35-43.
- ŠPULÁK O. 2009. Příspěvek k poznání teplotních souvislostí prosadeb jehličnatých porostů náhradních dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 54, Speciál: 57-64.
- TESAŘ V. 1982. Obnovní cíle a náhradní porosty v imisních oblastech. In: Obnova lesa v imisních oblastech. Praha, ČAZ: 75-80.

GROWTH AND PROSPERITY OF BEECH AND SYCAMORE MAPLE PLANTINGS IN YOUNG NORWAY SPRUCE AND BLUE SPRUCE FOREST STANDS

SUMMARY

Reconstruction of substitute tree species forest stands is an important task for the forest management in the northern border mountains of the Czech Republic nowadays. Blue spruce was introduced tree species the most often used in substitute forest stands. Broadleaves such as beech or sycamore maple are introduced into substitute coniferous stands in higher mountain elevations. Indirect conversion of these stands is recommended in such climatic harsh conditions. Substitute forest stand should make shelter for new plantings: reduce light and moderate temperature fluctuation.

Research on prosperity of beech and sycamore interplantings into spruce stands was realized in the Jizerské hory Mts. In 1995 two fenced substitute stands of Norway spruce and blue spruce (mean height 1.6 and 1.3 m, respectively) were interplanted with beech and sycamore in the regular plant spacing on selected ridge. Harsh climatic conditions and damage by mice led to necessity of repair planting in 1998. Tending of spruce stands for release of broadleaved plantations was done in 2003. Some tops of spruce trees were broken down by heavy snow in winter 2005/06. Heights and damage of broadleaves were recorded every year, spruce stands were measured periodically. Light conditions were determined by the method of hemispherical photography in 2008.

Height of Norway spruce stand was almost double than blue spruce (8.2 m and 4.4 m) in 2008. Despite of forest tending and damage by snow, more intensive growth of Norway spruce forest stand led to formation of relatively dense canopy (mean canopy openness 15.1%) compared to blue spruce stand (37.3%). Both broadleaved species had high mortality; mortality of beech after repair planting stopped on 38% in Norway spruce experiment and 25% in blue spruce experiment. Canopy opening of spruce stand had positive effect on height growth of beeches. Beech showed higher prosperity and straighter growth in more canopy-opened blue spruce stand; differences in mean height have been significant since 2000. Beech growing in blue spruce stand also reacted more intensively on releases. Sycamore maple as more light-demanding species showed worse health state and reduced prosperity, totally survived less than 15% of trees. Sufficient input of light has to be ensured for introduction of sycamore in substitute tree forest stands. Timely, sensitive and gradual releases of substitute stand canopy have to be done to support growth and stability of beech and sycamore plantings. Canopy should be kept interrupted, releases have to be stronger and realized earlier in more intensively growing Norway spruce forest stands.

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