

**POŠKOZENÍ DŘEVIN POZDNÍM MRAZEM A KRYCÍ EFEKT LESNÍCH POROSTŮ
PŘI OBNOVĚ LESA V JIZERSKÝCH HORÁCH**

*LATE-SPRING FROST DAMAGE TO TREES AND FOREST STAND SHELTER EFFECT
UPON NEW PLANTATIONS IN THE JIZERSKÉ HORY MTS.*

VRATISLAV BALCAR, ONDŘEJ ŠPULÁK

ABSTRAKT

Krycí efekt lesních porostů na dynamiku teploty vzduchu byl zjišťován na výzkumných plochách v Jizerských horách. Plochy jsou situovány na horském hřebenu (980 m n. m.) a v přilehlém mělkém horském údolí (860 m n. m.). Mladé lesní kultury jsou na obou místech často poškozovány pozdními mrazy. Cílem výzkumu bylo hodnocení, nakolik zde mohou být lesní kultury ochráněny krytem starších stromů snižujícím mrazové extrémy. Měření teplot při mrazové epizodě z 1. na 2. 6. 2005 prokázalo snížení mrazu až o 2,5 °C a dobu trvání mrazu až o 2 hodiny kratší, a to v přízemní vrstvě 30 cm nad terénem. Ve vyšších horských polohách vystavených klimatickým stresům je proto při výsadbě méně tolerantních dřevin (buku, jedle aj.) doporučováno využití krycího efektu korun starších jehličnatých porostů (smrku, kleče).

Klíčová slova: přízemní mraz, poškození, měření teplot, lesní kultury, buk, jedle, smrk, kleč

ABSTRACT

Forest stand shelter effect upon the air temperature dynamics was investigated in the forest research experimental plots in the Jizerské hory Mts. The plots are located on the mountain ridge (elevation 980 m) and adjacent shallow mountain valley (elevation 860 m). Young forest trees on the both sites are often damaged due to late-spring frosts. The aim of investigation was to assess, how much older trees can protect plantations by reducing frosts by their shelter. Temperature measurement resulted from June 1st and 2nd 2005 showed frost reduction under the shelter down to 2.5 °C and frost duration down to 2 hours in the air layer 30 cm above soil surface. On higher mountain sites with climatic stresses, frost sensitive species (European beech, silver fir etc.) are recommended to be planted close to older coniferous species (spruce, mountain pine) crowns.

Keywords: ground frost, damage, temperature measuring, forest plantation, beech, fir, spruce, mountain pine

Úvod

Pozdní mrazy jsou ve vyšších horských polohách jedním z faktorů limitujících obnovu lesa. Poškozují zvláště stinné a polostinné cílové dřeviny (buk lesní, jedli bělokorou, javor klen aj.), na extrémních stanovištích však i některé dřeviny s pionýrskou růstovou strategií (např. smrk ztepilý a smrk pichlavý). Obnova lesa na lokalitách postihovaných teplotními stresi vyžaduje specifická pěstební opatření umožňující novým výsadbám překonat kritické období, kdy jsou rašící stromky malého vzrůstu poškozovány přízemní vrstvou podchlazeného vzduchu. Lesnická praxe proto pro zavádění cílových dřevin na tato klimaticky drsná stanoviště doporučuje dvoufázové obnovní postupy (Pavliš 1988), při kterých přípravné dřeviny vytvoří porostní prostředí s příznivější teplotní dynamikou.

Zjišťování a hodnocení tolerance kultur lesních dřevin ke stresům prostředí je součástí výzkumných aktivit v Jizerských horách, postižených v minulých desetiletích rozsáhlou imisní kalamitou. V rámci těchto aktivit je na vybraných objektech sledován růst a vývoj druhů potenciálně vhodných do nově zakládáných porostů a je zde rovněž dlouhodobě monitorována dynamika činitelů prostředí (klima, imise, půda).

Cílem předkládaného příspěvku je na příkladu konkrétní klimatické situace v jarním období 2005 kvantifikovat průběh teplotního stresu, majícího za následek poškození mladých lesních kultur a dále hodnocení potenciálního krycího účinku korun přípravných porostů snížením teplotních extrémů. Získané poznatky by měly přispět ke stanovení optimálních pěstebních technologií při regeneraci dotčeného území Jizerských hor vytvořením stabilních lesních ekosystémů, plnicích požadované mimoprodukční a produkční funkce.

METODIKA

Klimatické podmínky včetně teplot vzduchu jsou monitorovány na výzkumné ploše Jizerka (VP Jizerka) lokalizované na imisní kalamitní holině na vrcholu a horní části jihozápadního svahu Středního Jizerského hřebene (obr. 1). Lokalita výzkumné plochy reprezentuje růstové podmínky horského hřebene a přilehlé části svahu v nadmořské výšce ca 950 – 980 m, kde je v současnosti testován široký sortiment lesních dřevin (ca 30 druhů, Balcar, Podrázský 1994, Balcar et al. 2005). Sortiment zahrnuje i cílové dřeviny, které jsou na lokalitě blízko okraje své ekologické amplitudy a jsou zde poškozovány mrazem (buk lesní, jedle bělokorá, javor klen). Stanoviště je řazeno do souboru lesních typů 8 K (kyselá smrčina).



Obr. 1: Umístění výzkumných ploch VP Jizerka a VP Kleč.

Location of the research plots: VP Jizerka and VP Kleč.

Druhou hodnocenou lokalitou je výzkumná plocha Kleč (VP Kleč) v údolí říčky Jizerky u jihovýchodního okraje rašeliniště Malé Jizerské louky v nadmořské výšce ca 860 m. Soubor lesních typů je zde 8 S (středně bohatá svěží smrčina), od VP Jizerka je plocha vzdušnou čarou vzdálena asi 1,5 km. Jedná se o extrémní mrazovou polohu, ve které se přizemní mrazy vyskytují i v letních měsících, což výsledky našich měření rovněž prokazují. Výzkumná plocha byla vytyčena v klečovém porostu jako náhradní dřevině po smýcení imisemi poškozené smrkové kmenoviny. Je zde testován postup při přeměně současného porostu nepůvodní kleče horské smrkem ztepilým, jeřábem ptačím, břízou karpatskou, břízou bělokorou, případně původní jizerskohorskou klečí.

Teploty vzduchu jsou na obou výzkumných plochách měřeny záznamníkem teploty Logger S0141 (fa Comet), a to na volné ploše ve výškách 200 a 30 cm nad terénem a pod korunou přípravných dřevin ve výšce 30 cm. Přípravnými dřevinami jsou na VP Jizerka smrk ztepilý a smrk pichlavý, na VP Kleč je to kleč horská. „Volnou plochou“ zde rozumíme mezeru mezi odrůstajícími kulturami testovaných výsad, případně skupinami kleče, širší než 4 m. Záznamníky byly na plochy instalovány v průběhu roku 2004 a teploty měří v hodinových intervalech. Na ploše Jizerka jsou instalovány tři záznamníky teplot ve výškovém gradientu 980 m (Jizerka-horní), 973 m (Jizerka-střední) a 957 m n. m. (Jizerka-dolní), na ploše Kleč jeden záznamník (860 m n. m., obr. 2).



Obr. 2: Záznamník teplot na lokalitě VP Kleč.
Air-temperature measurement apparatus on the VP Kleč experimental plot.

Výskyt poškození testovaných lesních dřevin pozdními mrazy je zjišťován, fotograficky dokumentován a evidován při pravidelných kontrolách výzkumných ploch.

VÝSLEDKY

Rozdíly mezi průměrnými měsíčními teplotami vzduchu v roce 2005 na vrcholu Středního Jizerského hřebene a údolí říčky Jizerky jsou zřejmé z výsledků měření záznamníků Jizerka-horní a Kleč (tab. 1). Průměrné teploty v horní části VP Jizerka (Jizerka-horní) se pohybovaly od $-6,1$ °C (únor) do $14,5$ °C (červenec) a v celoročním průměru činily $4,8$ °C. Měsíční maxima kolísala od $0,7$ °C do $31,0$ °C, minima od $-14,9$ °C do $5,0$ °C. Průměrné měsíční teploty na ploše Kleč byly po většinu roku o $0,3$ °C až $1,0$ °C nižší $-6,7$ °C

až 18,9 °C) a dosáhly celkového průměru 4,1 °C, měsíční maxima se pohybovala v rozmezí 4,1 °C a 31,7 °C, minima v rozmezí -27,3 °C a 0,2 °C.

Tab. 1: Měsíční teploty vzduchu 200 cm nad terénem v roce 2005 (°C) na záznamnících Jizerka-horní a Kleč.

Month air temperatures at 200 cm above soil surface in 2005 (°C) on the measurement points of Jizerka-horní and Kleč.

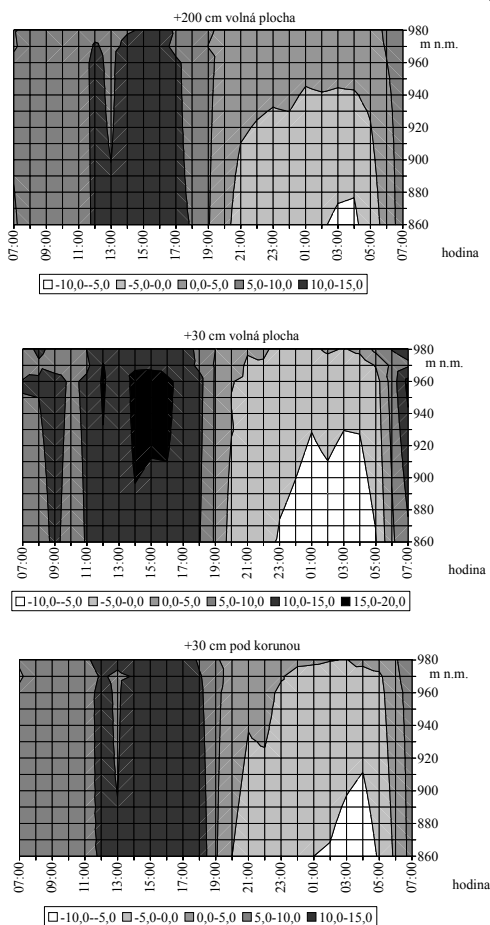
VP / Research plot Měsíc / Month	Průměr Average		Maximum		Minimum	
	Jizerka-horní	Kleč	Jizerka-horní	Kleč	Jizerka-horní	Kleč
I	-3,7	-3,5	5,3	6,7	-14,9	-24,3
II	-6,1	-6,7	2,8	5,7	-14,9	-27,3
III	-1,9	-3,1	17,0	20,0	-14,1	-27,9
IV	5,7	4,6	17,4	17,3	-7,5	-11,7
V	9,5	8,5	26,2	27,8	-1,7	-5,3
VI	11,9	11,3	25,2	26,0	0,4	-5,8
VII	14,5	13,9	31,0	31,7	5,0	0,2
VIII	12,6	11,7	24,4	25,5	4,4	-1,7
IX	11,8	10,3	24,2	25,5	2,4	-3,5
X	7,4	6,4	18,3	20,5	-0,8	-6,6
XI	-0,5	-0,5	15,6	10,7	-10,9	-19,0
XII	-4,0	-3,8	0,7	4,1	-12,1	-19,9
Průměr / Average	4,8	4,1	17,3	18,5	-5,4	-12,7

K mrazové epizodě poškozující lesní dřeviny došlo 1. – 2. 6. 2005 mezi 20 a 5 hodinou. Na Středním Jizerském hřebenu (VP Jizerka) se vyskytla pouze v přízemní vrstvě ovzduší, teploty pod bodem mrazu ve výšce 200 cm nad terénem zaznamenány nebyly. Na VP Kleč v údolí Jizerky byly teploty ve výšce 200 cm nad terénem v průměru o zhruba 2,4 °C vyšší než teploty přízemní (30 cm) a trvaly o hodinu kratší dobu (tab. 2). Při interpolaci průběhu teplot v závislosti na nadmořské výšce se mrazové teploty ve 200 cm nad terénem vyskytovaly ještě v nadmořské výšce 940 m (obr. 3).

V průběhu mrazové epizody poklesly přízemní teploty (30 cm nad terénem) na volné ploše na Středním Jizerském hřebenu až na -4,2 °C, v údolí Jizerky až na -8,3 °C.

Na hřebenu se teploty pod bodem mrazu pohybovaly až po dobu 9 hodin, a to ve spodní části výzkumné plochy (Jizerka-dolní), o hodinu kratší trvání měla mrazová epizoda ve střední části plochy (Jizerka-horní) a na hřebenovém vrcholu (Jizerka-horní) trval přízemní mraz pouze 4 hodiny. V údolí Jizerky (Kleč) s nejvyšším poklesem teplot trvala mrazová epizoda 10 hodin (tab. 3).

Přízemní teploty v zástínu korun přípravných dřevin byly v průběhu mrazové epizody téměř vždy vyšší oproti hodnotám na volné ploše, a to až o 2,5 °C, shodně jak na hřebenových tak i v údolních záznamnících teplot. Průměrně byly teplo-



Obr. 4: Mladé výhony jedle poškozené pozdním mrazem.
Silver fir young twigs damaged by late-spring frost.

Obr. 3: Průběh teplot (°C) mezi 1. a 2. 6. 2005 na J svahu Středního Jizerského hřebene v 200 cm (část a) a 30 cm (část b) nad povrchem terénu na volné ploše a 30 cm (část c) nad povrchem terénu pod korunou přípravné dřeviny v závislosti na nadmořské výšce. Použita data ze záznamníků Jizerka-horní (980 m n. m.), Jizerka-střední (973 m n. m.), Jizerka-dolní (957 m n. m.) a Kleč (860 m n. m.), hodnoty mezi záznamníky simulovány interpolační.

Development of temperatures (°C) between June 1st and 2nd 2005 on south slope of Střední jizerský hřeben Ridge in 200 cm (part a) and 30 cm (part b) above soil surface in free area and in 30 cm under tree crown (part c) of older trees in accordance to altitude. Data used came from measurement points: Jizerka-horní (980 m a. s. l.), Jizerka-střední (973 m a. s. l.), Jizerka-dolní (957 m a. s. l.) and Kleč (860 m a. s. l.), the rest is simulation by interpolation.

Notes: volná plocha = free area, pod korunou = under tree crown, m n. m. = m a. s. l., hodina = hour

ty pod korunami (v době mrazu) o 1,5 °C vyšší než na volné ploše a trvaly o 2 hodiny méně (tab. 3).

Po mrazovém stresu z 1. na 2. 6. 2005 bylo na VP Jizerka konstatováno výrazné poškození všech čerstvě vyrašených letorostů jedle bělokoré až do výšky ca 1 m nad terénem (obr. 4). Výrazné bylo i poškození většiny listů buku v přízemní vrstvě ca 0,5 – 1 m. Pomístně byly poškozeny též listy javoru kleny a některé vyrašené výhony smr-

Tab. 2: Teploty vzduchu 30 cm nad terénem v době mrazové epizody (°C).
Air temperatures at 30 cm above soil surface during the frost episode (°C).

Záznamník Measurement point		Jizerka- -horní	Jizerka- -horní	Jizerka- -střední	Jizerka- -střední	Jizerka- -dolní	Jizerka- -dolní	Kleč	Kleč
Datum Date	Umístění Placing	Volná plocha Free area	Pod korunou Under crown	Volná plocha Free area	Pod korunou Under crown	Volná plocha Free area	Pod korunou Under crown	Volná plocha Free area	Pod korunou Under crown
	Čas Time								
1.6.2005	20:00	2,4	3,3	2,3	3,3	0,2	2,3	-2,0	0,0
1.6.2005	21:00	0,4	2,3	-0,7	1,7	-1,0	0,6	-3,4	-1,7
1.6.2005	22:00	0,3	2,1	-0,2	1,7	-0,2	1,4	-3,7	-2,3
1.6.2005	23:00	-0,6	1,6	-2,1	0,4	-2,8	-0,9	-5,5	-3,0
2.6.2005	00:00	-0,5	1,2	-2,6	-1,8	-3,5	-1,9	-6,3	-4,2
2.6.2005	01:00	-1,1	0,9	-3,3	-2,3	-4,2	-2,6	-7,3	-5,0
2.6.2005	02:00	0,8	0,2	-2,1	-2,5	-3,5	-2,3	-7,2	-5,2
2.6.2005	03:00	-0,4	-0,2	-3,6	-2,9	-4,0	-2,4	-8,3	-6,1
2.6.2005	04:00	1,2	2,0	-3,2	-3,2	-3,9	-2,8	-8,3	-6,6
2.6.2005	05:00	6,4	2,4	0,3	-1,0	-2,3	-1,7	-5,3	-4,7

ku ztepilého a smrku omoriky, a to rovněž v přízemní vrstvě do 1 m. Většina dalších testovaných dřevin (později rašících než uvedené druhy) – borovice, modřín, jeřáby, břízy – poškozena nebyla.

Tab. 3: Teploty vzduchu 200 cm nad terénem v době mrazové epizody (°C).
Air temperatures at 200 cm above soil surface during the frost episode (°C)

		Jizerka-horní	Jizerka-střední	Jizerka-dolní	Kleč
Datum Date	Čas Time	Volná plocha Free area	Volná plocha Free area	Volná plocha Free area	Volná plocha Free area
1.6.2005	20:00	3,9	3,3	3,1	1,0
1.6.2005	21:00	2,8	1,9	2,0	-1,7
1.6.2005	22:00	2,3	1,6	1,7	-2,5
1.6.2005	23:00	2,2	1,8	1,5	-3,1
2.6.2005	00:00	2,7	2,1	1,9	-3,3
2.6.2005	01:00	1,9	1,3	1,1	-4,6
2.6.2005	02:00	2,9	2,2	1,5	-4,7
2.6.2005	03:00	2,7	1,4	1,6	-5,6
2.6.2005	04:00	2,9	0,9	1,9	-5,8
2.6.2005	05:00	3,7	3,0	2,1	-2,9

Vzhledem k pozdější výsadbě (7. 6. 2005) nemohly být testované kultury na VP Kleč postiženy mrazovou epizodou z 1. až 2. června. Na této lokalitě však byly postiženy čerstvě vyrašené výhony smrku až do výše ca 2 m nad terénem, jak bylo pozorováno v okolí výzkumné plochy.

DISKUSE A ZÁVĚR

Poškození rostlin mrazem je obvykle spojeno s tvorbou ledu, poškozením buněk ledovými krystalky, a mrazovou dehydratací buněk. Nejčastěji dochází k tvorbě ledu v apoplastu, tedy především v buněčných stěnách a xylemu. Voda v apoplastu začíná běžně mrznout při teplotách -1 až -3 °C, v závislosti na obsahu látek, které snižují bod tuhnutí. Pokud nejsou přítomna vhodná krystalizační jádra, zůstává voda v apoplastu v tekutém podchlazeném stavu (v krajním případě až do teploty -38 °C) – stav v zimních měsících. I druhy, které jsou v zimním období vysoce odolné (např. naše jehličnany) utrpí v letních měsících vážná poškození při náhlém poklesu teplot pod -3 až -4 °C (Gloser 1998), jak tomu bylo v našem případě.

Pozdní přízemní mrazy jsou všeobecně považovány za významný stresující faktor poškozující výsadby méně mrazuvzdorných cílových dřevin, například buku (Kubelka et al. 1992, Lokvenc et al. 1992, Smejkal et al. 1994). Výrazná poškození bukových kultur přízemními mrazy byla zjištěna a hodnocena i na dalších výzkumných objektech VÚLHM v Jizerských horách, kde jsou testovány postupy při přeměnách porostů náhradních dřevin (Balcar 2000, Balcar, Kacálek 2003). Na lokalitách vystavených klimatickým stresům v 7. a 8. LVS zde došlo z jara 1997 a 2001 k poškození velké části testovaných výsadeb, které mělo za následek zpomalení jejich růstu a v některých případech (často i za přispění dalších stresujících okolností – poškození hlodavci apod.) i mortalitu. V obou letech s pozdními přízemními mrazy byl v postižených kulturách jednoznačně prokázán pozitivní krycí efekt stávajících přeměňovaných porostů náhradních dřevin (smrku pichlavého). Bukové sazenice vysazené do těsné blízkosti korun smrků byly mrazem méně poškozovány a lépe odrůstaly. Z technických důvodů nebylo možno ve zmíněných letech zmírnění mrazových stresů blíže kvantifikovat, až v současné době to umožňuje instalace uvedených záznamníků teplot. Z dosavadních výsledků měření v průběhu mrazové epizody poškozující výsadby testovaných cílových dřevin lze konstatovat snížení mrazových teplot pod korunami neopadavých jehličnanů (smrk, kleč) v přízemní vrstvě (30 cm nad terénem) až o 2,5 °C a zkrácení doby vystavení mrazu ca o 2 hodiny. Záznamníky teplot byly instalovány v roce 2004 a počítá se s jejich doplněním a víceletým využitím. Dosavadní poznatky proto předkládáme jako předběžné a počítáme s jejich pozdějším upřesněním, například ve vztahu k výšce a hustotě porostu náhradních dřevin. Výsadba cílových dřevin přímo do korun jehličnanů náhradního porostu není běžně prováděna, a vzhledem k různorodosti současných porostů náhradních dřevin lze tento postup doporučit pouze v určitých případech daných zavětvením a hustotou spodní části korun. Avšak i těsná blízkost výsadeb ke korunovému kuželu zajišťuje kontakt s vnitřním chráněným prostředím a zaručuje vyšší ochranu před chladným proudícím vzduchem.

LITERATURA

Balcar, V., Podrázský, V.: Založení výsadbového pokusu v hřebenové partii Jizerských hor. Zprávy lesnického výzkumu, 39, 1994, č. 2, s. 1 – 7.

Balcar, V.: Ekologické krytí výsadeb buku lesního náhradním porostem smrku pichlavého. In: Výsledky a postupy výzkumu v imisní oblasti SV Krušnohoří. Sborník referátů z celostátního semináře konaného v rámci Phare – programu přeshraniční spolupráce ... Teplice, 4. 2. 2000. Sest. M. Slodičák, J. Novák. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2000, s. 85 – 88.

Balcar, V., Kacálek, D.: Výzkum optimálního prostorového uspořádání bukových výsadeb při přeměnách porostů náhradních dřevin v Jizerských horách. Zprávy lesnického výzkumu, 48, 2003, č. 2/3, s. 53 – 61.

Balcar, V., Kacálek, D., Kuneš, I., Podrázský, V.: Jizerka study area. In: Forestry management in the Jizerské hory Mts. Field trip. Jizerské hory Mts., 27. September, 2005. Ed. P. Neuhöferová. Praha, Czech University of Agriculture Prague; Jíloviště-Strnady, Forestry and Game Management Research Institute – Research Station Opočno 2005, s. 11 – 19.

Gloser, J.: Fyziologie rostlin. [Skripta.] Brno, Masarykova univerzita, 1998. 157 s.

Kubelka, L. et al.: Obnova lesa v imisemi poškozované oblasti severovýchodního Krušnohoří. Praha, MZe ČR, 1992. 133 s.

Lokvenc, T. et al.: Zalesňování Krkonoš. Vrchlabí, Správa KRNAP, Opočno VÚLHM VS, 1992. 111 s.

Pavliš, J.: Dlouhodobá koncepce zalesnění imisních holin LZ Klášterec nad Ohří. In: Možnosti obnovy a zvýšení stability lesních porostů v oblastech pod vlivem imisí. Sborník z celostátní konference 13. – 14. října 1988. Ústí nad Labem, Dům techniky ČSVTS 1988, s. 71 – 78.

Smejkal, J. et al.: Generel rekonstrukcí porostů náhradních dřevin v imisní oblasti východního Krušnohoří. Jablonec nad Nisou, Lesprojekt 1994. 90 s. + příl.

SUMMARY

Forest stand shelter effect upon the air temperature dynamics was investigated in the forest research experimental plots in the Jizerské hory Mts. The plots are located on the mountain ridge (VP Jizerka – elevation 980 m) and adjacent shallow mountain valley (VP Kleč – elevation 860 m, fig. 1). Young forest trees on the both sites are often damaged due to late-spring frosts (fig. 4). Therefore, the aim of investigation was to assess, how much older trees can protect plantations by reducing frosts by their shelter.

Air temperature on the plots is continually measured by the automatic Logger S0141 (fa Comet) on three points of VP Jizerka (elevation 980, 973, and 957 m) and one point of VP Kleč (fig. 2). The temperature is measured on free area at 200 cm and 30 cm above soil surface, and just under the tree crown of spruce or mountain pine at 30 cm above soil surface. (Free area = gap in the forest stand larger than 4 m in diameter.) Brief climatological information on the two sites is expressed

by average month air temperatures measured at 200 cm above soil surface in the course of the last year (2005, tab. 1). Detailed measurement results during the “late-spring frost incident” from June 1st to June 2nd 2005 are shown at the tab. 2 and fig. 3. These results showed frost reduction under the shelter of tree crown down to 2.5 °C and shortening of frost duration down to 2 hours in the air layer 30 cm above soil surface. On higher mountain sites with climatic stresses, frost sensitive species (European beech, silver fir etc.) are recommended to be planted close to older coniferous species (spruce, mountain pine) crowns.

PODĚKOVÁNÍ

Za spolupráci při zakládání a provozu výzkumných objektů zaměřených na problematiku obnovy lesů patří náš dík pracovníkům LČR - Lesní správy Frýdlant v Čechách.

Současná šetření na výzkumných plochách a hodnocení získaných výsledků uvedená v předkládaném příspěvku jsou dotována z prostředků dlouhodobého výzkumného záměru MZe ČR č. 0002070201: Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí.

Adresa autorů:

Ing. Vratislav Balcar, CSc.

Ing. Ondřej Špulák

VÚLHM VS Opočno

Na Olivě 550, 517 73 Opočno

balcarv@vulhmop.cz

spulak@vulhmop.cz