

**ROZDÍL PRŮBĚHU TEPLŮ PŘI SEVERNÍM A JIŽNÍM OKRAJI
MLADÉ SMRKOVÉ SKUPINY**

*TEMPERATURE DIFFERENCES BY NORTH- AND SOUTH-FACING MARGINS
OF YOUNG SPRUCE GROUP*

ONDŘEJ ŠPULÁK

ABSTRACT

Aspect of forest stand gap margins limits input and intensity of direct sun light, which significantly affects temperature balance. To convert young conifer stands by climate-sensitive species in harsh mountain conditions, planting near northern side of the nurse crop (spruce individuals and groups) is being recommended. The question is, whether this approach applies also to small clear-cuts in these stands and to artificial renewal by planting saplings (height exceeds 120 cm). In 2010 (from 1st April to 30th October), temperatures near south- and north-facing margins of small young spruce group (mean height 4 m) at heights of 140, 90, 60 and 30 cm above ground were measured. The extreme temperatures were detected at the height of 30 cm. Planting climatically exposed mountain areas with small-sized trees carries a maximal risk of frost damage. South-faced stand margin had warmer climate and higher temperature amplitudes. However, shade-tolerant frost sensitive species which were planted near north-facing margin do not necessarily be at disadvantage: there is a chance of sprouting retardation and avoidance of late-frost period. The heights of 140 cm above ground, which is about 1/3 of spruce stand height, had very similar temperatures regardless of the aspect. If similar or higher ratio of sapling height to nurse spruce height is kept, planting position of saplings seems to be less important compared to the smaller plants.

Keywords: temperature, height above ground, aspect, temperature stress, plants, saplings

Klíčová slova: teplota, výšky nad zemí, orientace, teplotní stres, sazenice, odrostky

Úvod

Umístění, velikost a tvar obnovního prvku určuje variabilitu mikroklimatických poměrů pro následnou obnovu (AUSSENAC 2000). Při obnově dospělého porostu je možné počítat s jeho vlivem na charakter prostředí různě orientovaných porostních okrajů (CHEN et al. 1993). V případě vnášení dřevin do obnovních prvků v přípravných nebo náhradních mladých porostech lze očekávat, že vliv primárního porostu bude limitován hustotou a velikostí obnovované skupiny a s růstem porostu se bude zvyšovat.

Orientace okrajů porostních mezer určuje přístup a intenzitu dopadajícího záření. Sluneční svit je faktor výrazně ovlivňující tepelnou bilanci prostředí (LANGVALL 2000). Potenciál odrůstání výsadeb v horských polohách je v jarním období také výrazně ovlivňován výskytem a intenzitou přizemních mrazíků (BALCAR, KACÁLEK 2008). Jedním z opatření, jak omezit jejich vliv na mraz citlivé dřeviny, je volba vyspělejšího sadebního materiálu (poloodrostky, odrostky).

V klimaticky exponovaných horských polohách je při provádění jednotlivých prosadeb jehličnatých porostů pomocí sadebního materiálu velikosti sazenic doporu-

čována výsadba při severní straně jedinců přeměňovaného porostu, kde se očekává vyšší krycí efekt (BALCAR et al. 2007). Jak ukázala předchozí studie (ŠPULÁK, SOUČEK 2010), ve výšce 40 cm nad zemí je tato poloha vystavena nižším teplotním výkyvům. Otázkou je, nakolik je toto doporučení uplatnitelné také v případě obnovy těchto porostů pomocí maloplošných obnovních prvků a zda je vhodné jej aplikovat i u odrostků, u kterých je citlivé pletivo terminálního výhonu umístěno výše nad zemí.

Cílem studie je proto vyhodnotit a vzájemně porovnat vývoj teplot v různých výškách nad zemí při severním a jižním okraji porostní stěny mladé smrkové skupiny o šířce 10 m v klimaticky exponované horské lokalitě a stanovit důsledky pro výsadbu.

METODIKA

Monitoring průběhu teplot v rámci smrkové mlaziny až nastávající tyčkoviny probíhal na horní části výzkumné plochy Jizerka v Jizerských horách (50°49'34" SZŠ a 15° 21'19" VZD). Stanoviště leží ve vrcholové části mírného JZ svahu v nadmořské výšce 970 m a je řazeno do lesního typu kyselá smrčina třtinová (8K2). Na velkoplošnou kalamitní holinu byla v devadesátých letech dvacátého století vysazena na arové čtvercové parcely s náhodným opakováním celá řada dřevin (BALCAR, PODRÁZSKÝ 1994).

Pro měření teplot byla vybrána parcela smrku ztepilého (výsadba z roku 1993) o průměrné výšce cca 4 m a hustotě porostu 4000 jedinců na hektar (stav v roce 2010). Parcela o výsadbové velikosti 10 x 10 m v rovinatém terénu je ze západní i východní strany ohraničena přilehlými parcelami břízy karpatské (průměrná výška cca 3,2 m), ze severu a z jihu navazuje na cca 5 m široký volný pás.

Při středu porostní stěny jižního a severního porostního okraje, cca 40 cm od okraje koruny nejbližších smrků, byly instalovány teplotní záznamníky (Comet System, S141). Čidla byla umístěna ve výškách 140 cm, 90 cm, 60 cm a 30 cm nad zemí (při jižním okraji porostní stěny značeny J_140, J_90, J_60 a J_30 a při severním S_140, S_90, S_60 a S_30). Měření bylo instalováno v roce 2009. V této studii bylo zpracováno rozšířené vegetační období od 1. 4. 2010 do 31. 10. 2010. Interval měření byl 15 min., s výjimkou měsíce dubna, v kterém byly hodnoty získané v 30min. intervalu měření z důvodů zajištění kompatibility výpočtů do 15min. intervalů interpolovány. S ohledem na charakter stanoviště je jako vegetační označováno období od 1. 5. 2010 do 30. 9. 2010.

Pro posouzení relativní přesnosti měření v čase byly vybrané úseky datových řad porovnávány pomocí korelačních koeficientů a graficky jak vzájemně tak s dodatečnými čidly umístěnými v blízkosti experimentu.

VÝSLEDKY

Průběh teplot v jednotlivých polohách experimentální smrkové skupiny, stejně tak jako relativní poměr sledovaných charakteristik, se během hodnoceného období lišil. Nejvyšší průměrné teploty jak za vegetační, tak za celé období byly po-

zorovány ve výšce 60 cm při jižním okraji porostu, nejnižší ve výšce 30 cm při severním okraji (tab. 1). K navýšení průměrných teplot v poloze J_60 došlo během první poloviny sledovaného období (IV – VI).

Průběh průměrných teplot ve výšce 140 cm nad zemí při severním i jižním okraji porostu byl během období obdobný – rozdíly měsíčních teplot se pohybovaly v rozmezí -0,18 až 0,23 °C, celkový průměr byl shodný (tab. 1). Mezi srovnatelnými výškami obou porostních okrajů byl nejvyšší rozdíl zaznamenán v 60 cm nad zemí. Až na výjimku (květen, výška 30 cm) byly průměrné měsíční teploty při jižním okraji vyšší. V porovnání s ostatními výškami se poloha rozdílů mezi J a S v jednotlivých měsících nejvýrazněji měnila ve 30 cm nad zemí – ke konci sledovaného období byl pozorován nárůst rozdílů. Ve vegetační době se průměrné teploty v jednotlivých polohách pohybovaly v rozmezí 11,2 °C (S_30) a 11,8 °C (J_60).

Tab. 1: Průměrné měsíční teploty, průměrné teploty za vegetační období a celkem (°C) ve výškách 140, 90, 60 a 30 cm nad zemí na jižním (J) a severním porostním okraji (S) a rozdíl teplot ve shodných výškách nad zemí

Mean month temperature, mean temperature of vegetation period and whole period (°C) 140, 90, 60 and 30 cm above ground by the south- (J) and north-facing (S) stand margins and the differences between south and north positions in identical heights

Měsíc	Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30
IV	4,95	5,00	5,14	4,92	5,07	4,64	4,58	4,43	-0,12	0,37	0,55	0,49
V	7,35	7,47	7,56	7,47	7,53	7,38	7,54	7,55	-0,18	0,09	0,02	-0,08
VI	13,26	13,23	13,37	13,14	13,21	12,84	12,78	12,86	0,05	0,39	0,59	0,28
VII	16,59	16,35	16,34	16,03	16,35	15,74	15,53	15,35	0,23	0,61	0,81	0,68
VIII	13,64	13,70	13,70	13,70	13,74	13,31	13,25	13,17	-0,10	0,39	0,45	0,53
IX	8,24	8,22	8,23	8,22	8,25	7,84	7,80	7,57	-0,01	0,38	0,43	0,65
X	3,82	3,75	3,72	3,68	3,69	3,23	3,11	2,65	0,13	0,53	0,61	1,03
Veget. obd. (V-IX)	11,72	11,71	11,76	11,63	11,73	11,34	11,30	11,23	-0,01	0,37	0,45	0,41
Celkem	9,60	9,58	9,63	9,51	9,60	9,19	9,14	9,00	0,00	0,39	0,49	0,51

Veget. obd. = Vegetation period, Celkem = Whole period

Nejvyšší **průměrné hodnoty denních maxim** za vegetační dobu i celé období byly naměřeny v poloze J_30 (20,5 a 18,1 °C), nejnižší pak v poloze S_90 (17,8 a 15,4 °C). S výjimkou polohy S_90 ve vegetační době byla pozorována zřetelná negativní korelace mezi výškou nad zemí a průměrem denních maxim. Měsíční průměry denních maxim na severu byly v naprosté většině případů nižší než v příslušné výšce při jižním okraji (tab. 2A). Nejméně se v průběhu sledovaného období hodnoty lišily ve výškách 140 cm nad zemí, v době od května do srpna byly malé rozdíly pozorovány mezi výškami 30 cm nad zemí.

Co se **průměrných denních minim** týče, nejvyšších hodnot v průběhu celého i vegetačního období bylo dosaženo v poloze S_140, přes relativní kolísání měsíčních průměrů byl rozdíl této polohy oproti srovnatelné výšce při jižním okraji (J_140) minimální (do 0,2 °C, tab. 2B). Nejnižší hodnoty pak byly zachyceny v poloze S_30. Ve výšce 30 cm nad zemí byl také pozorován nejvýraznější rozdíl mezi jižním a severním okrajem. S výjimkou výšky 140 cm nad zemí byly měsíční průměry denních minim vždy vyšší při jižním okraji.

Tab. 2: Průměry denních maximálních (A), minimálních teplot (B) a teplotních amplitud (C) za měsíce, vegetační dobu a celé období ve výškách 140, 90, 60 a 30 cm nad zemí a rozdíl hodnot mezi teplotami při jižní (J) a severní (S) porostní stěně
Means of day maximal (A), minimal temperatures (B) and temperature amplitudes (C) for months (Měsíc), vegetation period (Veget. obd.) and whole period (Celkem) 140, 90, 60 and 30 cm above ground by the south- (J) and north-facing (S) stand margins and the differences between south and north positions in identical heights

A) Maxima		Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30	
IV	11,93	12,84	14,14	13,37	11,76	11,39	11,47	11,66	0,17	1,46	2,67	1,71	
V	12,60	13,15	13,81	13,46	12,60	12,91	13,11	13,19	0,00	0,24	0,71	0,27	
VI	21,81	22,25	23,67	23,73	20,45	20,58	20,87	23,13	1,36	1,67	2,80	0,60	
VII	25,32	25,63	26,90	27,39	23,94	23,66	23,99	26,73	1,39	1,98	2,91	0,67	
VIII	19,38	20,12	20,94	21,63	19,61	19,20	19,40	21,02	-0,23	0,92	1,54	0,61	
IX	14,70	15,10	15,79	16,57	13,41	13,15	13,27	14,22	1,29	1,95	2,52	2,35	
X	9,39	9,70	10,00	10,99	7,95	7,55	7,52	7,52	1,45	2,15	2,48	3,47	
Veget. obd. (V-IX)	18,68	19,17	20,14	20,47	17,94	17,84	18,06	19,58	0,74	1,34	2,08	0,89	
Celkem	16,37	16,89	17,81	18,08	15,60	15,42	15,59	16,69	0,77	1,47	2,22	1,39	

B) Minima		Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30	
IV	0,40	0,08	-0,10	-0,27	0,31	-0,34	-0,66	-1,21	0,09	0,42	0,56	0,93	
V	3,87	3,77	3,74	3,65	4,05	3,59	3,50	3,25	-0,19	0,18	0,24	0,41	
VI	7,19	6,78	6,48	5,99	7,43	6,69	6,26	5,24	-0,24	0,09	0,22	0,75	
VII	10,98	10,40	9,83	9,06	10,84	9,75	9,04	7,36	0,13	0,64	0,79	1,70	
VIII	9,69	9,48	9,25	8,91	9,51	8,88	8,55	7,34	0,18	0,60	0,70	1,57	
IX	4,73	4,54	4,20	3,75	4,80	4,11	3,69	2,52	-0,08	0,43	0,50	1,23	
X	0,36	0,11	-0,19	-0,69	0,50	-0,31	-0,75	-1,83	-0,14	0,42	0,56	1,14	
Veget. obd. (V-IX)	7,26	6,97	6,68	6,25	7,30	6,58	6,19	5,13	-0,04	0,39	0,49	1,13	
Celkem	5,28	4,99	4,71	4,32	5,31	4,59	4,20	3,21	-0,03	0,40	0,51	1,10	

C) Amplitudy	Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
	Měsíc	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60
IV	11,53	12,77	14,24	13,64	11,45	11,73	12,13	12,87	0,08	1,04	2,11	0,78
V	8,73	9,38	10,07	9,81	8,54	9,32	9,60	9,95	0,19	0,06	0,47	-0,13
VI	14,62	15,47	17,19	17,74	13,02	13,89	14,61	17,89	1,60	1,58	2,57	-0,15
VII	14,35	15,23	17,07	18,33	13,10	13,90	14,95	19,37	1,25	1,33	2,12	-1,04
VIII	9,69	10,64	11,69	12,72	10,11	10,32	10,85	13,68	-0,42	0,31	0,85	-0,96
IX	9,97	10,56	11,60	12,82	8,61	9,04	9,58	11,70	1,36	1,52	2,02	1,12
X	9,04	9,59	10,19	11,68	7,45	7,85	8,27	9,35	1,59	1,74	1,92	2,33
Veget. obd. (V-IX)	11,42	12,21	13,47	14,22	10,64	11,26	11,88	14,45	0,78	0,95	1,59	-0,23
Celkem	11,09	11,90	13,10	13,76	10,29	10,83	11,39	13,48	0,80	1,08	1,71	0,29

Průměry denních amplitud byly celkově nejvyšší v poloze J_30, za vegetační dobu pak tuto polohu předčila srovnatelná výška nad zemí na severu (S_30). Nejmenší průměrné kolísání teplot bylo zaznamenáno při severním okraji ve výšce 140 cm nad zemí (tab. 2C). Rozdíl mezi jižním a severním okrajem byl nejnižší ve výškách 30 cm nad zemí, naproti tomu nevyšší v 60 cm. S výjimkou výšek 30 cm nad zemí ve vegetační době a výšek 140 cm v srpnu byly průměrné měsíční amplitudy při jižním okraji v porovnání se severním vyšší.

Delší **mrazové epizody** (hodnoty pod bodem mrazu, minimální hodnoty zobrazeny v tab. 3C) se na lokalitě v průběhu sledovaného období vyskytovaly v měsících duben a říjen, ojedinělý výskyt mrazíků byl pozorován také v září, červnu a květnu (řazeno podle klesajícího počtu naměřených mrazových hodnot). Četnější výskyt mrazových hodnot byl při severním okraji porostu než při jižním (tab. 3A), rozdíly mezi průměrnými zápornými teplotami mezi J a S polohou se pohybovaly v rozmezí do 0,5 °C (tab. 3B). Nejvyšší rozdíl byl pozorován mezi přízemními teplotami, kde v každém měsíci byly průměrné záporné teploty při jižním okraji porostu v porovnání se severním vyšší (tzn. nižší mráz). **Měsíční minimální teploty** i v průběhu vegetační doby dosahovaly až -2,3 °C (poloha S_30, září) (tab. 3C). Také minimální teploty byly až na výjimky vyšší při jižním okraji porostu.

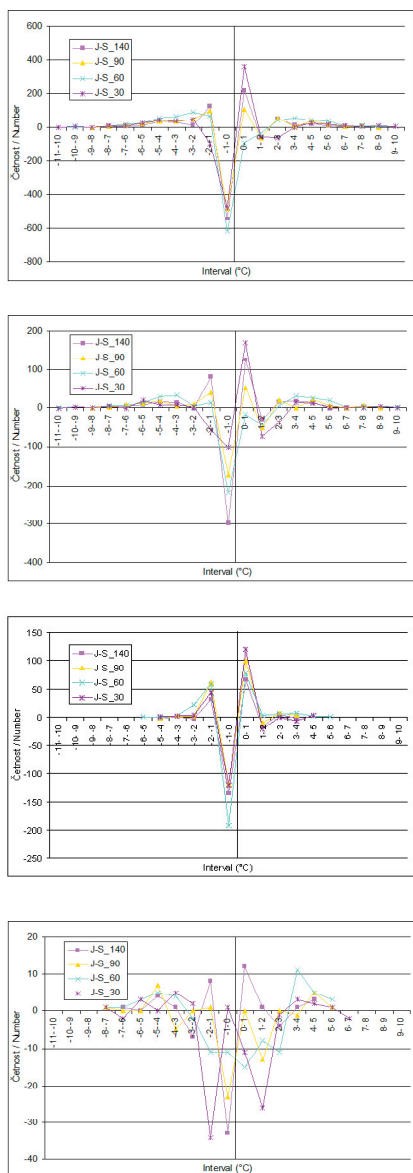
Pro posouzení dynamiky teplot v jednotlivých sledovaných polohách byly vypočteny teplotní **rozdíly mezi hodnotami v po sobě jdoucích termínech měření**. Stálost teplot mezi termíny měření (rozdíl mezi termíny rovný 0) se vyskytovala ve 14,5 až 16,0% případů, častější byla při jižním okraji porostu. Změny teplot mezi po sobě jdoucími 15min termíny měření se v celém období pohybovaly v rozmezí -11 až +10 °C, během jarních měsíců (duben, květen) se interval z počátečního -6 až +6 °C postupně zvyšoval (obr. 1). Nejčastěji byly zastoupeny hodnoty v intervalech <-1; 0) °C a (0; 1> °C. V těchto intervalech byly také největší četnostní rozdíly mezi jihem a severem a odpovídajícími výškami při jižní a severní porostní stěně.

Tab. 3: Počet (A) a průměr (B) naměřených záporných teplot (°C) a teplotní minima (C) za měsíce, vegetační dobu a celé období ve výškách 140, 90, 60 a 30 cm nad zemí a rozdíl hodnot mezi teplotami při jižní (J) a severní (S) porostní stěně
Number (A) and mean (B) of measured below-zero temperatures (°C) and minimal temperatures (C) for months (Měsíc), vegetation period (Veget. obd.) and whole period (Celkem) 140, 90, 60 and 30 cm above ground by the south- (J) and north-facing (S) stand margins and the differences between south and north positions in identical heights

A) Počet		Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30	
IV	471	476	494	526	434	526	536	598	37	-50	-42	-72	
V								1				-1	
VI				6			2	15			-2	-9	
VII													
VIII													
IX	2	2	2	17	2	9	18	129	0	-7	-16	-112	
X	584	634	709	777	538	703	791	895	46	-69	-82	-118	
Veget. obd. (V-IX)	2	2	2	23	2	9	20	145	0	-7	-18	-122	
Celkem	1057	1112	1205	1326	974	1238	1347	1638	83	-126	-142	-312	

B) Průměr		Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30	
IV	-1,57	-1,67	-1,66	-1,66	-1,58	-1,71	-1,85	-2,03	0,00	0,04	0,18	0,37	
V								-0,40				0,40	
VI				-0,42			-0,20	-0,49			0,20	0,07	
VII													
VIII													
IX	-0,55	-0,40	-0,55	-0,31	-0,30	-0,29	-0,44	-0,81	-0,25	-0,11	-0,11	0,50	
X	-1,53	-1,47	-1,57	-1,84	-1,45	-1,54	-1,63	-2,34	-0,08	0,06	0,06	0,50	
Veget. obd. (V-IX)	-0,55	-0,40	-0,55	-0,34	-0,30	-0,29	-0,42	-0,78	-0,25	-0,11	-0,13	0,44	
Celkem	-1,55	-1,56	-1,60	-1,74	-1,50	-1,60	-1,70	-2,09	-0,04	0,04	0,09	0,35	

C) Minima		Jižní okraj				Severní okraj				Rozdíl mezi shodnými výškami			
Měsíc	J_140	J_90	J_60	J_30	S_140	S_90	S_60	S_30	J-S_140	J-S_90	J-S_60	J-S_30	
IV	-4,9	-6,0	-5,9	-5,8	-4,8	-6,1	-7,0	-7,6	-0,1	0,1	1,1	1,8	
V	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	-0,4	-0,2	0,1	0,1	0,8	
VI	2,1	0,7	0,5	-0,7	2,0	0,8	-0,2	-1,2	0,1	-0,1	0,7	0,5	
VII	6,2	4,6	3,8	1,9	6,3	4,5	3,2	0,6	-0,1	0,1	0,6	1,3	
VIII	3,5	3,5	3,3	3,0	3,5	3,1	2,9	1,5	0,0	0,4	0,4	1,5	
IX	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,5	-0,6	-1,0	-2,3	-0,1	0,2	0,4	1,7	
X	-5,1	-6,1	-6,5	-7,4	-5,4	-7,3	-7,8	-9,4	0,3	1,2	1,3	2,0	
Veget. obd. (V-IX)	-0,6	-0,4	-0,6	-0,7	-0,5	-0,6	-1,0	-2,3	-0,1	0,2	0,4	1,6	
Celkem	-5,1	-6,1	-6,5	-7,4	-5,4	-7,3	-7,8	-9,4	0,3	1,2	1,3	2,0	



Obr. 1: Rozdíl četností teplotních diferencí mezi měřeními v 15 min. intervalech v termínu od 1. 4. do 31. 10. 2010 (1), ve vegetačním období od 1. 5. do 30. 9. 2010 (2), v měsíci dubnu (3) a květnu (4) mezi odpovídajícími výškami nad zemí (140, 90, 60 a 30 cm) jižního a severního okraje porostní stěny

Differences in numbers of temperature differences between 15min intervals in whole observed period (from 1st April to 31st October 2010, 1), in vegetation period (from 1st May to 30th September 2010, 2), in April (3) and in May (4) between identical heights (140, 90, 60 and 30 cm above ground) by the south- (J) and north-facing (S) stand margins

Jak v průběhu celého období, tak při posuzování vegetační doby byl v porovnání s protilehlou polohou při severním okraji porostní stěny četnější výskyt mírných poklesů teplot (změny teplot v intervalu $<-1; 0$), zatímco při jižním okraji byl četnější mírný nárůst (změny teplot v intervalu $(0; 1>$). Výskyt teplotních diferencí nad $\pm(2) 3^\circ\text{C}$ byl celkově častější při jižním okraji porostu. Četnosti v jednotlivých intervalech během měsíců kolísaly, s výjimkou specifického května (obr. 1) si však zachovávaly základní charakter grafu četností celého sledovaného období.

DISKUSE A ZÁVĚRY

Kromě polohy se na vývoji teplot výrazně podílí konkrétní průběh počasí. K vyrovnanějšímu průběhu teplot dochází v případě oblačných dní, ještě výraznějším stabilizačním prvkem jsou vysoká vzdušná vlhkost a deště. Přístup přímého záření přes stínící prvky při střídavé oblačnosti vede k neregulárnímu ohřevu prostředí. Na pronikání tepla se podílí také proudění vzduchu, větrné počasí teplotně homogenuje prostředí. Převládajícím směrem větru na lokalitě byl za období 2008-10 jihozápadní směr, následovaný větry severními (BALCAR et al., nepublikované výsledky). Díky variabilitě počasí pak při porovnávání různých poloh v rámci světových stran vliv konkrétního průběhu počasí roste se zkracováním srovnávané periody. Na druhou stranu, je-

-li cílem posoudit vývoj teplot v jednotlivých polohách ve vztahu k výsadbám, je důležité soustředit se zvláště na časové úseky možných klimatických stresů, jako jsou např. pozdní přízemní mrazy. Vlivem náhlých mrazů mimo zimní období může dojít až k okamžité destrukci a odumření buněčné protoplazmy, a to v důsledku tvorby ledu v pletivech (BEADLE a SANDS 2004, REBETEZ et al. 2004). Uvádí se, že mimo zimní období voda v apoplastu (tj. systému buněčných stěn a mezibuněčných prostor) začíná běžně mrznout při teplotách -1 až -3 °C, v závislosti na obsahu látek, které snižují bod tuhnutí (GLOSER 1998, REBETEZ et al. 2004). S ohledem na variabilitu počasí v období zpracovávaném v této studii se pro celkové porovnání sledovaných poloh jevil jako optimální krok po jednotlivých měsících.

Rychlost ohřevu přes den i tepelného vyzařování v průběhu noci je u přízemních vrstev dána charakterem povrchu půdy. Rozvoj bylinné vegetace na jaře i její senescence během podzimu mění schopnost akumulace i přenosu tepla do půdy. Vrstva odumřelé trávy snižuje tepelnou vodivost povrchu půdy a tím způsobuje výskyt teplotních extrémů v poledních i nočních hodinách. Tento jev je značně nevýhodný, obzvláště v lesnictví (GEIGER 1950). Na druhou stranu humusová vrstva brání promrzání půdy při holomrazech. Ve vegetačním krytu severního i jižního okraje smrkové parcely v našem pokusu převládala třtina chloupkatá o srovnatelné hustotě. Porost třtiny i drn tak měl na obou stranách obdobné vlastnosti odrážející se v přenosu tepla do vyšších vrstev vzduchu.

Z hlediska většiny sledovaných charakteristik v daném období se v našem experimentu jako extrémnější jeví na sever orientovaný porostní okraj: průměrné přízemní teploty, ovlivněné nižšími minimálními i maximálními teplotami, zde byly nižší, čteněji se vyskytovaly teploty pod bodem mrazu. Na druhou stranu, s výjimkou polohy S_30 ve vegetační době, zde byly pozorovány menší teplotní amplitudy, které znamenají stálejší mikroklima. O stálejším mikroklimatu při severním okraji porostu hovoří také nižší četnosti výskytů teplotních diferencí mezi 15-min termíny měření převyšujících $\pm(2) 3$ °C při porovnávání srovnatelných výšek nad zemí. Pozice ve výškách 140 cm nad zemí si byly velice blízké průměrnými teplotami, minimy i maximy, průměrné teplotní amplitudy však byly více srovnatelné ve výškách 30 cm. Mrazíky se v rámci poloh J_140 a S_140 ve vegetační době sledovaného roku téměř nevyskytovaly.

Nižší průměrné teploty ve vegetační době při severním porostním okraji, stejně tak jako nižší teplotní amplitudy, korespondují s teplotami naměřenými ve výšce 40 cm nad zemí při okraji koruny samostatně stojícího mladého jedince smrku v Krkonoších (ŠPULÁK, SOUČEK 2010). Při severní straně koruny smrku však bylo ve zmiňované studii v porovnání s jihem zaznamenáno o dvě třetiny méně hodnot pod bodem mrazu. Také průměr denních minimálních teplot byl na severním okraji koruny vyšší a denních maximálních teplot nižší. Shodný efekt byl ve studii pozorován i ve vzdálenosti 60 cm od okraje koruny.

To jsou zjištění v kontrastu k výsledkům předkládané práce. Avšak, na rozdíl od sledování teplot v těsné blízkosti jednotlivě stojícího jedince (ŠPULÁK, SOUČEK 2010), posuzujeme v tomto experimentu teploty při středu porostního okraje

čtvercové parcely smrku o výsadbové šířce 10 m (efektivní šířka smrkové skupiny bude však vyšší o délku větvi). Oproti jedinci smrku smrková skupina vytváří rozsáhlejší a kompaktní celek omezující pronikání přímého slunečního záření na její severní okraj prakticky po celý den. Tím dochází, v porovnání s jižně exponovaným okrajem, k menšímu prohřívání povrchu půdy přes den a zároveň i hlubšímu vychladání v období radiačního typu počasí. Při jižním okraji pak lze očekávat také vliv akumulace tepla povrchy smrkových korun při ozáření. S rostoucí vzdáleností od okrajů pak zmiňované efekty budou klesat.

V našem experimentu je, oproti situaci v rámci kotlíku či malé holé seče, posuzován vliv pouze severního a jižního porostního okraje. Průběh teplot na malé holé seči bude dodatečně ovlivňován také stíněním východním a západním porostním okrajem. V závislosti na velikosti seče tak lze předpokládat menší rozdíly mezi hodnocenými charakteristikami sledovaných poloh.

Experiment ukazuje, že vzájemný poměr teplot v rámci severojižní orientace a různých výšek nad zemí je proměnlivý a nelze ho charakterizovat pouze jednou hodnotou (např. průměr). U porostní skupiny cca 4 m vysokého smrku o výsadbové šířce 10 m v našem experimentu byl pozorován zcela odlišný průběh teplot při severním a jižním okraji v porovnání se studií zaměřenou na jednotlivě stojícího jedince smrku (ŠPULÁK, SOUČEK 2010). Porostní stěna působila zřejmě jako výrazný stínící prvek proti průniku přímého záření k jejímu severnímu okraji. Podle očekávání představovala i při porostním okraji mladé smrkové skupiny výška 30 cm nad zemí z hlediska vývoje teplot extrémní polohu, zvláště při severním okraji porostu. Z tohoto pohledu výsadba sazenic menších rozměrů představuje na exponovaných lokalitách maximální riziko poškození klimatickými stresy.

Rovněž je nezbytné při hodnocení vhodnosti vybrané polohy pro výsadby přihlížet k ekologickým vlastnostem vysazovaných dřevin. Pro stínomilné citlivé dřeviny horských poloh (buk, jedle) chladnější poloha při severním okraji porostu nemusí být překážkou. Celkově nižší teploty a nižší teplotní amplituda, vyplývající z redukováného přístupu záření, mohou opozdit rašení a sazenice se tak mohou vyhnout obdobím kritických mrazů.

Výšky 140 cm nad zemí, představující v našem případě cca jednu třetinu výšky přípravného porostu smrku, si byly po teplotní stránce velice blízké. Shodná výška při okrajích samostatně stojícího jedince smrku by skýtala ještě menší rozdíly v průběhu teplot. Experiment tak zároveň naznačuje, že u odrostků, při zachování srovnatelného (1/3) nebo většího poměru mezi výškou sadebního materiálu a výškou přeměňovaného porostu, je již z hlediska teplot umístění výsadby v rámci obnovního prvku méně významné.

PODĚKOVÁNÍ:

Článek vznikl za podpory výzkumného záměru MZe ČR č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- AUSSENAC G. 2000. Interactions between forest stands and microclimate: Ecophysiological aspects and consequences for silviculture. *Ann. For. Sci.* 57: s. 287-301.
- BALCAR V., KACÁLEK D. 2008. European beech plated into spruce stands exposed to climatic stresses in mountain areas. *Austrian Journal of Forest Science*. 125: s. 27-38.
- BALCAR V., PODRÁZSKÝ V. 1994. Založení výsadbového pokusu v hřebenové partii Jizerských hor. *Zprávy lesnického výzkumu*, 39, č. 2: s. 1-7.
- BALCAR V., SLODIČÁK M., KACÁLEK D., NAVRÁTIL P. 2007. Metodika postupů přeměn porostů náhradních dřevin v imisních oblastech. Recenzované metodiky pro praxi. *Lesnický průvodce*. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 34 s.
- BEADLE C., SANDS R. 2004. *Physiology and Silviculture*. In: *Encyclopedia of Forest Sciences, Volume Four*. Oxford, Elsevier: 2061 s.
- GEIGER R. 1950. *The climate near the ground*. Harvard University Press Cambridge, Massachusetts: 482 s.
- GLOSER J. 1998. *Fyziologie rostlin*. Skripta. Brno, Masarykova univerzita: 157 s.
- CHEN J., FRANKIN J. F., SPIES T. A. 1993. Contrasting microclimates among clear-cut, edge and interior of old-growth Douglas-fir forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 63: s. 219-237.
- LANGVALL O. 2000. *Interactions between Near-Ground Temperature and Radiation, Silvicultural Treatments and Frost Damage to Norway Spruce Seedlings*. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Alnarp: 35 s.
- REBETEZ M., REINHARD M., BUTTLER A. 2004. *Forests, Tree Physiology and Climate*. In: *Encyclopedia of Forest Sciences, Volume Four*. Oxford, Elsevier: 2061 s.
- ŠPULÁK O., SOUČEK J. 2010. Differences of air temperature in the interior and around the crown of young Norway spruce tree. *Opera Corcontica* 47, Suppl. 1: s. 225-238.

Adresa autora:

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