

KLIMATICKÉ PODMÍNKY NA VÝZKUMNÉ PLOŠE JIZERKA. II - TEPLOTA, VÍTR A SLUNEČNÍ SVIT

CLIMATIC CONDITIONS IN THE JIZERKA EXPERIMENTAL PLOT. II - TEMPERATURE, WIND AND RADIATION

VRATISLAV BALCAR¹⁾ - ONDŘEJ ŠPULÁK¹⁾ - DUŠAN KACÁLEK¹⁾ - IVAN KUNEŠ²⁾¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady²⁾Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

ABSTRACT

The Jizerka experimental plot was established to investigate prosperity of ca 30 tree species under conditions of formerly air-polluted mountainous site, the Jizera Mts., northern Bohemia. Tree species perform dependence on their vigor, inherited abilities and response to environmental conditions. Among all properties of the site, climate is a principal factor influencing both growth rate and survival of the tree species. Therefore, meteorological conditions have been investigated since 1993 within the experiment which was established in 1990. Since 1996, climatic characteristics have been investigated using automatic loggers. Mean annual temperature was 5.0 °C between 1997 and 2010. The temperature was higher compared to expected range of values in literature. As for wind conditions we found that increasing height of trees slowed down wind speed. Annual value of global radiation was 3894 MJ.m⁻² and both duration and intensity of solar radiation were comparable with values recorded by stations being operated by the Czech Hydrometeorological Institute. The results of the temperature, wind and radiation monitoring presented here are connected with the precipitation and soil humidity monitoring published as the first part of climatic conditions in the Jizerka experimental plot (BALCAR et al. 2012).

Klíčová slova: Jizerské hory, klima - teplota, vítr, sluneční svit, srážky, vlhkost, prosperita lesních dřevin

Key words: Jizera Mts, climate, tree species prosperity

ÚVOD

Charakter místního podnebí a průběh meteorologických prvků výrazně ovlivňuje stanovištní podmínky lesa. Dlouhodobý monitoring meteorologických prvků v lesnictví umožňuje hodnotit kolísání klimatu a výskyt stresových událostí v rámci let. Tyto informace pak mohou sloužit k úpravě volby dřevin i obnovních postupů v závislosti na charakteru stanoviště.

Předkládaná práce uvádí a hodnotí výsledky měření dynamiky teploty vzduchu a půdy, směru a rychlosti větru a intenzity slunečního záření na výzkumné ploše Jizerka v období 1994 až 2010 a navazuje tak na publikované výsledky monitoringu srážek a půdní vlhkosti na této lokalitě (BALCAR et al. 2012). Prezentovány jsou také souhrnné výsledky a poznatky zahrnující vztahy a souvislosti mezi zjištěnými parametry všech sledovaných meteorologických prvků na lokalitě (tj. vč. srážek a půdní vlhkosti).

METODIKA

Výzkumná plocha

Výzkumná plocha Jizerka (VP Jizerka) byla založena na Středním Jizerském hřebenu v roce 1990, a to na kalamitní holině vzniklé celoplošným vytěžením smrkové kmenoviny těžce poškozené imisní zátěží v období zhruba 1975 – 1989. Cílem výzkumných šetření je zde sledování a vyhodnocování vývoje výsadeb širokého sortimentu lesních dřevin (ca 30 taxonů), vlivu melioračních a fytomelioračních opatření, včetně reakcí dřevin na specifické stresy, které se na vybrané (pro danou oblast modelové) lokalitě vyskytují. S využitím taktó získaných exaktních poznatků se počítá při návrzích obnovních cílů a postupů při obnově lesa ve vyšších horských polohách oblastí postižených imisními stresy. Součástí výzkumných aktivit je i kontinuální sledování dynamiky růstových podmínek – meteorologických, imisních a půdních. Více podrobností o výzkumné ploše je uvedeno v první části hodnocení meteorologických prvků na VP Jizerka (BALCAR et al. 2012) a dalších studiích (BALCAR 1998; SLODIČÁK et al. 2005).

Monitoring teploty vzduchu a půdy, vzdušného proudění a sluneční radiace

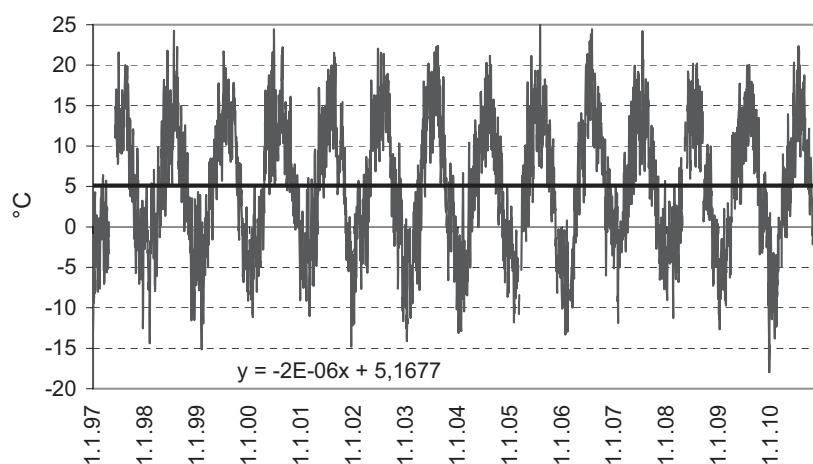
Teplota vzduchu (+200 cm a +30 cm nad úrovní terénu) a půdy (-20 cm), směr a rychlost vzdušného proudění a intenzita slunečního záření je na lokalitě výzkumné plochy měřena automatickou stanicí (v období 1996 – 2007 model Noel 2000, od roku 2007 nástupný model LEC 3000). V letech 2003 a 2004 bylo měření teplot vzduchu rozšířeno instalací záznamníků Logger S0141 (fa Comet System). Tři záznamníky (v horní, střední a dolní části výzkumné plochy, nadmořské výšky ca 980, 970 a 960 m) měří teploty vzduchu na volné ploše ve výškách 200 a 30 cm.

Pro účely této práce byly do zpracování zahrnuty výsledky měření uvedených meteorologických prvků v období 1997 až 2010. S ohledem na

charakter stanoviště bylo jako vegetační označeno období od 1. května do 31. října. Rychlost větru byla hodnocena podle Beaufortovy stupnice, jak ji uvádí SOBÍŠEK et al. (1993), anglické názvy stupňů jsou podle autora MCHENRY et al. (1993). Výpočty byly provedeny v programech MS Excel 2003, Instat+ 3.36 a UniStat 5.6.

VÝSLEDKY

Teplota vzduchu měřená automatickou stanicí (dále Noel) ve výšce 200 cm nad úrovní terénu vykazovala dlouhodobý roční průměr (leden 1997 až prosinec 2010) +5,0 °C, nejchladnějším byl rok 2010 s průměrnou teplotou +3,4 °C. V hodinových termínech se teploty pohybovaly v rozmezí -21,6 °C (leden 2006) až +31,6 °C (červenec



Obr. 1.

Průměrné denní teploty (°C) vzduchu 200 cm nad terénem vypočtené z dat měřených stanicí Noel; silná čára uprostřed představuje lineární trend proložený křivkou denních hodnot teploty vzduchu

Fig. 1.

Mean daily air temperatures (°C) at 200 cm above the ground based on the data measured by Noel station; bold line in the middle approximates the curve of daily air temperature

Tab. 1.

Průměrné měsíční teploty (°C) vzduchu 200 cm nad terénem vypočtené z dat měřených stanicí Noel

Mean monthly air temperatures (°C) at 200 cm above the ground based on the data measured by Noel station

Rok/Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Průměr
1997	-4,0	-2,0	0,1			13,0	13,0	16,0	10,0	2,3	0,0	-2,0	
1998	-2,0	0,0	-2,0	5,7	9,8	13,0	13,0	13,0	9,3	4,0	-3,0	-4,0	4,7
1999	-3,0	-5,0	0,8	4,8	9,8	11,0	15,0	14,0	14,0	4,7	-1,0	-4,0	5,1
2000	-5,0	-2,0	-0,7	7,5	12,0	13,7	11,3	15,4	10,0	8,4	3,0	-1,0	6,1
2001	-3,6	-2,4	-0,7	3,2	11,1	10,6	15,0	15,6	8,0	9,3	-1,1	-5,2	5,0
2002	-2,3	0,2	1,1	4,1	12,8	13,4	14,9	16,4	9,1	3,1	1,5	-5,2	5,8
2003	-5,4	-5,2	0,4	3,2	11,4	15,3	14,6	16,5	10,6	1,1	2,9	-2,7	5,2
2004	-6,7	-3,3	-0,8	5,1	7,1	11,3	13,3	14,8	9,7	6,3	0,0	-2,7	4,5
2005	-3,7	-5,7	-2,7	5,5	9,6	12,2	14,7	12,7	12,0	7,3	-0,7	-3,9	4,8
2006	-5,2	-6,3	-3,6	4,5	9,2	14,1	19,6	12,0	13,4	8,0	2,7	0,0	5,7
2007	-1,2	-1,3	2,2	7,7	11,3	14,1	13,6	13,8	7,5	3,8	-2,2	-2,7	5,6
2008	-2,5	-1,3	-1,5	3,6	10,2	13,3	13,6	13,1	7,9	5,0	1,1	-2,9	5,0
2009	-6,2	-4,8	-1,0	8,9	9,2	10,2	13,9	14,6	11,1	2,7	2,1	-4,8	4,7
2010	-8,4	-5,3	-1,1	4,2	6,7	12,4	16,2	13,0	7,5	3,0	0,7	-8,6	3,4
Průměr	-4,2	-3,2	-0,7	5,2	10,0	12,7	14,4	14,4	10,0	4,9	0,4	-3,6	5,0

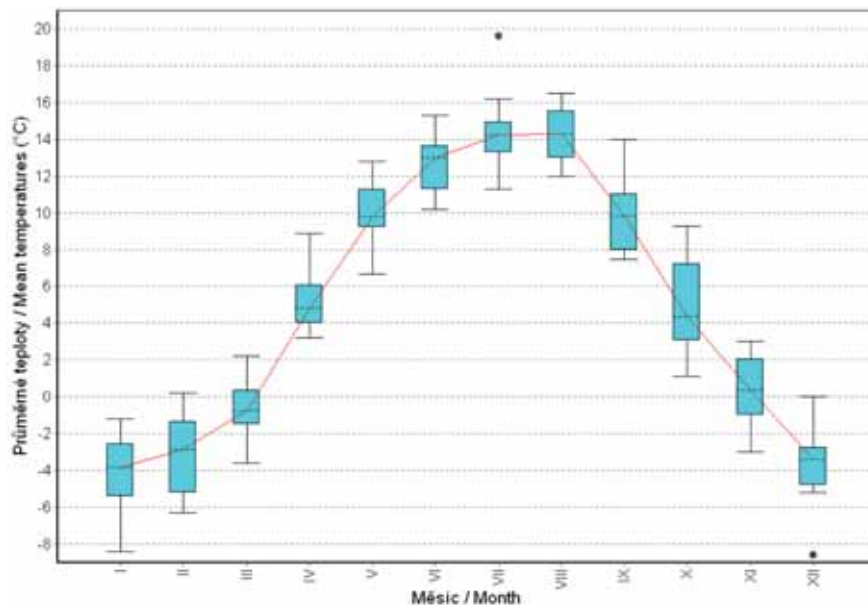
Captions: months (I. – XII.); mean value (průměr)

2005). Průměrné denní teploty kolísaly mezi -18,0 °C (prosinec 2009) a +25,2 °C (červenec 2005, obr. 1). Z průběhu lineární spojnice trendu průběhu denních průměrů teplot nebyla v období 1997 – 2010 potvrzena žádná dlouhodobá změna (oteplování nebo ochlazování).

V souladu s očekáváním byly nejnižší měsíční průměry teplot naměřeny v lednu a prosinci (dlouhodobé průměry -4,2 a -3,6 °C, rozmezí

-8,6 až 0,0 °C), nejvyšší v červenci a srpnu (průměry 14,4 °C, rozmezí +11,3 až +19,6 °C, tab. 1, obr. 2).

Teploty vzduchu ve výšce 200 cm nad povrchem terénu sledované ve třech částech výzkumné plochy (horní, střední a dolní) loggery S0141 měly obdobný průběh jako hodnoty naměřené stanicí Noel (obr. 3). Dlouhodobý roční průměr v období říjen 2004 – září 2010 loggeru



Obr. 2.

Krabicový graf rozložení průměrných měsíčních teplot vzduchu 200 cm nad zemí na VP Jizerka v období 1997 až 2010

Vysvětlivky: lomená čára spojuje mediány; hranice krabic = horní a dolní kvartil, oddělující čtvrtinu nejnižších a nejvyšších hodnot; chybové úsečky označují rozpětí neextrémních hodnot, tj. bez odlehlých hodnot a extrémů; body = odlehlé hodnoty

Fig. 2.

Jizerka experiment – box plots of mean monthly air temperatures at 200 cm above the ground over the 1997 – 2010 period

Captions: red line – medians; box limits – lower/upper quartiles; error bars – range of non-extreme values; points – outliers

Tab. 2.

Průměrné měsíční teploty (°C) vzduchu 30 cm nad terénem vypočtené z dat měřených stanicí Noel

Mean monthly air temperatures (°C) at 30 cm above the ground based on the data measured by Noel station

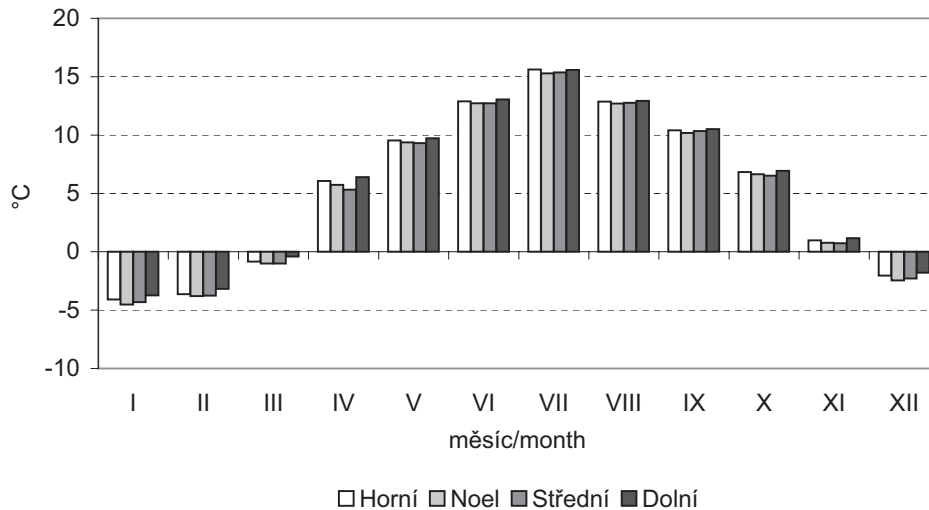
Rok/Měs.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Průměr
1997	-3,7	-1,4	-0,7			13,3	13,4	16,0	10,3	2,3	-0,3	-2,4	
1998	-2,4	-0,5	-1,9	5,7	9,9	13,5	13,0	13,4	9,4	3,8	-2,5	-2,6	4,9
1999	-1,5	-1,4	-0,4	2,8	10,1	12,0	15,9	13,6	13,7	5,0	-1,1	-2,1	5,5
2000	-1,0	0,1	0,2	0,2	11,8	14,3	11,7	15,5	10,3	8,4	2,8	-1,0	6,1
2001	-2,8	-1,2	-0,7	3,4	11,5	10,9	15,3	15,5	7,9	9,0	-1,1	-2,2	5,4
2002	-0,9	-0,4	0,1	5,1	13,1	14,1	15,5	16,3	9,0	3,0	1,3	-5,3	5,9
2003	-4,5	-1,9	0,7	3,6	12,1	15,8	14,9	16,1	10,6	1,1	2,7	-2,9	5,7
2004	-2,9	-2,1	-0,1	5,6	7,7	12,3	14,3	15,5	10,1	6,7	0,6	-1,9	5,5
2005	0,1	0,2	0,4	4,2	10,1	12,8	15,3	13,3	12,2	7,4	1,2	-0,2	6,4
2006	-0,4	-0,4	0,1	3,5	9,7	14,4	19,4	12,4	13,4	8,0	2,7	0,2	6,9
2007	-0,1	0,2	1,0	7,8	11,5	14,1	13,8	13,6	7,5	3,8	-0,2	-1,6	6,0
2008	-0,9	-0,8	-0,5	3,1	10,4	13,5	14,0	13,3	7,3	4,8	1,8	-0,5	5,5
2009	-1,0	-0,6	-0,3	4,3	9,4	10,7	14,0	14,7	10,8	2,1	2,1	-4,7	5,1
2010	-7,9	-2,0	0,8	4,2	7,2	12,7	16,1	13,2	7,4	2,6	0,8	-3,8	4,3
Průměr	-2,1	-0,9	-0,1	4,1	10,3	13,2	14,8	14,5	10,0	4,9	0,8	-2,2	5,6

Captions: months (I. – XII.); mean value (průměr)

umístěného ve střední části výzkumné plochy ve stejné nadmořské výšce jako stanice (970 m), byl se stanicí shodný (5,1 °C), průměrné teploty zaznamenané loggery v horní a dolní části plochy byly poněkud vyšší (horní 5,4 °C, dolní 5,6 °C).

Přízemní teplota vzduchu měřená 30 cm nad terémem stanicí Noel kolísala mezi -21,0 °C (leden 2010, v zimním období se však čidlo často nacházelo pod úrovní sněhové vrstvy) a +36,8 °C (srpen 1998).

Průměrné denní teploty se pohybovaly v rozmezí od -17,7 °C (prosinec 2009) do +25,9 °C (červenec 2005). Celkový roční průměr v období od ledna 1997 do prosince 2010 činil 5,6 °C (tab. 2, obr. 4). Trend rozdílů mezi měsíčními průměry přízemních teplot byl podobný jako u teplot vzduchu měřených ve standardní meteorologické výšce 200 cm. Pouze nejnižší průměrné teploty byly většinou naměřeny již v prosinci (u teplot 200 cm nad terémem v lednu), zřejmě vzhledem k menším vrstvám sněhu tlumícím mrazové extrémy.

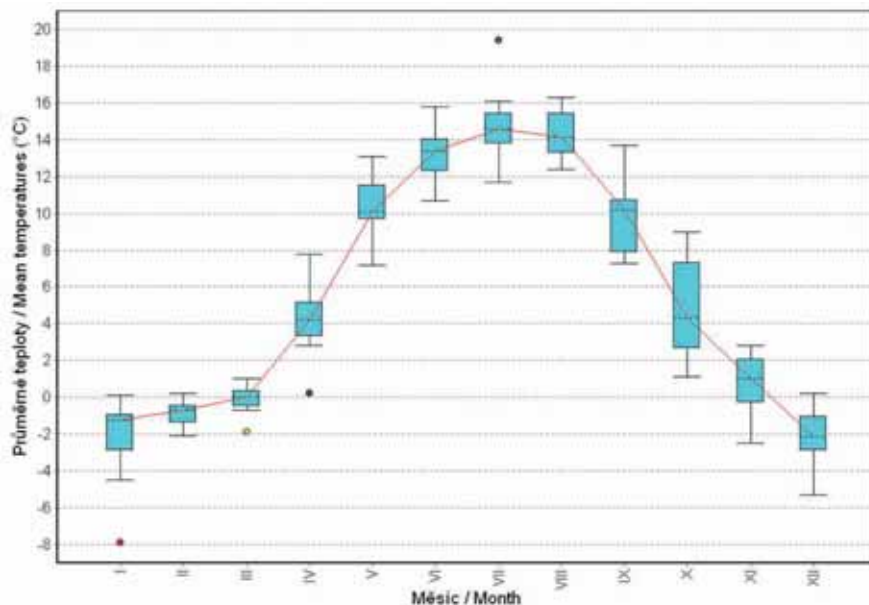


Obr. 3.

Porovnání průměrných měsíčních teplot vzduchu 200 cm nad terémem na čtyřech místech VP Jizerka – stanice Noel (970 m n. m.) a 3 loggery S0141 (Horní – 980, Střední – 970, Dolní – 960 m n. m.)

Fig. 3.

Comparison of mean air temperatures at 200 cm above the ground in four locations within the Jizerka experimental plot. Noel station (970 m a. s. l.) and three S0141 loggers (980, 970 and 960 m a. s. l.)



Obr. 4.

Krabicový graf rozložení průměrných měsíčních teplot vzduchu 30 cm nad zemí na VP Jizerka v období 1997 až 2010
 Vysvětlivky: Lomená čára spojuje mediány; hranice krabic = horní a dolní kvartil, oddělující čtvrtinu nejnižších a nejvyšších hodnot; chybové úsečky označují rozpětí neextrémních hodnot, tj. bez odlehlých hodnot a extrémů; body = odlehlé hodnoty

Fig. 4.

Jizerka experiment – box plots of mean monthly air temperatures at 30 cm above the ground over the 1997 – 2010 period
 Captions: red line – medians; box limits – lower/upper quartiles; error bars – range of non-extreme values; points – outliers

Teplota půdy měřená v hloubce 20 cm pod úrovní terénu se pohybovala v rozmezí hodnot $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (únor 2010) a $+16,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (srpen 1997). K dlouhodobému poklesu teploty půdy pod bod mrazu (až na hodnotu $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) došlo pouze od konce prosince 2009 do počátku dubna 2010 v souvislosti s nízkými teplotami vzduchu (viz předchozí tabulky) a poměrně nízkou vrstvou sněhu (10 až 35 cm). Nejnížší denní průměry teploty půdy byly naměřeny v lednu a únoru 2010 ($-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$), nejvyšší v srpnu 2000 ($+15,7\text{ }^{\circ}\text{C}$). Celková průměrná teplota půdy

20 cm pod úrovní terénu činila $+6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a byla tak o stupeň vyšší než teplota vzduchu v meteorologické výšce 200 cm nad terénem (tab. 3, obr. 5).

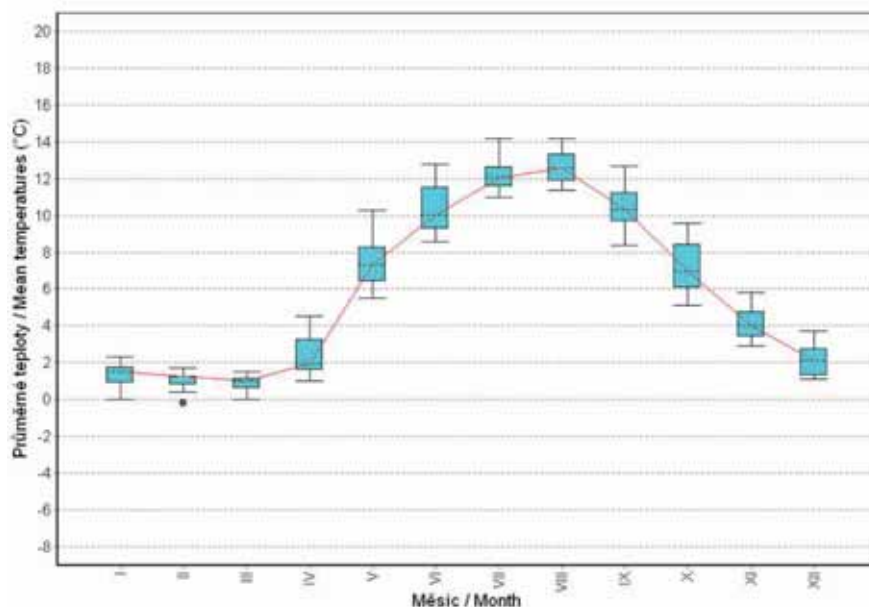
Vývoj porostu ve vrcholové poloze kalamitní holiny VP Jizerka se projevil na rozložení rychlosti a směru větru a jeho variabilitě. Přestože byl monitoring větru v průběhu let několikrát přerušen, jak technickými problémy, tak častěji v průběhu zim tvorbou námrazy v čase

Tab. 3.

Průměrné měsíční teploty ($^{\circ}\text{C}$) půdy 20 cm pod úrovní terénu vypočtené z dat měřených stanicí Noel
Mean monthly soil temperatures ($^{\circ}\text{C}$) 20 cm bellow ground based on the data measured by Noel station

Rok/Měs.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Průměr
1997	0,9	1,2	1,2	1,6		11,6	12,8	14,2	11,5	6,8	3,4	2,0	
1998	1,3	1,4	1,2	4,5	8,5	12,1	12,7	13,4	10,3	7,2	2,9	1,8	6,4
1999	1,4	1,1	0,8	2,1	8,2	11,6	14,2	13,4	12,7	8,5	5,0	3,0	6,8
2000	2,3	1,7	1,5	3,3	10,3	12,8	12,0	13,8	11,5	9,6	5,8	3,7	7,4
2001	2,0	1,6	1,3	2,6	8,2	9,3	12,2	13,4	9,7	9,2	4,1	2,4	6,3
2002	1,7	1,0	0,9	2,6	9,0	11,2	12,5	13,4	10,9	6,4	3,9	1,3	6,2
2003	0,3	0,4	0,6	1,8	7,3	10,3	11,1	12,4	10,3	6,1	3,9	2,8	5,6
2004	1,8	1,3	1,1	3,3	6,5	9,7	11,6	12,7	10,3	7,4	4,5	2,2	6,0
2005	1,6	1,3	0,9	1,6	6,4	9,7	11,9	11,9	11,3	8,1	5,1	2,7	6,0
2006	1,8	1,3	1,1	1,3	6,4	9,3	12,7	11,9	11,1	8,9	4,8	3,5	6,2
2007	1,8	1,3	1,1	3,6	7,4	11,4	12,1	12,5	8,9	6,0	2,9	1,1	5,8
2008	0,6	0,7	0,5	1,0	7,3	9,8	11,0	11,4	8,9	6,2	4,2	1,9	5,3
2009	1,0	0,8	0,5	1,8	6,5	8,6	11,6	11,9	10,4	5,7	3,4	1,3	5,3
2010	0,0	-0,2	0,0	1,4	5,5	8,9	11,3	11,7	8,4	5,1	3,8	1,3	4,8
Průměr	1,3	1,1	0,9	2,3	7,5	10,5	12,1	12,7	10,4	7,2	4,1	2,2	6,0

Captions: months (I. – XII.); mean value (průměr)



Obr. 5.

Krabicový graf rozložení průměrných měsíčních teplot půdy v hloubce 20 cm pod povrchem na VP Jizerka v období 1997 až 2010

Vysvětlivky: lomená čára spojuje mediány; hranice krabic = horní a dolní kvartil, oddělující čtvrtinu nejnižších a nejvyšších hodnot; chybové úsečky označují rozpětí neextrémních hodnot, tj. bez odlehlých hodnot a extrémů; body = odlehlé hodnoty

Fig. 5.

Jizerka experiment – box plots of mean soil temperatures at 20 cm below ground over 1997 – 2010 period

Captions: red line – medians; box limits – lower/upper quartiles; error bars – range of non-extreme value; points – outliers

Tab. 4.

Četnost směrů a rychlostí větru podle stupnice Beauforta v jednotlivých periodách; údaje jsou vyjádřeny v procentech z celkového počtu hodinových záznamů

Vysvětlivky: smp – čidlo směru větru mimo provoz; rmp – čidlo rychlosti větru mimo provoz; Beaufortova stupnice viz SOBÍŠEK et al. (1993)

Frequency of both wind direction and wind speed according to Beaufort scale over particular periods

Captions: values are expressed as percents from totally recorded hours of wind occurrence; smp – sensor of wind direction was out of order; rmp – sensor of wind speed was out of order; Celkem – Total; for Beaufort scale see MCHENRY R. et al. (1993)

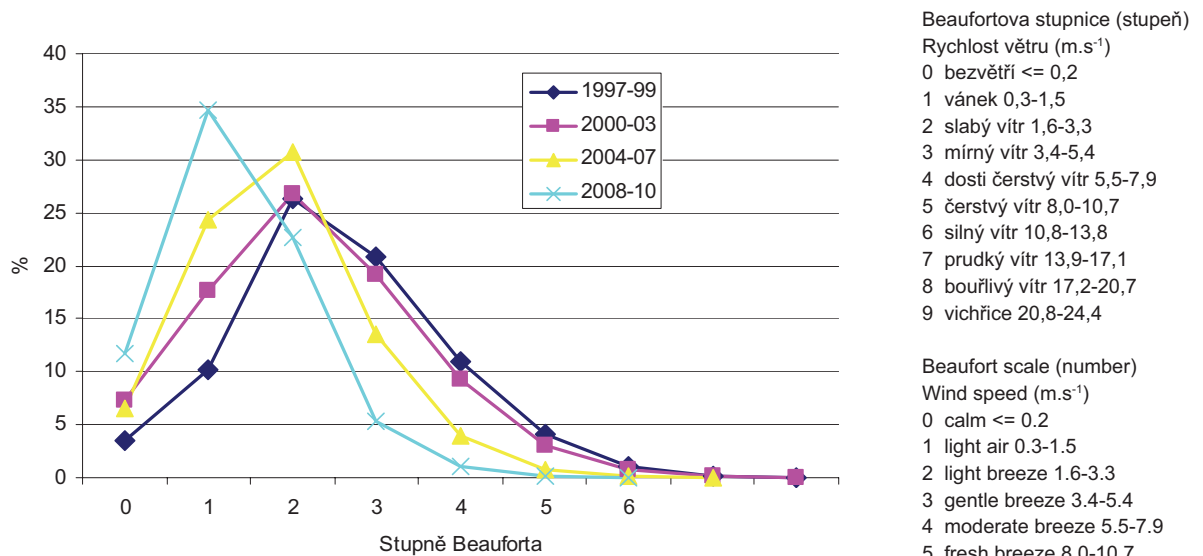
Směr větru/ Wind direction	Beaufortova stupnice/Beaufort scale										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	rmp	Celkem
1997-99											
S (N)		2,54	4,56	1,92	0,77	0,27	0,05	0,05			10,16
SV (NE)		0,98	3,11	2,02	0,89	0,32	0,06				7,38
V (E)		0,75	1,55	1,10	0,43	0,21	0,03	0,03			4,10
JV (SE)		1,40	3,34	3,04	1,55	0,68	0,20	0,03			10,25
J (S)		1,03	4,01	4,61	3,24	1,33	0,37	0,05	0,01		14,65
JZ (SW)		1,13	3,23	3,35	2,10	0,78	0,18	0,02			10,79
Z (W)		1,20	3,37	2,36	1,11	0,38	0,12				8,54
SZ (NW)		1,07	2,90	2,08	0,79	0,17	0,04				7,04
bezvětrí (calm)	3,51										3,51
smp	0,02	0,05	0,26	0,32	0,06					22,87	23,57
Celkem	3,53	10,14	26,32	20,80	10,95	4,15	1,06	0,17	0,01	22,87	100,00
2000-03											
S (N)		4,79	4,38	2,42	0,90	0,33	0,06				12,89
SV (NE)		2,77	3,49	1,90	0,70	0,21	0,05				9,13
V (E)		1,37	1,98	1,25	0,51	0,18	0,03	0,01			5,34
JV (SE)		1,51	2,02	1,61	0,84	0,27	0,09	0,01	0,01		6,35
J (S)		2,56	4,99	4,37	2,60	1,00	0,26	0,05			15,83
JZ (SW)		1,69	3,98	3,64	1,99	0,52	0,11	0,01			11,94
Z (W)		1,39	2,93	2,08	0,94	0,28	0,07	0,01			7,70
SZ (NW)		1,45	2,54	1,46	0,55	0,15	0,02				6,18
bezvětrí (calm)	7,20										7,20
smp	0,03	0,13	0,53	0,50	0,22	0,09	0,01	0,01		15,92	17,45
Celkem	7,23	17,67	26,84	19,22	9,25	3,03	0,71	0,12	0,01	15,92	100,00
2004-07											
S (N)		5,46	4,06	1,04	0,20	0,04	0,01				10,81
SV (NE)		2,85	2,95	1,04	0,24	0,05	0,01				7,14
V (E)		1,76	1,83	0,74	0,14	0,03	0,01				4,52
JV (SE)		2,22	2,36	0,92	0,29	0,08	0,01				5,89
J (S)		3,41	5,45	2,79	0,93	0,17	0,04				12,80
JZ (SW)		3,46	6,64	3,88	1,30	0,23	0,03	0,01			15,55
Z (W)		2,85	4,04	1,89	0,60	0,09	0,02				9,50
SZ (NW)		2,03	2,82	0,96	0,21	0,03					6,05
bezvětrí (calm)	6,46										6,46
smp	0,09	0,26	0,48	0,27	0,06	0,01				20,11	21,28
Celkem	6,55	24,30	30,65	13,54	3,97	0,74	0,13	0,02		20,11	100,00
2008-10											
S (N)		8,10	3,46	0,56	0,08	0,01					12,20
SV (NE)		3,68	2,42	0,57	0,06						6,74
V (E)		2,08	1,68	0,28	0,05						4,09
JV (SE)		3,35	1,84	0,46	0,08	0,01					5,75
J (S)		4,33	2,62	0,82	0,21	0,01					7,99
JZ (SW)		6,76	5,80	1,44	0,37	0,05	0,01				14,43
Z (W)		3,38	2,87	0,82	0,13	0,01					7,22
SZ (NW)		2,73	1,73	0,29	0,04	0,01					4,81
bezvětrí (calm)	11,71										11,71
smp	0,04	0,25	0,29	0,09	0,02					24,37	25,07
Celkem	11,74	34,66	22,71	5,33	1,05	0,10	0,02	0,00	0,00	24,37	100,00

vlhkých mrazových epizod, podává objektivní poznatky o dynamice směru a rychlosti větru, jak byla postupně ovlivňována 13letým odrostáním testovaných výsadeb lesních dřevin.

V prvním období sledování (1997 – 1999) se na otevřené ploše – téměř bezlesí – vyskytoval v porovnání s ostatními obdobími nejvyšší podíl vyšších stupňů větru, od 3. stupně (mírný vítr) výše (tab. 4, obr. 6 a 7). Podíl bezvětří dosahoval pouze 3,5 % hodinových záznamů. Nejčetněji vál jižní vítr (14,7 %), následovaný jihozápadním, jihovýchodním a severním větrem, minimální byl podíl východních větrů (4,1 %). Nejčastěji z jižních směrů vály také větry silnější, od stupně 5.

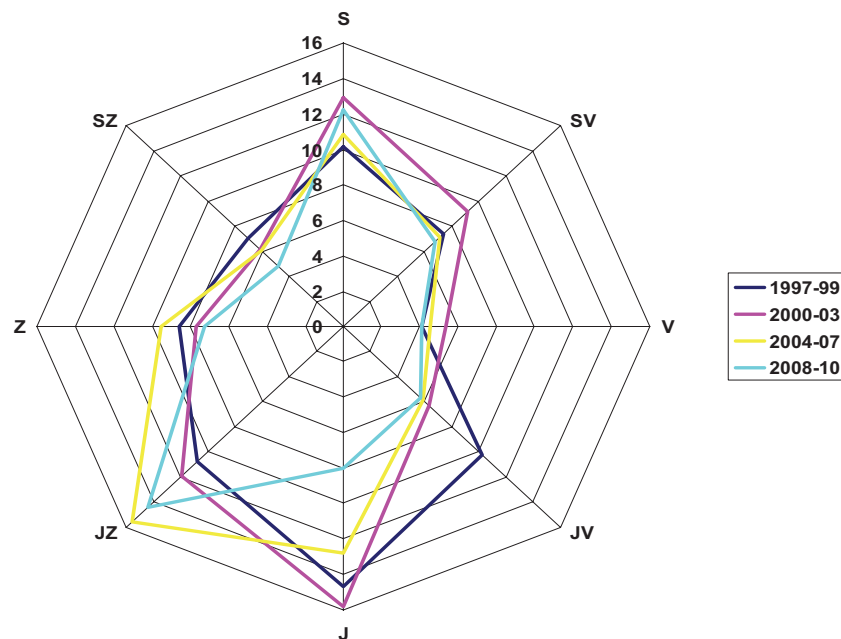
(čerstvý vítr) výše (obr. 7). Průměrná rychlost větru za celé období v termínech měření byla 3,70 m/s, nejvyšší změřená okamžitá rychlost 20,3 m/s v prosinci 1999.

V následující periodě (2000 – 2003) byl již znatelný posun rozložení rychlostí k nižším stupňům, přičemž výrazné navýšení podílu znamenalo 1. stupeň (vánek). Změna porostního prostředí odrůstající lesní kultury se projevila také na zvýšení poměru bezvětří na 7,2 %. Nejčetnější byl opět jižní vítr (15,8 %), četnost nad 10 % výskytu měl také severní a jihozápadní směr. Ubylo větrů z jihovýchodu, částečně na úkor směru jihozápadního. Stejně jako v předchozím období bylo



Obr. 6. Relativní četnost zastoupení rychlostí větru podle stupňů Beauforta v jednotlivých periodách
Poznámka: Beaufortova stupnice viz SOBÍŠEK et al. (1993)

Fig. 6. Relative frequency of wind speed degrees according to Beaufort scale



Obr. 7. Rozložení směrů větru (%) na ploše Jizerka v jednotlivých periodách (viz legenda)

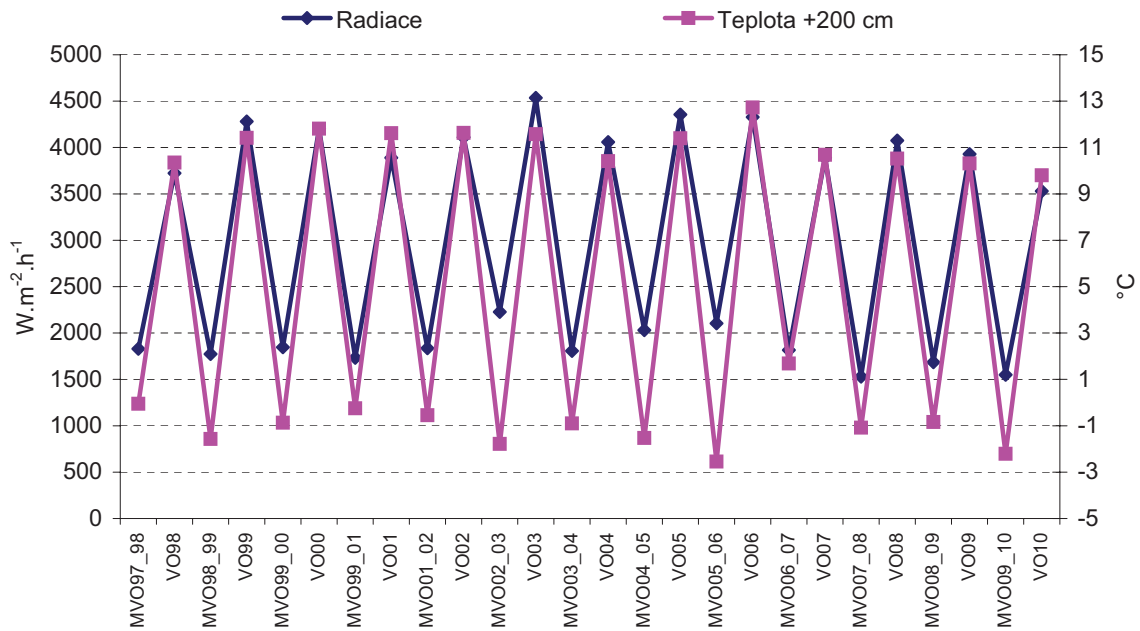
Fig. 7. Jizerka experiment wind rose (%) over four periods (see legend); captions: S – North, V – East, J – South, Z – West

zastoupení silnějších větrů koncentrováno do jižních směrů a nejméně válo od východu (5,3 %). Průměrná rychlost větru v tomto období byla 3,07 m/s, nejvyšší změřená okamžitá rychlost v tomto období byla 19,3 m/s v únoru 2000.

V období mezi lety 2004 – 2007 se v souvislosti s odrůstáním okolních výsadeb projevily další, ještě výraznější pokles rychlosti větru. Vzhledem ke konkrétnímu průběhu počasí byl však paradoxně provázený mírným poklesem podílu bezvětří. I v tomto období byl nejčastěji zastoupeným stupněm rychlosti 2. stupeň – větřík. Stupeň 8. (bouřlivý vítr) se již nevyskytoval, podíl 7. stupně byl minimální. Nejvyšší

ší četnosti dosahoval jihozápadní směr (15,6 %), následovaný jižním a severním, nejméně byl zastoupen východní vítr (4,5 %). Nejčastěji z jihu vály opět větry s vyšší rychlostí. Průměrná rychlost větru poklesla na 1,9 m/s, nejvyšší změřená okamžitá rychlost v tomto období byla 16,4 m/s v únoru 2004.

Omezení rychlosti větru odrůstajícím okolním porostem v závěrečné periodě sledování (2008 – 2010) bylo ještě výraznější. Podíl bezvětří již přesáhl 11 % pozorování, nejčastěji vyskytujícím stupněm se stal 1. stupeň (vánek, 34,6 %). Větrné události o rychlosti vichru (7. a 8. stupeň) se na lokalitě již nevyskytovaly. V porovnání s ostatní-



Obr. 8.

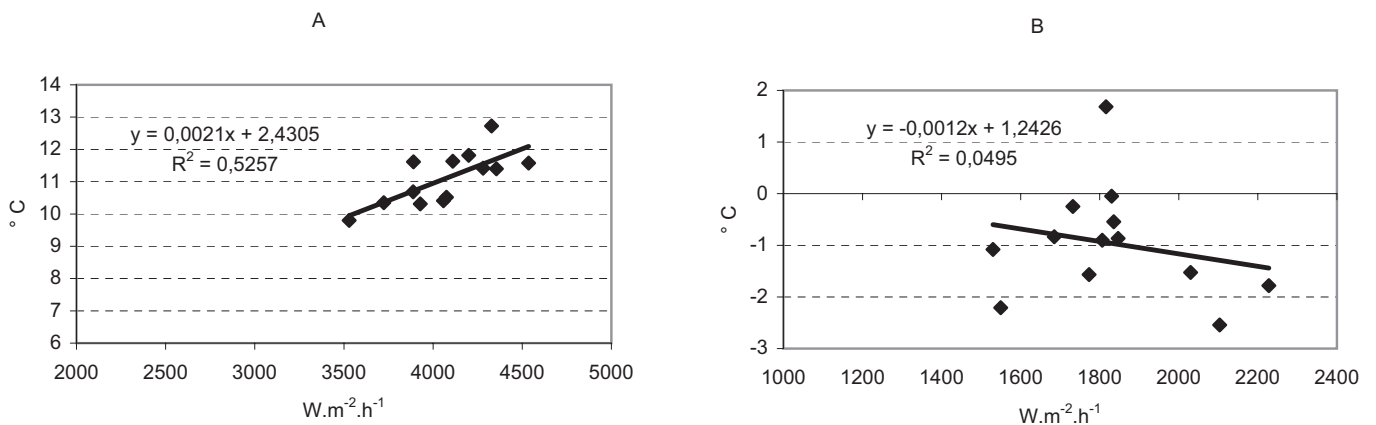
Porovnání průměrných denních úhrnů radiace ve vegetačních a mimovegetačních obdobích s průměrnými teplotami vzduchu 200 cm nad terénem

Vysvětlivky: MVO97-98 = mimovegetační období 1997 – 1998; VO98 = vegetační období 1998

Fig. 8.

Comparison of mean daily sums of radiation (W.m².h⁻¹) with mean air temperatures (°C) at 200 cm above the ground over 13 years

Captions: MVO97-98 – winter dormancy season 1997 – 1998; VO98 – growing season 1998



Obr. 9.

Regresní vztah mezi teplotami vzduchu a radiací ve vegetačním (A) a mimovegetačním (B) období

Fig. 9.

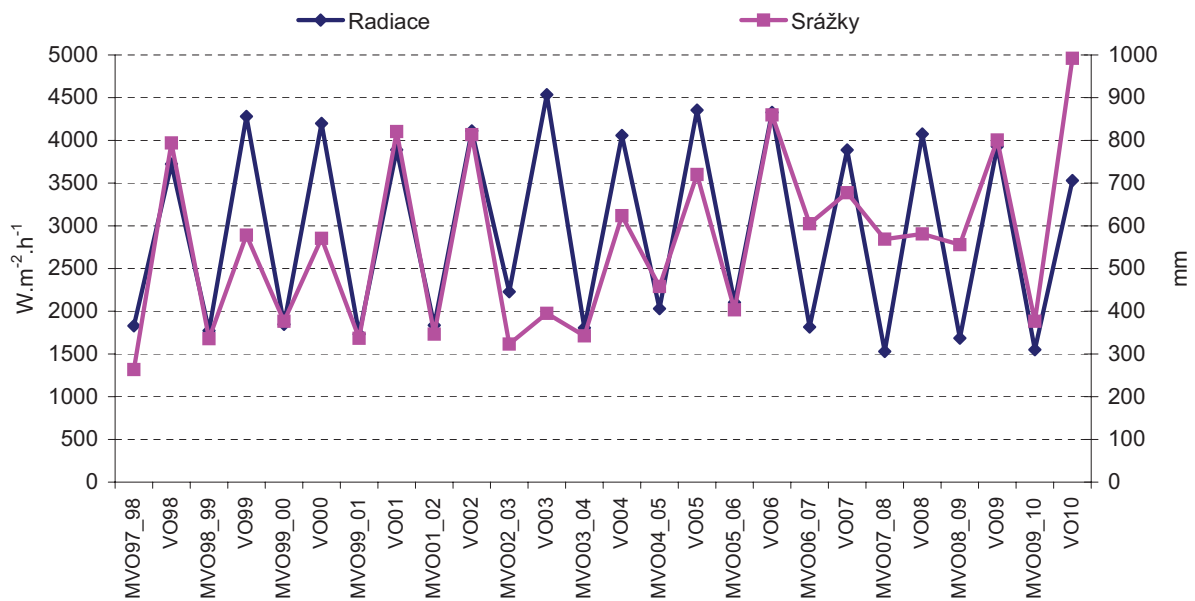
Regression between air temperatures and radiation in both growing (A) and dormant (B) seasons

mi směry větru byl ještě více zvýrazněn podíl jihozápadního (14,4 %) a severního (12,2 %) směru, zatímco zastoupení nejméně četného východního větru zůstalo prakticky neměnné (4,1 %). Průměrná rychlost větru za toto období dosáhla pouze 1,5 m/s, nejvyšší okamžitá rychlost v tomto období byla 17,3 m/s v březnu 2010.

Vítr o síle 6. stupně Beauforta a výše se v průběhu sledovaného období vyskytoval nejčastěji v měsících únoru (až březnu) a říjnu. K delším bezvětřným úsekům (více jak 4 hod.) docházelo nejčastěji v brzkých ranních hodinách, průměrná délka bezvětří se mezi periodami, se za-

pojováním okolního porostu, zvyšovala.

Denní úhrn slunečního svitu vypočtený z intenzity svitu v hodinových termínech měření dosáhl maxima $9\,178\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ v červnu 2005 (27. 6.). Nejnižší průměrné denní úhrny slunečního svitu vykazoval prítom prosinec 2010 – $372\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ (v zimním období jsou však hodnoty částečně podhodnoceny sněhem zachytávaným na čidle), nejvyšší červenec 2006 – $6\,598\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$. Z hlediska množství slunečního svitu ve vegetačním období (květen až říjen) byly nejvyšší průměrné denní úhrny naměřeny v roce 2003 – $4\,541\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, nejméně slunečního



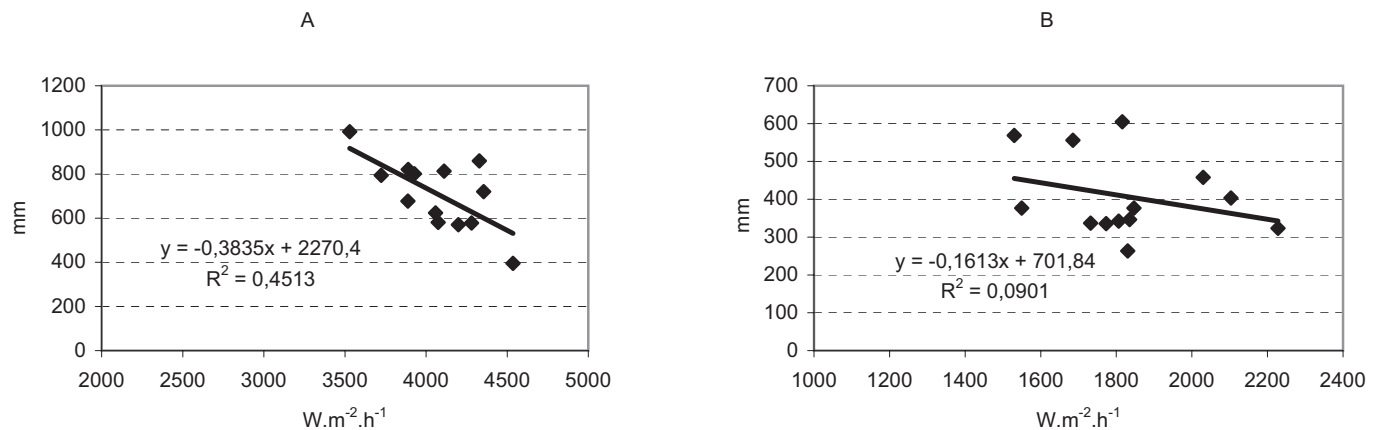
Obr. 10.

Porovnání průměrných denních úhrnů radiace ve vegetačních a mimovegetačních obdobích se srážkovými úhrny
Vysvětlivky: MVO97-98 – mimovegetační období 1997 až 1998; VO98 – vegetační období 1998

Fig. 10.

Comparison of mean daily sums of radiation ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$) with sums of precipitation (mm) over 13 years

Captions: MVO97-98 – winter dormancy season 1997 – 1998; VO98 – growing season 1998



Obr. 11.

Regresní vztah mezi srážkovými úhrny a radiací ve vegetačním (A) a mimovegetačním (B) období

Fig. 11.

Regression between precipitation and radiation in both growing (A) and dormant (B) seasons

svitu bylo naměřeno v roce 2010 – $3\,513\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, tj. v roce, který byl rovněž výrazně chladnější a vlhčí než ostatní sledované roky (obr. 8). Nejnížší průměrné denní úhrny v mimovegetačním období (listopad až duben) byly zaznamenány v období 2007 až 2008 – $1\,512\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$.

Z porovnání průměrných denních úhrnů radiace ve vegetačních a mimovegetačních obdobích s průměrnými teplotami vzduchu je patrný (očekávaný) přímo úměrný regresní vztah mezi radiací a teplotami vzduchu ve vegetačním období (korelace statisticky průkazná, obr. 9 A), mezi hodnotami v mimovegetačním období tento vztah prokázán nebyl (obr. 9 B).

Porovnání průměrných denních úhrnů radiace ve vegetačních a mimovegetačních obdobích se srážkovými úhrny je uvedeno na obr. 10. Z výsledků je patrný nepřímo úměrný regresní vztah mezi radiací a srážkovými úhrny ve vegetačním období (korelace statisticky průkazná, obr. 11 A); v mimovegetačním období tento vztah průkazný nebyl (obr. 11B).

Průměrné měsíční úhrny globálního záření v období leden 1997 až prosinec 2010 se pohybovaly v rozmezí $71\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (prosinec) až $573\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (červenec), průměrný roční úhrn v uvedeném období činil $3\,894\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (tab. 5, poznámka: přepočet z jednotek intenzity na sumu energie: $\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1} = 3,6\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1}$).

DISKUSE

Teplota vzduchu měřená 200 cm nad úrovní terénu byla v hřebenové

poloze výrazně vyšší než na lokalitě údolní (hřeben, stanice VÚLHM pro období I. 1997 – X. 2008 průměr $4,9\text{ }^\circ\text{C}$ vs. údolí, stanice ČHMÚ $3,9\text{ }^\circ\text{C}$, ČHMÚ 1997 – 2009). Tento trend je zřejmý i z průměrných teplot všech měsíců (obr. 12). V údolí se jedná o klimaticky inverzní polohu ovlivňovanou mj. stékáním studeného vzduchu z úbočí Středního Jizerského a Vlašského hřebenu.

Průměrná teplota vzduchu na Středním Jizerském hřebenu byla tak o ca $1,0\text{ }^\circ\text{C}$ vyšší, než se v rámci zařazení do smrkového lesního vegetačního stupně předpokládalo. Teplotu $2,5 - 4,0\text{ }^\circ\text{C}$ zde uvádí PLÍVA (1980 a 1987), pod $4,0\text{ }^\circ\text{C}$ uvádí ÚHŮL (1999) a VACEK et al. (2003). Zvýšení teploty vzduchu oproti očekávání je v souladu s klimatickým trendem posledních dvou desetiletí, který uvádí Kulasová a Bubeníčková in KARPAŠ et al. (2009) na meteorologických stanicích v oblasti Jizerských hor, pro stanice Desná-Souš a Bedřichov i SLODIČÁK et al. (2005). Rozdíly v dynamice teplot na výzkumné ploše VÚLHM Jizerka (naše data) na horském hřebenu a stanici ČHMÚ Jizerka v údolí zmiňuje již Kulasová a Bubeníčková (in KARPAŠ et al. 2009) na příkladu teplotního kolísání denních průměrů od 20. 12. 1996 do 13. 1. 1997. Drsnost lokality v údolí se projevila rozmezím teplot od $-29,5\text{ }^\circ\text{C}$ do $-4,1\text{ }^\circ\text{C}$, zatímco na klimaticky mírnější lokalitě na hřebenu byly naměřeny teploty od $-16,3\text{ }^\circ\text{C}$ do $+0,3\text{ }^\circ\text{C}$. I na lokalitě výzkumné plochy se však poměrně často na dřevinách projevovaly stresy pozdními přízemními mrazy, patrně chlorotizací až nekrotizací čerstvě vyrašených výhonů, zvláště jedle bělokoré (BALCAR, KACÁLEK 2008), buku lesního a javoru kleny (BALCAR 1998; BALCAR, ŠPULÁK 2006).

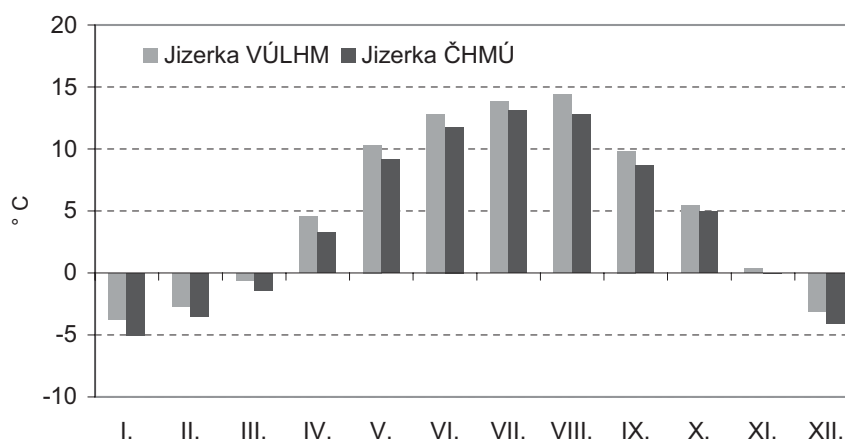
Zpomalení rychlosti větru v průběhu daného období (1997 – 2010)

Tab. 5.

Průměrné měsíční úhrny globálního záření
Mean monthly sums of global radiation

Rok/Měs.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
$\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$	95	154	314	460	564	573	536	497	338	194	97	71	3894

Captions: I. – XII. (Months), Rok (Year)



Obr. 12.

Průměrné měsíční teploty vzduchu 200 cm nad terémem na stanicích Jizerka VÚLHM a Jizerka ČHMÚ v období I.1997 – XI.2008

Fig. 12.

Mean monthly air temperatures at 200 cm above the ground in Jizerka experiment (Jizerka VÚLHM) and in Jizerka station operated by Czech Hydrometeorological Institute (Jizerka ČHMÚ) over the January 1997 – November 2008 period

Captions: I. – XII. (January – December)

lze přičítat odrůstání testovaných lesních dřevin na výzkumné ploše. V okolí zhruba 10 metrů široké volné plochy, na které je umístěna měřicí stanice, jsou výsadby smrku ztepilého, introdukovaných smrků a douglasky. Výškový růst výsadeb na výzkumné ploše lze znázornit příkladem odrůstání výsadby smrku ztepilého z roku 1991, která je rovněž v blízkosti stanice Noel. Průměrné výšky výsadeb v časových úsecích hodnocení rychlosti a směru větru jsou uvedeny na obr. 13 (dosud nepublikovaná data VÚLHM VS Opočno). Z grafu vyplývá nepřímá úměra mezi výškou porostu a průměrnou rychlostí větru za daná období.

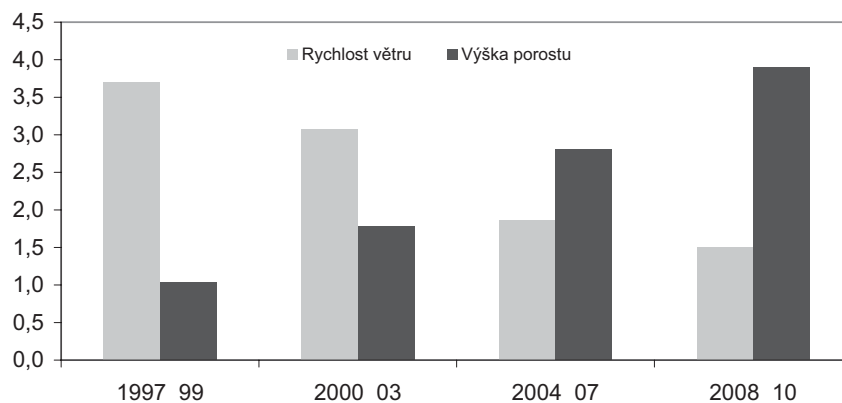
Průměrné měsíční úhrny globálního záření v období leden 1997 až prosinec 2010 byly poněkud vyšší, než se v dané oblasti předpokládalo na základě dlouhodobého měření (1961 – 2000) (TOLASZ et al. 2007). Celoroční úhrn globálního záření a úhrny v uváděných měsících byly na výzkumné ploše Jizerka o 1 – 11 % vyšší než údaje publikované (tab. 6). Tyto rozdíly jsou však v souladu s nárůstem hodnot slunečního záření v posledních dvou desetiletích, které TOLASZ et al. 2007 rovněž uvádí.

ZÁVĚR

Z výsledků měření teploty vzduchu a půdy, rychlosti a směru větru a intenzity slunečního svitu na Středním Jizerském hřebenu v období

1994 – 2010 a porovnání všech sledovaných meteorologických charakteristik na lokalitě vyplývají následující poznatky:

1. Průměrná teplota vzduchu byla na Středním Jizerském hřebenu zhruba o 1 °C vyšší, než se podle zařazení do smrkového lesního vegetačního stupně dosud předpokládalo. Ve výšce 200 cm nad terénem byla průměrná teplota v období 1997 – 2010 5,0 °C, přízemní teplota 30 cm nad terénem 5,6 °C (čidlo v zimě však bylo často kryto sněhem) a teplota půdy ve hloubce 20 cm 6,0 °C.
2. Směr převládajících větrů se v průběhu sledovaného období (1997 – 2010) podstatně nezměnil. Převládalo jižní až jihozápadní vzdušné proudění, poměrně časté bylo i proudění severní. V důsledku odrůstání kultur testovaných lesních dřevin se ve sledovaném období postupně snižovala rychlost větru. Průměrná rychlost větru v období 1997 – 1999 činila 3,7 m.s⁻¹, mezi roky 2000 – 2003 činila 3,1 m.s⁻¹, mezi roky 2004 – 2007 poklesla na 1,9 m.s⁻¹ a v období 2008 – 2010 až na 1,5 m.s⁻¹.
3. Roční úhrn celkového globálního záření dosáhl 3 894 MJ.m⁻² a výsledky měření doby a intenzity slunečního svitu na stanici VÚLHM Jizerka rámcově odpovídaly hodnotám zjištěným na stanicích ČHMÚ v Jizerských horách.
4. V případě souběhu nízkých srážkových úhrnů a vysokých teplot v průběhu vegetační doby lze i na horských hřebenech očekávat poškození mladých lesních porostů suchem (např. srpen 2003 –



Obr. 13

Průměrná rychlost větru (m.s⁻¹) a průměrná výška smrkové výsadby (m) v letech 1997 až 2010

Fig. 13.

Mean wind speed (Rychlost větru) and mean height of spruce plantation (Výška porostu) over the 1997 – 2010 period

Tab. 6.

Porovnání průměrných měsíčních a ročních úhrnů globálního záření (MJ.m⁻²) na stanici Jizerka VÚLHM s údaji ČHMÚ pro danou oblast
Comparison of monthly and annual sums of global radiation (MJ.m⁻²) in Jizerka experiment with values being expected for the site according to the Czech Hydrometeorological Institute

Období/Period	Jizerka VÚLHM	TOLASZ et al. (2007)		Rozdíl/Difference
		Mez dolní/Lower limit	Mez horní/Upper limit	
Březen/March	314	280	300	+4 %
Červen/June	573	520	540	+6 %
Září/September	338	290	300	+11 %
Prosinec/December	71	60	70	+1 %
rok/year	3894	3500	3600	+8 %

Výpočet % z dat: Rozdíl = ((Jizerka – Mez horní)/Jizerka).100

% calculation: Difference = ((Jizerka – Upper limit)/Jizerka).100

srážkový úhrn 30 mm, průměrná teplota 16,5 °C, pokles objemové vlhkosti půdy na ca 22 %).

5. V souladu s očekáváním byl ve vegetačním období prokázán pozitivní regresní vztah mezi intenzitou slunečního záření a vzdušnou teplotou a negativní vztah mezi intenzitou slunečního záření a srážkovými úhrny. V době mimovegetační tyto vztahy prokázány nebyly.

Monitoring klimatických podmínek na výzkumné ploše VÚLHM ve vyšší poloze Středního Jizerského hřebenu podává zevrubnou informaci o dynamice klimatu na lokalitě dříve postižené imisemi a následným úhynem lesa, kde je prvořadým úkolem obnova stabilního a funkčního lesního ekosystému. Výsledky zhruba 14letého měření upřesňují předpoklady o růstových podmínkách vyšších horských poloh a dokládají i vznik stresových situací, které mohou vysazované lesní dřeviny poškozovat. Ověřené poznatky mohou pomoci při rozhodování o výběru dřevin do obnovních cílů v obdobných stanovištních podmínkách. Z výskytu extrémních hodnot sledovaných klimatických prvků je zřejmé, že se mohou vyskytovat i mimo dosavadní doby jejich naměření, a proto se počítá s pokračováním a případným doplněním klimatických šetření i v dalších letech.

Poděkování:

Výzkumná šetření včetně vyhodnocení získaných výsledků uvedených v příspěvku byla provedena za institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků – výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“ a NAZV QH92087 „Funkční potenciál vybraných listnatých dřevin a jejich vnášení do porostů v Jizerských horách“. Náš dík patří i Lesům ČR, lesní správě Frýdlant v Čechách za spolupráci při zakládání a provozu výzkumné plochy Jizerka.

LITERATURA

- BALCAR V. 1998. Vývoj výsadeb lesních dřevin ve smrkovém vegetačním stupni v Jizerských horách. In: Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollataja w Krakowie. Nr 332. Sesja Naukowa. Zeszyt 56. Struktura i dynamika górskich borów swierkowych. Sympozjum ... Kraków – Zakopane, 25-27 wrzesnia 1997. Krakow, Wyd. AR: 259-271.
- BALCAR V., ŠPULÁK O. 2006. Poškození dřevin pozdním mrazem a krycí efekt lesních porostů při obnově lesa v Jizerských horách. In: A. Jurásek et al. (ed.): Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity. Opočno 5. – 6. 9. 2006. Jíloviště-Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 399-407.
- BALCAR V., KACÁLEK D. 2008. Growth and health state of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the ridge area of the Jizerské hory Mts. Journal of Forest Science, 54: 509-518.
- BALCAR V., ŠPULÁK O., KACÁLEK D., KUNEŠ I. 2012. Klimatické podmínky na výzkumné ploše Jizerka – I. Srážky a půdní vlhkost. Zprávy lesnického výzkumu, 57: 74-81.
- ČHMÚ. 1997. Kulasová A., Pobříslavská J. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 1997. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 67 s.
- ČHMÚ. 1998. Kulasová A., Pobříslavská J. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 1998. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 76 s.
- ČHMÚ. 1999. Kulasová A., Pobříslavská J. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 1999. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 68 s.
- ČHMÚ. 2000. Kulasová A., Pobříslavská J. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2000. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 72 s.
- ČHMÚ. 2001. Kulasová A., Pobříslavská J. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2001. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 77 s.
- ČHMÚ. 2003. Hancvencel R. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2002. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 77 s.
- ČHMÚ. 2004. Kulasová A. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2003. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 73 s.
- ČHMÚ. 2005. Hancvencel R. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2004. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 73 s.
- ČHMÚ. 2006. Hancvencel R. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2005. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 78 s.
- ČHMÚ. 2007. Pobříslavská J. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2006. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 65 s.
- ČHMÚ. 2008. Pobříslavská J. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2007. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 61 s.
- ČHMÚ. 2009. Pobříslavská J., Ducháček L. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2008. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 72 s.
- KARPAŠ R. et al. 2009. Jizerské hory. 1. O mapách, kamení a vodě. Liberec, Nakladatelství RK: 576 s.
- MCHENRY R. et al. (eds.). 1993. The new encyclopaedia Britannica. Volume 2. Chicago, Encyclopaedia Britannica: 982 s.
- ÚHŮL. 1990. Charakteristika stavu a vývoje lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu řízeného ministerstvem lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu České republiky. Brandýs n. Labem, ÚHŮL: 161 s.
- PLÍVA K. 1980. Diferencované způsoby hospodaření v lesích ČSR. Praha, SZN: 216 s.
- PLÍVA K. 1987. Typologický klasifikační systém ÚHŮL. [on-line]. Brandýs n. Labem, ÚHŮL: 52 s. [cit. 7. 7. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.uhul.cz/lestypol/download.php>
- ŠLODIČÁK M. et al. 2005. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Hradec Králové, Lesy České republiky; Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 232 s.
- SOBÍŠEK et al. 1993. Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha, Academia; MŽP ČR: 594 s.
- TOLASZ R. et al. 2007. Atlas podnebí Česka. Praha, Český hydrometeorologický ústav; Olomouc, Univerzita Palackého: 255 s.
- ÚHŮL. 1999. Oblastní plán rozvoje lesů. 21 - Jizerské hory a Ještěd. Brandýs n. Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, pobočka Jablonec n. Nisou: 242 s.
- VACEK S. et al. 2003. Horské lesy České republiky - Mountain forests of the Czech Republic. Praha, Ministerstvo zemědělství České republiky: 313 s.

CLIMATIC CONDITIONS IN THE JIZERKA EXPERIMENTAL PLOT. II - TEMPERATURE, WIND AND RADIATION

SUMMARY

Among all site conditions, climate is a factor which directly influences performance of tree species in mountains. Scientists have always used meteorological data to find relationship to growth, vigor and health of experimental plantations. There are, however, not only single agents such as air temperature, amount of precipitation, soil moisture and solar radiation which influence trees. It is often a coincidence of two or more factors which multiply stresses affecting the forest. Monitoring of climate for experimental purposes was both demanding and time-consuming activity in the past. However, there have been developed many automatic gauges which are used so as to get more precise information on climate these days. The article deals with meteorological conditions in experimental plot (Jizerka experiment) situated in the summit part of formerly air-polluted mountains. The conditions have been monitored there since 1994. Besides automatic loggers, precipitation is also monitored using classical rain gauge weekly by an observer. This monitoring goes on because we cannot rely on values provided by automatic logger during winter period; the snow accumulating on rain gauge evaporates and sometimes melts as temperature goes above zero. Therefore, obtained values do not reflect a real course of the precipitation amount. The observer is also supposed to record a height of snow cover in three locations weekly. Automatic loggers (Noel station, S0141 – Comet System) provide information on hourly temperature at 200 and 30 cm above the ground. Noel station also records hourly solar radiation, wind speed and direction, soil temperature at 20 cm below ground and daily amount of precipitation. For the purpose of our study, we used precipitation data from the period of 1994 – 2010; the other data came from the period between 1997 and 2010.

Mean annual air temperature at 200 cm above the ground (Noel station) in 1997 – 2010 was 5.0 °C. 2010 was the coldest year (3.4 °C). Mean daily temperatures ranged between -18.0 °C (December 2009) and +25.2 °C (July 2005). We used a linear trend to approximate the daily course of air temperature; there was no obvious trend of temperature change over the period of investigation (Fig. 3). Data provided by the other loggers (Comet System) confirmed the values and course of temperature measured by Noel station (Fig. 3). Soil temperature at 20 cm below the ground ranged between -0.7 °C (February 2010) and +16.4 °C (August 1997). The soil frost event in 2010 is the only case when the temperature dropped below zero. We attribute this situation to low air temperature (see Tab. 1 and 2) and to relatively low layer of snow (10 – 35 cm). Total mean soil temperature (+6 °C) was 1 °C higher compared to air temperature at 200 cm above the ground.

Increased height of trees in vicinity of the climatic station (Noel) influenced wind speed. During the early years of investigation (1999 – 1998), there were more frequent events having wind speed over 3 according the Beaufort scale (Tab. 4, Fig. 6) compared to the other periods (2000 – 2003; 2004 – 2007; 2008 – 2010, Fig. 13).

Comparison of mean daily solar radiation in both growing and dormant season shows a strong positive relationship between radiation and air temperatures during the growing season (Fig. 9A). This trend was not proved for the dormant season. We found also a strong negative relationship between radiation and precipitation amount during the growing season (Fig. 11A).

It can be concluded that:

1. Mean air temperature was higher (by 1 °C) compared to expected values for spruce vegetation-climatic zone.
2. In growing season, coincidence of low precipitation and high air temperature can affect young tree plantations by drought.
3. Direction of prevailing wind did not change between 1997 and 2010. The most frequent were southerly, south-westerly and northerly winds. Increased height of trees influenced wind speed. The wind speed slowed down from 3.7 m.s⁻¹ (1997 – 1999) to 1.5 m.s⁻¹ (2008 – 2010) as the height of spruce stand changed from 1 m (1997 – 1999) to 3.9 m (2008 – 2010).
4. According to our expectation we found positive relationship between solar radiation and air temperature while relationship between solar radiation and precipitation was found to be negative in the growing season. These relationships did not apply to dormant season.
5. Amount of annual global radiation totaled 3 894 MJ.m⁻². Both duration and intensity of solar radiation in the Jizerka experimental plot were comparable with values from the other station being operated by the Czech Hydrometeorological Institute.

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.: 494 668 392; e-mail: balcarv@vulhmop.cz