

Assessment of climatologic variables in unseasonably warm winter 2006-2007 using data from regional meteorological stations Borová hora and Kráľová

A. SKARBOVÁ ⁽¹⁾, K. STŘELCOVÁ ⁽¹⁾, J. ŠKVARENINA ⁽¹⁾ and J. KUČERA ⁽²⁾

⁽¹⁾ Faculty of Forestry, Technical University in Zvolen, Masarykova 24, Slovak Republic (e-mail: strelcov@vsld.tuzvo.sk)

⁽²⁾ Environmental Measuring Systems, Turistická 5, Brno, Czech Republic (e-mail: kucera@emsbrno.cz)

Abstract At present, predominately macroclimatic meteorological and climatological characteristics are subject to observation in Slovakia. These observations are mostly restricted to more densely settled lowland and basin regions. Nevertheless, the macroclimatic data acquired from these observations are not always sufficient for forestry and ecological research since forests are mostly located in sub-montane and montane regions – the areas with no macroclimatic meteorological station network. It is thus of crucial importance to extend macroclimatic network by adding mesoclimatic stations. In 2006 we thus started with the establishment of such network in the Zvolen Basin and its surroundings; first measurements (air and soil temperature, relative air humidity, total precipitation, global radiation) were taken on regional meteorological stations Arboretum Borová hora (2nd forest vegetation zone) and Kráľová near Zvolen (5th forest vegetation zone) in May 2006. Data are acquired using digital meteorological station EMS Brno (Environmental Measuring Systems, Brno, www.emsbrno.cz) with automated storage and a 10-minute internet upload interval. The measured data are further processed into climatological characteristics (averages, totals, extremes) and compared with their respective long-term averages.

A special attention was placed to the assessment of meteorological characteristics recorded during an extremely warm winter 2006-2007 between October 2006 and March 2007 (cold period). The months mentioned appeared to be temperature supernormal and precipitation negative. These winter statistics are in line with the climate change scenarios (Lapin, M., 1996) that predict gradual warming of winter temperatures. It is predicted that climate change in Slovakia will with high probability bring overall increase in long-term air temperature averages with more dramatic increase to be observed in winter months.

Key words: *mesoclimatic meteorological network, cold period, climatic extremes*

1. Úvod

Problematika klimatickej zmeny je vo svete čoraz aktuálnejšia a jej dôsledky pociťujeme aj na Slovensku. Zmeny pozorujeme najmä v teplotnom režime ako aj v meniacom sa režime zrážok v priebehu roka.

V 20. storočí sa na Slovensku pozoroval rast priemernej ročnej teploty vzduchu asi o 1,1 °C (v zime ešte viac) a pokles ročných úhrnov zrážok o 5,6 % v priemere. Zaznamenaný bol aj výrazný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu (do 5 %) a pokles snehovej pokrývky takmer na celom území (Balajka a kol., 2005). V ročnom režime zrážok sa okrem sezónnych trendov stále viac prejavuje aj nevyváženosť v striedaní období s nedostatkom zrážok s obdobiami s ich prebytkom. S veľkou istotou je možné predpokladať výrazný pokles priemernej výšky a stability snehovej pokrývky najmenej do nadmorskej výšky 900 m, ak dôjde k očakávanému otepleniu v chladnej časti

roka (Mind'áš J., Lapin M., 1996).

Predpokladaný častejší výskyt extrémnych javov sa v posledných rokoch potvrdil, a je možné ho očakávať aj v nasledujúcich rokoch. V súčasnosti sú najlepšie preskúmané dôsledky rastu skleníkového efektu atmosféry na rast priemerov teploty vzduchu na celej Zemi (globálne otepľovanie). V období r. 1989 – 2004 sa na Slovensku vyskytli série po sebe nasledujúcich teplých rokov 1990, 1993, 2000, 2002 a 2003 (Balajka a kol., 2005).

Aj tohoročná zima 2006 – 2007 sa prejavila ako extrémne teplá. V súvislosti s tým sme zhodnotili niektoré extrémne javy počasia v zime 2006–2007. Vychádzali sme z meteorologických charakteristík, ktoré boli namerané na dvoch regionálnych meteorologických stanicách Technickej Univerzity vo Zvolene v Arboréte Borová hora a Kráľová nad Zvolenom. Stanice sa nachádzajú vo Zvolenskej kotline v rozdielnych nadmorských výškach.

Keďže na území Slovenska sa v rámci meteorologických pozorovaní SHMU uskutočňujú prevažne makroklimatické meteorologické a klimatologické pozorovania a prevažne v hustejšie osídlených nížinných a kotlinových oblastiach, tieto nespĺňajú potreby lesníckeho a ekologického výskumu, nakoľko lesné porasty sa nachádzajú najmä v podhorských a horských oblastiach. Preto je potrebné túto sieť doplniť sieťou mezoklimatických staníc.

2. Metodika merania

Od mája 2006 prebiehajú na regionálnych meteorologických staniciach v Arboréte Borová hora - Technická univerzita Zvolen (2. lesný vegetačný stupeň) a na Kráľovej nad Zvolenom (5. lesný vegetačný stupeň) kontinuálne mezoklimatické merania zrážok, teploty a vlhkosti vzduchu, globálnej radiácie a teploty pôdy. Charakteristika stanice Borová hora je uvedená v tabuľke 1, klimadiagram na obrázku 1 a charakteristika stanice Kráľová v tabuľke 2, klimadiagram na obrázku 2.

Pre Arborétum Borová Hora sme použili dlhodobé priemery zrážok a teplôt zo stanice Sliač kúpele (371 m n. m.). Pre Kráľovú sme použili dlhodobé priemery úhrnov zrážok zo stanice Detvianska Huta (821 m n. m.) a dlhodobé priemery teplôt zo stanice Lešť (720 m n. m.), ktoré sa nachádzajú v blízkosti stanice. Mesačné zrážkové úhrny pre stanicu Borová hora sú použité zo stanice Sliač ako v prípade dlhodobých priemerov 1931 - 1960.

Na meranie sa používa digitálna meteorologická stanica výrobcu EMS Brno (Environmental Measuring Systems, Brno, www.emsbrno.cz) s automatizovaným ukladaním a vysielaním dát do internetu v 10 minútovom intervale.

Merané meteorologické prvky, fyzikálne jednotky a hladiny meraní od povrchu zeme sú uvedené v tabuľke 3, stanica je zobrazená na obrázku 3.

Hodnoty meraných meteorologických veličín charakterizujúcich okamžitý stav atmosféry v prízemnej vrstve ovzdušia sú okamžite po nameraní prenášané optickým signálom do počítača v budove Arboréta a následne vysielané na internetovú stránku. Namerané meteorologické údaje z regionálnej stanice sú sťahované pomocou prenosného počítača.

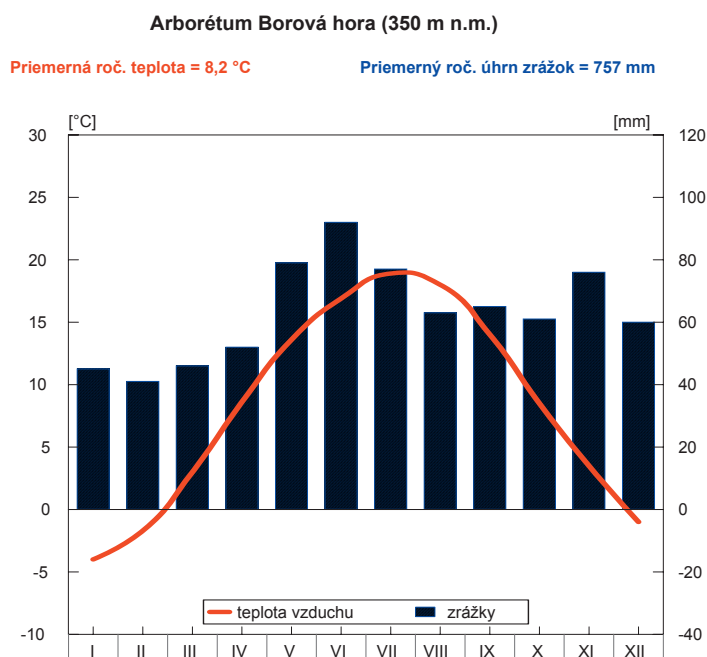
Z nameraných meteorologických údajov sú ďalej spracovávané klimatologické charakteristiky (priemery, úhrny, extrémy) a porovnávané s dlhodobými priemermi regionálnych staníc.

Podrobnejšie informácie a snímky poskytuje prípadným záujemcom webová stránka TU vo Zvolene www.tuzvo.sk (Střelcová, K. et al., 2007).

Tabuľka 1: Charakteristika mezoklimatickej stanice v Arboréte Borová hora

Zemepisné súradnice	N48°36' E19°08'
Nadmorská výška	350 m n.m
Expozícia	juhozápadná
Sklon	5-10%
Priem. ročná teplota	8,2 °C
Priem teplota vo vegetačnom období (IV.-IX)	14,7 °C
Priem. ročný zrážkový úhrn	757 mm
Priem. zrážkový úhrn vo vegetačnom období(IV.-IX)	428 mm
Priemerná relatívna vlhkosť	76 %
Priemerná dĺžka slnečného svitu	1943 h
Priemerná oblačnosť	60 %
Prevládajúci smer vetra	NW, W, bezvetrie
Priemerný počet dní:	
• so snehovou pokrývkou	69
• mrazových (pod 0 °C)	127
• letných (nad 25 °C)	63
• tropických (nad 30 °C)	12
• vegetačné obdobie	168
• jasných	48
• zamračených	119
• s hmlou	67

Klimatická oblasť- okrskok	teplý, mierne vlhký, s chladnou zimou
Priemerná koncentrácia SO ₂	12 µg.cm ⁻³
Geologické podložie	andezitový tuf a travertíny
Pôdne pomery	pararendziny, kambizeme, fluvizeme
Lesný vegetačný stupeň	2. bukovo-dubový
Skupiny lesných typov	buková dúbrava (<i>Fageto-Quercetum</i>), drieňová dúbrava (<i>Corneto-Quercetum</i>)

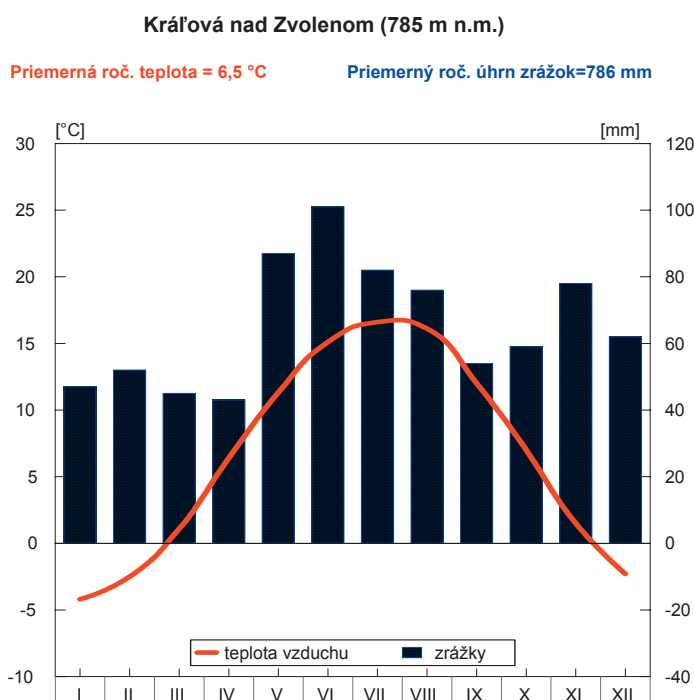


Obrázok 1: Klimadiagram regionálnej stanice Arboréta Borová hora

Tabuľka 2: Charakteristika mezoklimatickej stanice Kráľová nad Zvolenom

Zemepisné súradnice	
Nadmorská výška	785 m n.m.
Expozícia	severná až plató
Sklon	1-3 %
Priem. ročná teplota	6,5 °C
Priem. teplota vo vegetačnom období (IV.-IX)	12,9 °C
Priem. ročný zrážkový úhrn	786 mm
Priem. zrážkový úhrn vo vegetačnom období(IV.-IX)	459 mm
Priemerná relatívna vlhkosť	74 %
Priemerná dĺžka slnečného svitu	1660 h
Priemerná oblačnosť	62 %
Prevládajúci smer vetra	N, NW, W, SW
Priemerný počet dní:	
• so snehovou pokrývkou	89
• mrazových (pod 0 °C)	125
• letných (nad 25 °C)	35
• tropických (nad 30 °C)	2
• vegetačné obdobie	151
• jasných	41
• zamračených	119
• s hmlou	91

Klimatická oblasť- okrskok	teplý, mierne vlhký, s chladnou zimou
Priemerná koncentrácia SO ₂	3 µg.cm ⁻³
Geologické podložie	andezity
Pôdne pomery	kambizeme
Lesný vegetačný stupeň	4. bukový, 3. dubovo-bukový
Skupiny lesných typov	bučina vyšší stupeň (<i>Fagetum pauper vst</i>) bučina nižší stupeň (<i>Fagetum pauper nst</i>) dubová bučina (<i>Querceto-Fagetum</i>)



Obrázok 1: Klimadiagram regionálnej stanice Kráľová nad Zvolenom

Tabuľka 3: Merané meteorologické veličiny

Meteorologický prvok	Jednotky/výška merania
Globálne žiarenie	W.m ⁻² (2 m)
Teplota vzduchu	°C (2 m)
Teplota pôdy	°C (-0,1 m)
Relatívna vlhkosť vzduchu	% (2 m)
Zrážky *	mm (1 m)

**zrážky sú merané len v prípade kvapalných zrážok (tuhé zrážky zo snehu sa merajú manuálne a nie sú prenášané do internetu)*



Obrázok 3: Digitálna meteorologická stanica

3. Klimatická charakteristika chladného polroka 2006 – 2007

Osobitnú pozornosť sme venovali vyhodnoteniu meteorologických charakteristík nameraných počas mesiacov október 2006 až marec 2007 (chladný polrok). Z nameraných meteorologických údajov sú spracované klimatologické charakteristiky (priemery, úhrny, extrémny), ktoré sú porovnávané s dlhodobými priermi staníc za obdobie 1931 - 1960.

Porovnanie chladného obdobia 2006 – 2007 s dlhodobým priemerom ako aj informácie o ostatných klimatických prvkoch poskytuje tabuľka 4 a 5.

Tabuľka 4: Klimatický prehľad za chladný polrok (október 2006 až marec 2007) – Borová hora

Mesiac	Atmosférické zrážky			Teplota vzduchu					Globálna radiácia [kW/m ²]	Teplota pôdy 10cm [st.C]	Vlhkosť vzduchu [%]
	Úhrn [mm]	N [%]	ZN [mm]	Priemer [st.C]	Odchýlka [st.C]	TN [st.C]	Absolútna				
							Max.[st.C]	Min.[st.C]			
Október	15,2	25	61	10,3	1,8	8,5	23	-6,0	75,181	12,8	81
November	28	37	76	6,3	2,8	3,5	16,4	-6,8	24,200	7,5	90
December	12,3	20,5	60	0,8	1,8	-1,0	13,6	-8,4	19,929	4,2	96
Január	104,8	233	45	2,9	6,9	-4,0	12,0	-9,7	22,247	2,6	88
Február	53,4	130	41	3,0	4,7	-1,7	11,2	-3,0	35,117	3,3	87
Marec	63,0	134	46	6,6	3,6	3,0	20,3	-3,3	79,025	6,3	77
chlad.polr.	276,7	84	329	5,0	3,6	1,4	23,0	-9,7	255,699	6,1	87

N[%] - percento dlhodobého priemeru z rokov 1931-60

Odchýlka [st.C] - odchýlka z dlhodobého priemeru rokov 1931-60

ZN [mm] - dlhodobý priemer zrážok rokov 1931-60

TN [st.C] - dlhodobý priemer teploty vzduchu rokov 1931-60

x - údaj chýba

Tabuľka 5: Klimatický prehľad za chladný polrok (október 2006 až marec 2007) – Kráľová nad Zvolenom

Mesiac	Atmosférické zrážky			Teplota vzduchu					Globálna radiácia [kW/m ²]	Teplota pôdy 10cm [st.C]	Vlhkosť vzduchu [%]
	Úhrn [mm]	N [%]	ZN [mm]	Priemer [st.C]	Odchýlka [st.C]	TN [st.C]	Absolútna				
							Max.[st.C]	Min.[st.C]			
Október	17,2	29	59	10,2	3,2	7,0	19,4	-3,4	72,157	9,8	77
November	25,1	32	78	4,6	3,1	1,5	12,8	-8,1	23,941	5,7	93
December	9,9	16	62	1,1	3,4	-2,3	9,9	-7,8	21,816	2,8	91
Január	82,7	176	47	0,9	5,1	-4,2	8,3	-9,7	20,162	1,3	92
Február	54,7	105	52	0,8	3,3	-2,5	7,6	-4,6	33,807	1,3	93
Marec	79,0	176	45	5,0	3,9	1,1	16,7	-2,4	74,041	3,9	77
chlad.polr.	238,1	69	343	3,8	3,2	0,1	19,4	-9,7	245,923	4,1	87

N[%] - percento dlhodobého priemeru z rokov 1931-60

Odchýlka [st.C] - odchýlka z dlhodobého priemeru rokov 1931-60

ZN [mm] - dlhodobý priemer zrážok rokov 1931-60

TN [st.C] - dlhodobý priemer teploty vzduchu rokov 1931-60

x - údaj chýba

Trend vývoja nameraných hodnôt meteorologických charakteristík na oboch staniách má podobný charakter .

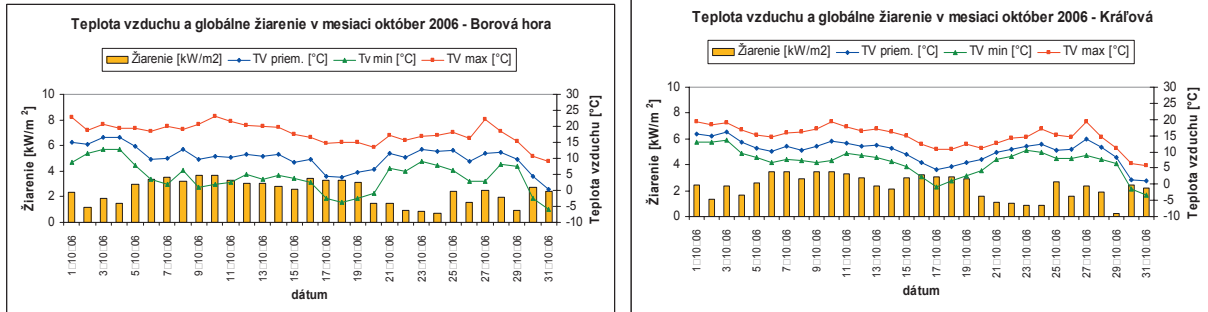
Priemerný úhrn zrážok za chladné obdobie dosiahol 277 mm (Borová hora) a 238 mm (Kráľová nad Zvolenom), čo predstavuje 80% z dlhodobého priemeru pre stanicu Borová hora a 69% z dlhodobého priemeru pre stanicu Kráľová nad Zvolenom. Zrážky boli časovo značne premenlivé. Výrazný pokles zrážok sme zaznamenali v mesiacoch október, november a december, ktoré sa vyznačovali hodnotami nízko pod dlhodobým priemerom. Obdobie október až december sa javilo ako zrážkovo silne až mimoriadne podnormálne. Decembrový úhrn zrážok dosiahol na Borovej hore len 12,3 mm a na Kráľovej nad Zvolenom 9,9 mm. Naopak v mesiacoch január, február a marec bol úhrn zrážok vysoko nad dlhodobým priemerom. Úhrn zrážok v januári dosiahol hodnotu na Borovej hore 233 mm a na Kráľovej nad Zvolenom 176 mm. Obdobie január až marec sa javilo ako zrážkovo nadnormálne až silne nadnormálne.

Zima 2006/2007 sa vyznačovala nedostatkom snehu. Jeho podstatnejšia časť sa vytvorila až koncom januára a vo februári. V decembri neboli zaznamenané takmer žiadne snehové zrážky.

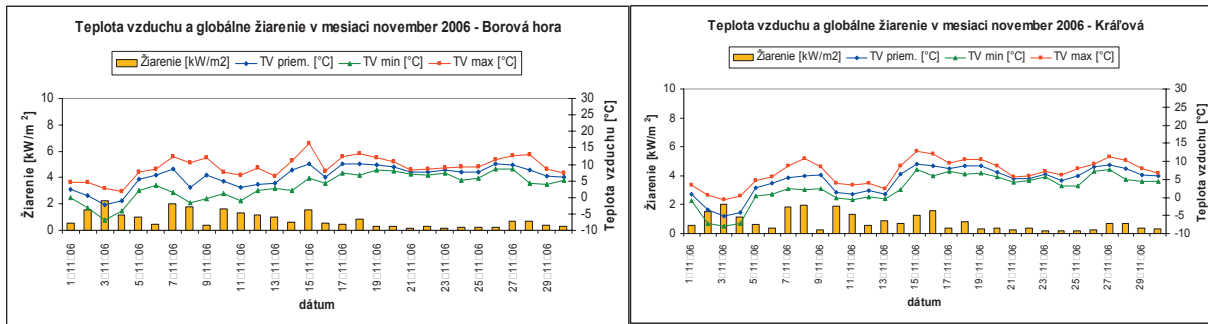
Výsledky tiež poukazujú na vzrast teploty vzduchu v porovnaní s dlhodobým priemerom v rokoch 1930 - 1961. Priemerná teplota v chladnom polroku dosiahla 5 °C (Borová hora) a 3,8 °C (Kráľová nad Zvolenom). Odchýlka od dlhodobého priemeru predstavuje +3,6 °C (Borová hora) a +3,2 °C (Kráľová nad Zvolenom). V zimnom polroku 2006-2007 sme zaznamenali iba kladné odchýlky teplôt od dlhodobého priemeru. Toto obdobie bolo teplotne silne až mimoriadne nadnormálne. Najvyššia kladná odchýlka od dlhodobého priemeru, t.j. 6,9 °C (Borová hora) a 5,1 °C (Kráľová nad Zvolenom) bola na oboch staniách v mesiaci január. V tomto mesiaci sme tiež zaznamenali absolútne teplotné minimum za chladný polrok, ktoré dosiahlo hodnotu - 9,7 °C na oboch staniách. Maximálnu teplotu v chladnom polroku 23,0 °C (Borová hora) a 19,4 °C (Kráľová nad Zvolenom) sme zaznamenali v mesiaci október.

Priemerná mesačná teplota pôdy za toto obdobie neklesla pod 0 °C.

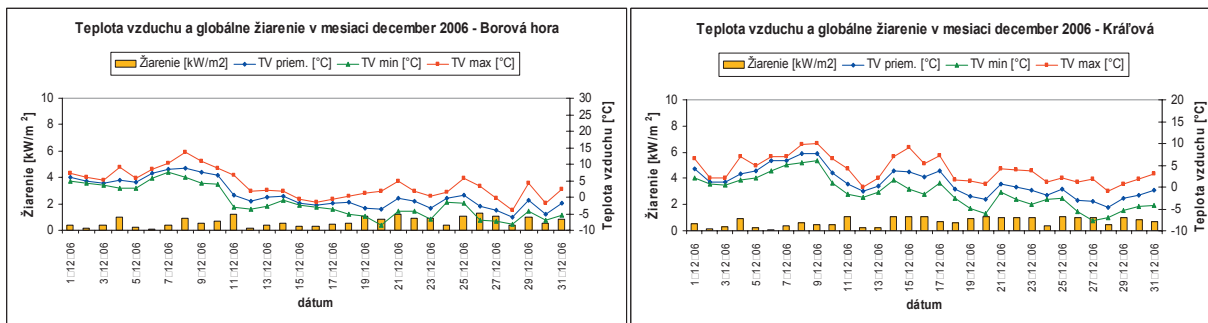
Príklad priebehov teploty vzduchu a globálneho žiarenia v jednotlivých mesiacoch chladného polroka 2006-2007 v Arboréte Borová hora a na Kráľovej nad Zvolenom je na obrázkoch 4-9.



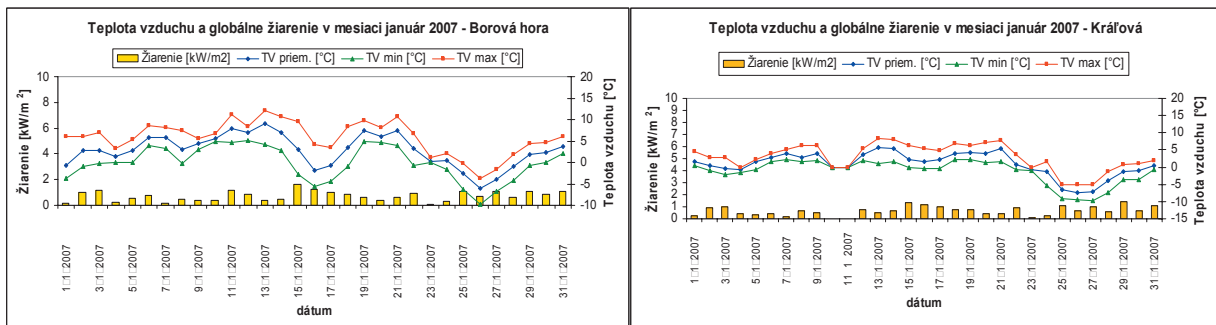
Obrázok 4: Priebeh teploty vzduchu a globálneho žiarenia v mesiaci október 2006 nameraných na stanici v Arboréte Borová hora a na Kráľovej nad Zvolenom.



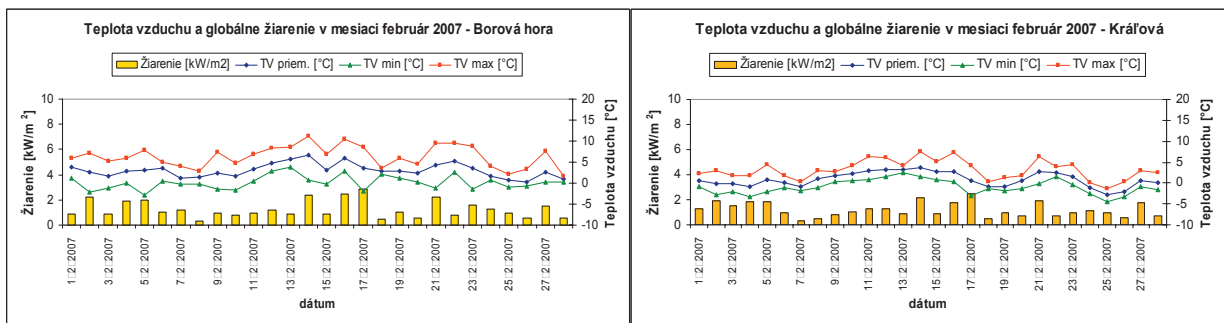
Obrázok 5: Priebeh teploty vzduchu a globálneho žiarenia v mesiaci november 2006 nameraných na stanici v Arboréte Borová hora a na Kráľovej nad Zvolen



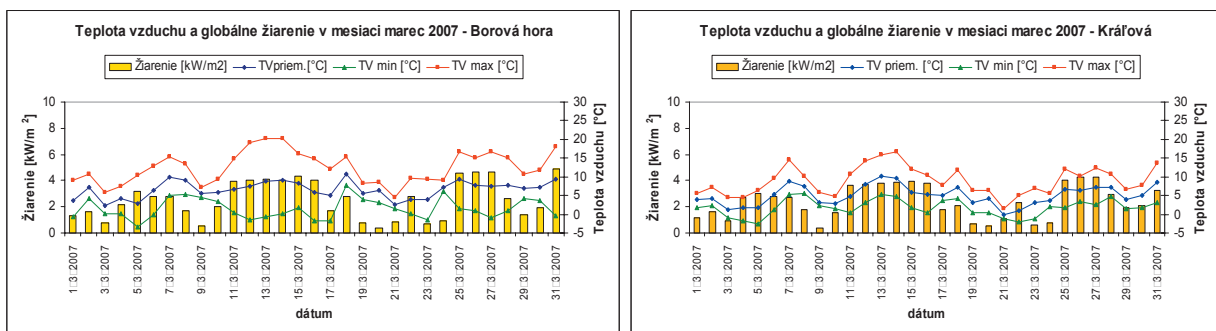
Obrázok 6: Priebeh teploty vzduchu a globálneho žiarenia v mesiaci december 2006 nameraných na stanici v Arboréte Borová hora a na Kráľovej nad Zvolenom.



Obrázok 7: Priebeh priemernej teploty vzduchu a pôdy v mesiaci január 2007 nameraných na stanici v Arboréte Borová hora a na Kráľovej nad Zvolenom.



Obrázok 8: Priebeh priemernej teploty vzduchu a pôdy v mesiaci február 2007 nameraných na stanici v Arboréte Borová hora a na Kráľovej nad Zvolenom.



Obrázok 9: Priebeh priemernej teploty vzduchu a pôdy v mesiaci marec 2007 nameraných na stanici v Arboréte Borová hora a na Kráľovej nad Zvolenom.

4. Záver

V príspevku sme sa podrobnejšie zaoberali vyhodnotením klimatických charakteristík nameraných v chladnom polroku (október 2006 až marec 2007). Meteorologické údaje boli merané na dvoch regionálnych staniciach Borová hora a Kráľová nad Zvolenom nachádzajúcich sa v rôznych nadmorských výškach. Priebeh nameraných hodnôt meteorologických charakteristík na oboch staniciach má podobný charakter. Pre porovnanie zistených klimatických charakteristík s dlhodobým priemerom sme využili obdobie rokov 1931-1960.

Klimatologická analýza potvrdila, že výskyt abnormálne vysokých teplôt a nerovnomerné časové rozdelenie zrážok počas chladného polroka 2006 - 2007 korešponduje s klimatickými scenármi.

5. Literatúra

1. BALAJKA, J., LAPIN, M., MINĎÁŠ, J., ŠŤASTNÝ, P., THALMEINROVÁ, D.: Štvrtá národná správa SR o zmene klímy a Správa o dosiahnutom pokroku pri plnení Kjótskeho protokolu, MŽP SR, SHMÚ, Bratislava 2005, s. 17
2. LAPIN, M.: Scenáre klimatickej zmeny na Slovensku. In: „Lesné ekosystémy a globálne klimatické zmeny“, LVÚ Zvolen, 1996, s.7-15.
3. LAPIN, M., FAŠKO, P., KVATÁK, Š.: Metodický predpis 3-09-1/1, Klimatické normály. SHMÚ, Bratislava 1988, 25 s.
4. MINĎÁŠ, J., LAPIN, M.: Klimatické zmeny a lesy Slovenska. Národný klimatický program SR, zv.5, MŽP SR, SHMÚ, Bratislava 1996, s. 11
5. STŘELCOVA, K., ŠKVARENINA, J., KUČERA, J., SKARBOVÁ, A.: Biometeorologický monitoring na regionálnych meteorologických staniciach Technickej univerzity s on-line prenosom údajov z do internetu. In: Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I.(ed.): *Klima lesa. Sborník referátů z mezinárodní vědecké konference*. Křtiny 11. – 12. 4. 2007, 43 s.
6. webová stránka www.tuzvo.sk