

Klimatologická analýza roku 2017 na základe meraní lesníckeho meteorologického monitoringu

Climate analysis of the year 2017 based on data of forest meteorological monitoring

Zuzana Sitková¹, Adriana Leštianska², Zora Snopková³, Katarína Střelcová², Jozef Zverko²

¹*Národné lesnícke centrum, T. G. Masaryka 22, 960 92, Slovensko, sitkova@nlcsk.org*

²*Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko,*

adriana.lestianska@tuzvo.sk, strelcova@tuzvo.sk

²*Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava, regionálne pracovisko Banská Bystrica,*

Zelená 5, Banská Bystrica, Slovensko, zora.snopkova@shmu.sk

Abstrakt

Príspevok sa zaoberá vyhodnotením meteorologických údajov nameraných počas roka 2017 v sieti vybraných 11 lesníckych meteorologických staníc Národného lesníckeho centra (NLC) a Technickej univerzity vo Zvolene (TUZVO). Automatické meteorologické stanice s online prenosom dát na internet sú distribuované v rámci celého Slovenska a nachádzajú sa v rôznych orografických celkoch od nadmorskej výšky 225 do 1 550 m n.m. Klimatologická analýza ukázala, že rok 2017 bol zrážkovo normálny až nadnormálny a teplotne nadnormálny. Najmä vegetačné obdobie (jún až august) bolo opäť teplotne vysoko nadpriemerné. V januári okolo sviatku Troch kráľov (6.1.2017) boli zaznamenané veľmi nízke teploty vzduchu (od -19,1 °C do -27,6°C). Naopak absolútne teplotné maximá kulminovali pri výraznej vlne horúčav začiatkom augusta 2017 (od 27,1 °C do 36,2 °C). Zrážkovo nadpriemerný bol najmä mesiac september 2017.

Kľúčové slová: meteorologický monitoring, teplota vzduchu, zrážky, dlhodobý priemer

Abstract

The paper deals with the evaluation of meteorological data measured during 2017 in the network of selected 11 forest meteorological stations of the National Forestry Center (NLC) and Technical University in Zvolen (TUZVO). Automatic weather stations with online data transfer via internet are distributed across Slovakia and are located in various orographic units from an altitude between 225 and 1 550 m above sea level. Climatological analysis showed that year 2017 was normal from the aspect of precipitation amount and above-normal relating to the observed air temperatures. In particular, the vegetation period (between June and

August) was again high above long-term average. In the beginning of January (January, 6th 2017), very low air temperatures were recorded (from -19.1 °C to -27.6 °C). On the contrary, the absolute temperature maximums culminated during the significant heat wave at the beginning of August 2017 (from 27.1 °C to 36.2 °C). The high precipitation totals above long-term average were observed mainly in September of 2017.

Key words: meteorological monitoring, air temperature, precipitation, long-term average

Úvod

Rastúca frekvencia a intenzita klimatických extrémov sa aj na Slovensku negatívne prejavuje a to formou postupujúcej fragmentácie a destabilizácie lesných celkov v dôsledku rôznych disturbančných faktorov (najčastejšie vietor, hmyz). Prebiehajúca zmena klímy prinesie aj v budúcnosti s vysokou pravdepodobnosťou nárast klimatickej variability spojenej s výskytom dlhších a intenzívnejších epizód sucha, extrémnych úhrnov zrážok a horúčav (Diffenbaugh et al. 2015, IPCC 2014). Napriek intenzívnemu výskumu fyziologických mechanizmov rôznych druhov drevín na celom svete ostávajú otázky suchom podmienenej mortality lesov stále nezodpovedané (Hartmann et al. 2015).

S rastúcou mierou zraniteľnosti a ohrozenia lesov rastie potreba kvalifikovaných a operatívnych informácií o prírodných rizikách a fungovaní prírodných ekosystémov v zmenených environmentálnych podmienkach. Na medzinárodnej úrovni rastie hodnota informácií z trvalých výskumných objektov v lesných ekosystémoch, ktoré sú súčasťou výskumu zameraného na vplyv extrémnych prejavov zmeny klímy na rastové a produkčné procesy, ale aj dopadov na mimoprodukčné funkcie lesov. Sieť klimatologických staníc a automatizované meteorologické merania na Slovensku zabezpečované národnou inštitucionálnou autoritou SHMÚ sú síce postupne modernizované, na druhej strane nemajú úplne optimálne pokrytie v lesných oblastiach, ktoré sú najčastejším a zároveň zraniteľným priestorom pre iniciáciu nežiadúcich meteorologicko-hydrologických javov (extrémne zrážky, vietor, sucho a extrémne teploty ako zvýšené riziko pre vznik požiarov).

V roku 2017 sa začalo riešenie projektu APVV-16-0325 „Extrémne prejavy zmeny klímy a ich dopady na rast a produkciu lesných porastov“, ktorého jedným z hlavných cieľov je vytvorenie integrovanej siete lesníckych meteorologických staníc a vytvorenie funkčnej dlhodobou-udržateľnej lesníckej online aplikácie so zámerom operatívneho hodnotenia celej škály s klímou súvisiacich rizík v lesných ekosystémoch (sucha, vzniku požiarov, povodní a iniciácie širšieho hmyzích škodcov) v rôznych lesných vegetačných stupňoch (lvs). Nadmorská výška a reliéf terénu ako silne diferencujúce faktory klímy zohrávajú

v orograficky členitom území Slovenska mimoriadne významnú úlohu (Škvarenina et al. 2008). So stúpajúcou nadmorskou výškou sa podstatne mení radiačná, termická i vodná bilancia krajiny. Túto vertikálnu stupňovitosť opisuje Zlatník (1976) cez tzv. vegetačné stupne pomocou výškovej zmeny typu vegetácie.

Potenciálnou cieľovou skupinou užívateľov výsledkov vyššie spomenutého výskumu sú pracovníci lesníckeho a poľnohospodárskeho manažmentu a štátna správa, vedeckí pracovníci výskumných inštitúcií prírodovedného zamerania, študenti a pedagógovia stredných a vysokých odborných škôl, univerzít, akademickí pracovníci ako aj široká verejnosť. Využitie údajov získaných lesníckym meteorologickým monitoringom spočíva predovšetkým:

- v detailnom popísaní poveternostnej situácie v reálnom čase
- v identifikácii výskytu extrémnych meteorologických situácií (početnosť a trvanie)
- v objasnení a lepšej interpretácii fyziologických a rastových procesov prebiehajúcich v lesnom poraste alebo na úrovni jednotlivých stromoch
- v hodnotení vplyvu klimatických extrémov na rast a produkciu lesných porastov, vodný režim a biogeochemické toky látok
- v monitoringu a možnosti predpovedania rizík vo vybraných lesných celkoch Slovenska
- v modelovaní potenciálnych účinkov globálnych zmien klímy na lesné ekosystémy
- v implementácii produktu biometeorologickej webovej aplikácie do lesníckej praxe a vzdelávacieho procesu

V predložennom príspevku sa venujeme analýze vývoja počasia v roku 2017 v rôznych lesných vegetačných stupňoch Slovenska a detailnejšie v regióne Zvolenskej kotliny a jej okolí (stredné Slovensko) na základe údajov lesníckeho meteorologického monitoringu a údajov z databázy SHMÚ. Z údajov nameraných na regionálnych meteorologických staniach boli vypočítané mesačné a ročné klimatické charakteristiky (priemery, sumy) a priemerná teplota vzduchu a úhrn zrážok boli porovnávané s dlhodobými priemermi klimatických údajov rokov 1961 – 1990.

Regionálna staničná sieť a metodika získavania meteorologických údajov

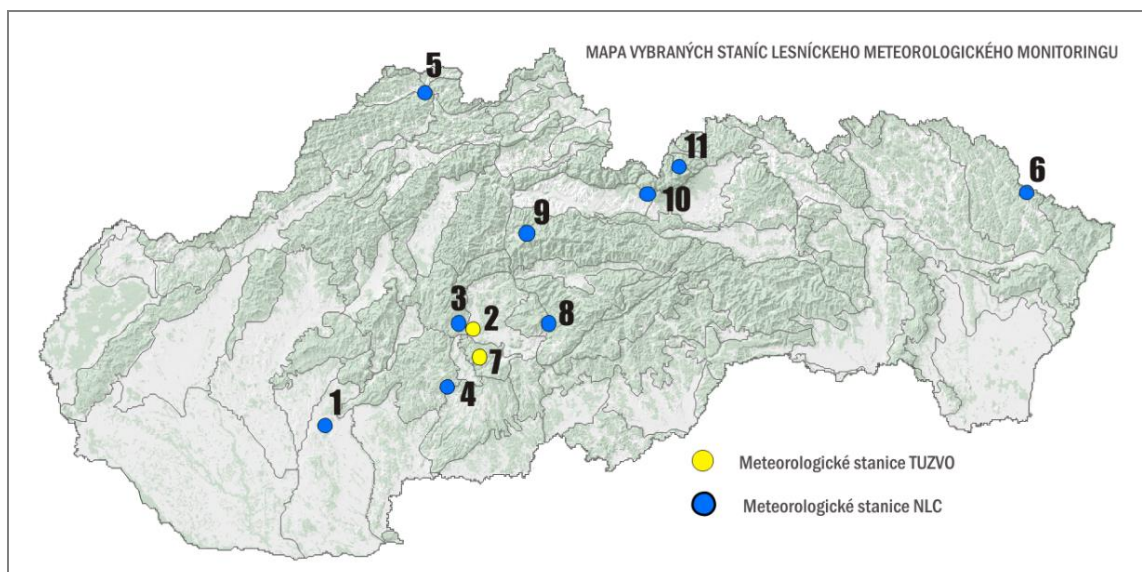
Za účelom lesníckeho a ekologického výskumu a pre edukačné účely sa už v roku 2007 na území Vysokoškolského lesníckeho podniku Technickej univerzity vo Zvolene začala budovať sieť regionálnych mezoklimatických meteorologických staníc s on-line prenosom nameraných meteorologických údajov. Podobná sieť automatizovaných meteorologických staníc sa na Národnom lesníckom centre začala zakladať v roku 2009. Merania

meteorologických prvkov a z nich agregované charakteristiky v súčasnosti prebiehajú na 14 automatických staniciach Technickej univerzity vo Zvolene a 13 staniciach Národného lesníckeho centra vo Zvolene.

Pre účely klimatologickej analýzy vývoja počasia na Slovensku v roku 2017 boli použité meteorologické údaje namerané na vybraných 11 staniciach lesníckej biometeorologickej siete Národného lesníckeho centra (9 staníc) a Technickej univerzity vo Zvolene (2 stanice). Digitálne automatické meteorologické stanice s online prenosom dát na internet sú distribuované v rámci celého Slovenska a nachádzajú sa v rôznych orografických celkoch od nadmorskej výšky 225 – 1 550 m n.m (obr. 1, tabuľka 1).

Pre potreby regionálnej analýzy vývoja počasia v oblasti stredného Slovenska (Zvolenská kotlina a okolie) boli použité meteorologické údaje namerané na 2 staniciach siete NLC (Bieň s nadmorskou výškou 450 m n. m., v 3. lvs a Poľana - Hukavský grúň s nadmorskou výškou 850 m n. m., v 5. lvs) a 2 staniciach zo siete TUZVO (Borová hora s nadmorskou výškou 353 m n. m., 2. lvs), Kráľová nad Zvolenom 784 m n. m., 4. lvs) (obr. 1). Chýbajúce údaje a zrážky v zimných mesiacoch boli doplnené zo staníc SHMÚ (údaje zo stanice SHMÚ Sliach pre stanicu Borová hora, údaje zo stanice SHMÚ Detvianska Huta pre stanicu Kráľová nad Zvolenom). Z nameraných meteorologických údajov boli spracované klimatické charakteristiky (priemery, sumy) porovnávané s dlhodobými priemerami za roky 1961 – 1990 nameranými na klimatologických staniciach SHMÚ. Hodnotenie abnormálnosti aktuálneho počasia bolo urobené podľa metodického predpisu SHMÚ (Lapin et al. 1988).

Na meranie sa jednotne používajú digitálne meteorologické stanice výrobcu EMS Brno (Environmental Measuring Systems, Brno) s automatizovaným ukladaním dát v 10 alebo 30-minútovom intervale. Merané údaje sú automaticky vysielané a priebežne graficky vizualizované 1x za hodinu na internetovej stránke Technickej univerzity vo Zvolene alebo Národného lesníckeho centra. Podrobnejšie informácie o lesníckom biometeorologickom monitoringu ako aj prístup k online dátam zo staničnej siete NLC a TUZVO sú dostupné na webových stránkach TUZVO (www.emsbrno.cz) a NLC (www.futmon.nlcsk.sk).



Obr. 1 Poloha vybraných automatických staníc lesníckeho meteorologického monitoringu NLC a TUZVO použitých ku analýze vývoja počasia v roku 2017 (číselné kódy staníc zodpovedajú tabuľke 1 a sú zoradené vzostupne podľa nadmorskej výšky lokalít).

Výsledky a diskusia

Na základe najaktuálnejších hodnotení globálnej klímy publikovanom svetovou meteorologickou organizáciou WMO bol rok 2017 s teplotami vzduchu o 1.0 °C až 1.1 °C vyššími v porovnaní s predindustriálnou úrovňou jeden z troch najteplejších rokov za celú históriu pozorovaní (spolu s rokmi 2016 a 2015). V Európe bola zároveň posledná dekáda rokov 2008 – 2017 označená za najteplejšiu od začiatku meteorologických meraní vôbec (WMO 2018). Mimoriadne teplé slnečné a lokálne suché bolo aj leto roku 2017, ktoré sa zaradilo v Európe na piate miesto od začiatku histórie meteorologických meraní (SHMÚ 2017). Podobné tendencie v zmenách klímy je možné pozorovať a analyzovať aj na regionálnej úrovni, a to na základe dlhodobých a aktuálnych lesníckych meteorologických meraní na území Slovenska.

Hodnoty absolútnych minimálnych, maximálnych a priemerných ročných teplôt vzduchu ako aj celkový úhrn zrážok v roku 2017 nameraných na vybraných lokalitách lesníckej meteorologickej siete NLC a TUZVO sú uvedené v tabuľke 1. Absolútne teplotné minimum (-27,6 °C) bolo v rámci hodnotených staníc zaznamenané 8. januára 2017 o 8:30 v oblasti Kysúc na Husáriku (540 m n.m.) a v severnej časti Tatier na Kolovom plese (-26,7 °C) dňa 6. januára 2017. Naopak absolútne teplotné maximum (36,2 °C) bolo namerané na stanici Čifáre (225 m n.m.) dňa 4. augusta o 16:00. Priemerná ročná teplota vzduchu sa v rámci hodnotených lesných lokalít pohybovala v roku 2017 v rozpätí od 3,1 – 9,3 °C. Ročný úhrn

zrážok v roku 2017 sa na vybraných lokalitách Slovenska pohyboval v intervale od 587 mm na trvalej monitorovacej ploche Čifáre (225 m n.m.) po úhrn 1 580 mm nameraný na severnej strane Tatier (Kolové pleso, 1 550 m n.m.).

V porovnaní s predchádzajúcim rokom 2016, môžeme v roku 2017 skonštatovať celkovo mierne nižšie úhrny zrážok a tiež o niečo nižšie priemerné ročné teploty vzduchu. Výrazne nižšie však boli najmä absolútne teplotné minimá zaznamenané v januári 2017 a naopak významne vyššie boli pozorované absolútne teplotné maximá pozorované počas vlny horúčav na začiatku augusta 2017 a to na všetkých hodnotených lokalitách lesníckej biometeorologickej siete (od 27,1 °C do 36,2 °C).

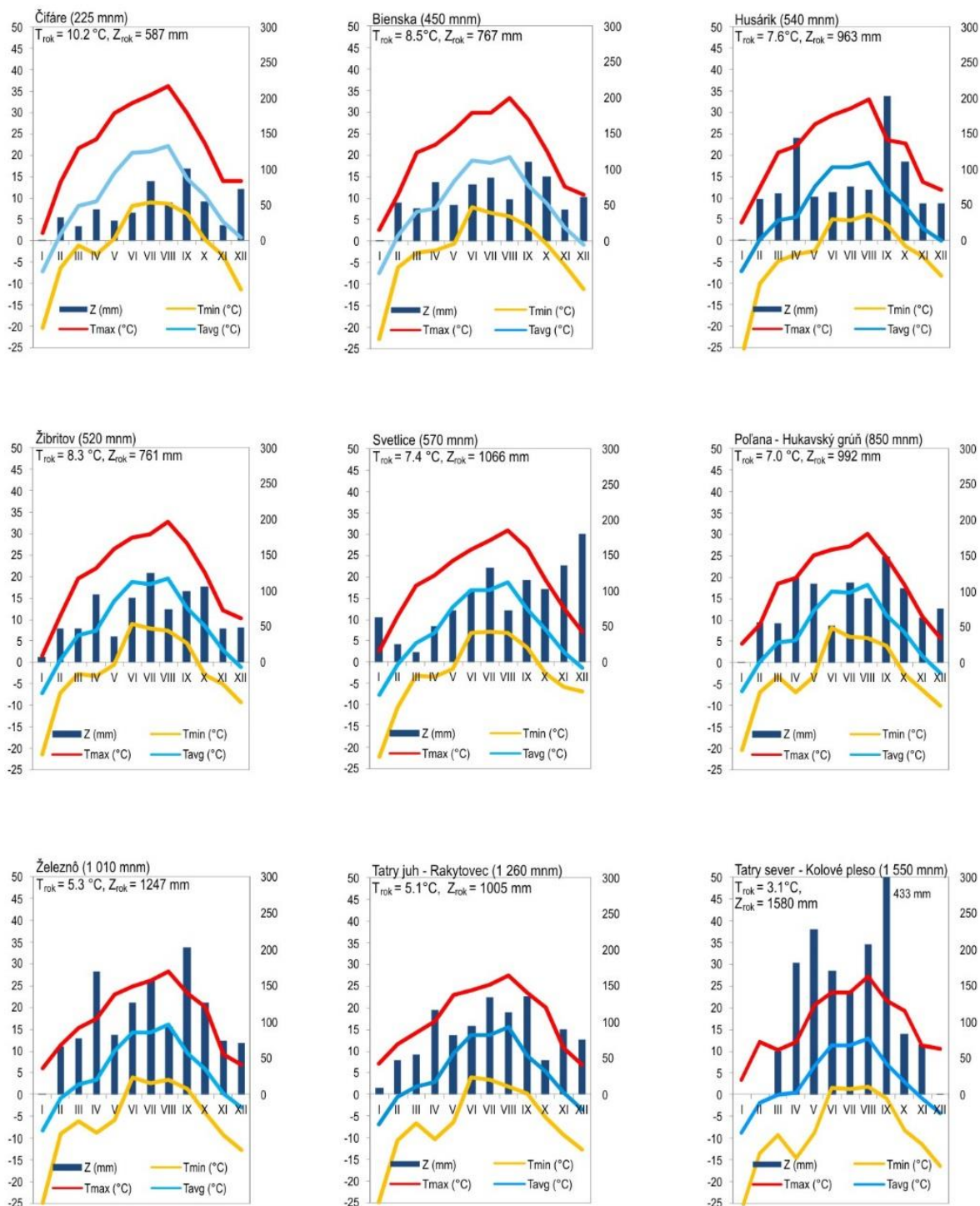
Grafický priebeh mesačných teplôt vzduchu a úhrnov zrážok v roku 2017 na vybraných 9 meteorologických staniách NLC zoradených vzostupne podľa nadmorských výšok prináša obr. 3. Z hľadiska vývoja mesačných teplôt vzduchu je zrejماً kulminácia hodnôt v auguste 2017, naopak k výraznému ochladeniu a prepadu teplôt vzduchu došlo v apríli príp. máji, čo je markantné celoplošne na všetkých hodnotených lokalitách.

Tabuľka 1 Charakteristika staníc, absolútna minimálna, maximálna a priemerná ročná teplota vzduchu (°C) a úhrn zrážok (mm) v roku 2017 na vybraných biometeorologických staniách NLC a TUZVO

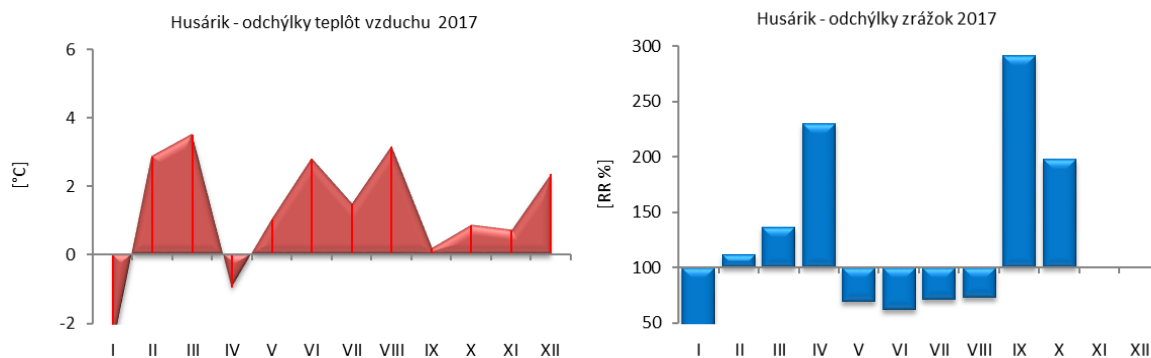
<i>Stanica Lokalita</i>	<i>Kód stanice</i>	<i>Nadmorská výška</i>	<i>Geomorfologický celok</i>	<i>T_{min} [°C]</i>	<i>T_{max} [°C]</i>	<i>T_{avg} [°C]</i>	<i>Z_{sum} [mm]</i>
Čifáre	1	225	Pohronská pahorkatina	-20,4	36,2	9,3	587
Borová hora	2	353	Zvolenská kotlina	-23,9	35,9	7,9	651
Bienska	3	450	Kremnické vrchy	-22,8	33,2	8,5	767
Žibritov	4	520	Krupinská planina	-21,4	32,7	8,4	761
Husárik	5	540	Beskydy	-27,6	32,9	7,5	970
Svetlice	6	570	Bukovské vrchy	-22,3	30,9	7,7	1066
Kráľová	7	784	Javorie	-19,1	35,9	8,3	764
Poľana	8	850	Poľana	-20,5	30,1	7,0	992
Železnô	9	1 010	Nízke Tatry	-24,9	28,2	5,3	1247
Rakytovec	10	1 260	Vysoké Tatry - juh	-25,0	27,3	5,1	1005
Kolové pleso	11	1 550	Vysoké Tatry - sever	-26,7	27,1	3,1	1580

Vysoké mesačné úhrny zrážok boli zaznamenané napríklad na lokalite Kolové pleso na severnej strane Tatier v septembri (433 mm) a v máji 2017 (227 mm). V porovnaní s južnou stranou Tatier, bol ročný úhrn zrážok na severe približne o 36 % vyšší. V severnom regióne Slovenska, v oblasti Kysúc na Husárik, kde sú lesy v ostatných 3 až 4 rokoch významne poškodzované najmä kalamitným premnožením podkôrneho hmyzu, boli najvyššie úhrny namerané v mesiacoch apríl (144 mm) a september (202 mm). Potvrdzujú to aj výsledky meraní z blízkej klimatologickej stanice Čadca (SHMÚ), kde zrážky v apríli dosiahli 233 %

normálu a v septembri až 278 % normálu (Klimatologický bulletin SHMÚ). Naopak zrážkovo deficitné boli v tejto oblasti všetky mesiace obdobia od mája do augusta 2017, t.j. práve v mesiacoch kedy dochádza k hlavnému a opakovanému rojeniu hmyzích škodcov (obr. 4).

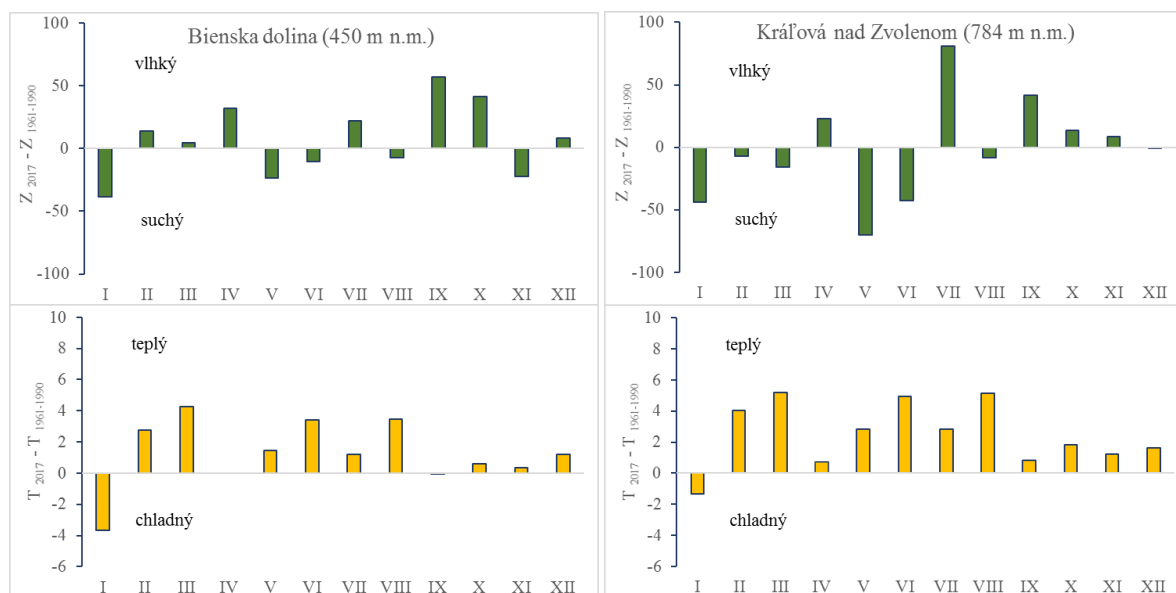


Obr. 3 Ročné a mesačné úhrny zrážok, minimálne, maximálne a priemerné mesačné teploty vzduchu v roku 2017 na vybraných staniciach lesníckej biometeorologickej siete NLC, lokalizovaných v rôznych nadmorských výškach a orografických celkoch Slovenska



Obr. 4 Odchýlky priemerných mesačných teplôt vzduchu (°C) a úhrnov zrážok (RR%) nameraných v roku 2017 od dlhodobého normálu 1961 – 1990 na lokalite Husárik v oblasti Kysúc, kde dochádza už niekoľko rokov k intenzívnemu kalamitnému rozpadu a fragmentácii lesných porastov, najmä nepôvodných smrečín.

V oblasti stredného Slovenska, môžeme na ukážke dvoch vybraných lesníckych meteorologických staníc lokalizovaných v Zvolenskej kotline (Bienska dolina a Kráľová nad Zvolenom) vidieť, že v porovnaní s dlhodobým priemerom 1961 – 1990 boli zrážkovo deficitné mesiace najmä máj a tiež jún a august 2017. Teplotne podnormálny bol prakticky len výnimočne chladný január 2017, ostatné mesiace sa nachádzali nad úrovňou dlhodobého normálu a to miestami aj o viac ako o 4 °C vyššie (marec, jún, august) (obr. 5).



Obr. 5 Odchýlky mesačných úhrnov zrážok (hore) a priemerných mesačných teplôt vzduchu (dole) od dlhodobého priemeru 1961 – 1990 na príklade 2 lesníckych meteorologických staníc v oblasti Zvolenskej kotliny (Bienska dolina – NLC a Kráľová nad Zvolenom – TUZVO).

Pre podrobnejšiu klimatologickú analýzu regiónu stredného Slovenska ďalej prikladáme detailný prehľad mesačných klimatologických charakteristík pre 4 vybrané lesné lokality: Arborétum Borová hora (353 m n. m.; 2. lvs), Kráľová nad Zvolenom (784 m n. m.; 4. lvs) a dvoch meteorologických staníc NLC: Bieň (450 m n. m.; 3. lvs), Poľana - Hukavský grúň (850 m n. m.; 5. lvs) (tabuľka 2 až tabuľka 5).

Ročný úhrn zrážok dosiahol 737 mm (Borová hora), 767 mm (Bienska dolina), 764 mm (Kráľová nad Zvolenom) a 992 mm (Poľana – Hukavský grúň). Sledovaný rok je možné v porovnaní s dlhodobým priemerom charakterizovať ako zrážkovo normálny vo vyšších nadmorských výškach (97% z dlhodobého priemeru – Kráľová nad Zvolenom a 95% z dlhodobého priemeru – Poľana – Hukavský grúň) až nadnormálny v nižších nadmorských výškach (113% z dlhodobého priemeru – Borová hora a 111% z dlhodobého priemeru – Bienska dolina) s prevahou mesiacov s hodnotami nad dlhodobým priemerom počas vegetačného obdobia. Mesiace v zimnom období boli zrážkovo normálne s výnimkou mesiaca január, ktorý sa prejavil ako zrážkovo mimoriadne podnormálny.

Výsledky tiež poukazujú na nárast teploty vzduchu v porovnaní s dlhodobým priemerom rokov 1961 – 1990. Rok 2017 je možné v porovnaní s dlhodobým priemerom charakterizovať ako teplotne silne nadnormálny v nižších nadmorských výškach (Borová hora a Bienska dolina) až mimoriadne nadnormálny vo vyšších nadmorských výškach (Kráľová nad Zvolenom a Poľana - Hukavský Grúň).

Ročný chod relatívnej vlhkosti vzduchu sa vyznačuje minimom v júni a maximom v decembri. Ročný priemer vlhkosti vzduchu je 81% na stanici Bienska dolina a 84% na ostatných hodnotených stanicích. Vlhkosť vzduchu, resp. nasýtenie vzduchu vodnými parami (vodný sýtostný deficit) sú spolu s teplotou vzduchu kľúčovými meteorologickými faktormi, od vplyvu ktorých závisí aj dynamika fyziologických procesov drevín. Celková hodnota vodného sýtostného deficitu (VPD) v roku 2017 vplyvom nadmorskej výšky klesá a dosiahla 342 Pa (Borová hora), 333 Pa (Bienska dolina), 284 Pa (Kráľová nad Zvolenom) a 247 Pa (Poľana – Hukavský Grúň). V ročnom chode dosahoval sýtostný deficit najnižšie hodnoty v zimných mesiacoch (január a december) a najvyššie hodnoty v júni a v auguste.

Tabuľka 2 Klimatologický prehľad za rok 2017 pre lokalitu Borová hora (353 m n. m.; 2. lvs)

Mesiac	Atmosférické zrážky				Teplota vzduchu								Vlhkosť vzduchu [%]	VPD [Pa]
	Úhrn [mm]	N [%]	char.	ZN [mm]	Priemer [°C]	Odch [°C]	char.	TN [°C]	Absolútna					
									Max.[°C]	dátum	Min.[°C]	dátum		
I	29.6	76	n	39	-8.4	-4.7	spn	-3.7	4.1	26.01.2017	-23.9	08.01.2017	91	36.8
II	34.9	92	n	38	1.8	2.9	nn	-1.1	12.8	28.02.2017	-6.5	13.02.2017	84	141.8
III	34.8	92	n	38	7.3	4.2	snn	3.1	22.8	28.03.2017	-3.9	13.03.2017	76	331.6
IV	68.4	149	nn	46	8.5	0.0	n	8.5	25.2	03.04.2017	-4.0	21.04.2017	80	297.4
V	17.6	27	mpn	66	15.2	1.8	nn	13.4	29.6	30.05.2017	-0.9	10.05.2017	78	516.2
VI	84.4	100	n	84	19.9	3.6	mnn	16.3	31.7	20.06.2017	7.6	15.06.2017	70	893.9
VII	100.6	157	nn	64	19.2	1.3	nn	17.9	33.2	31.07.2017	6.4	14.07.2017	80	596.6
VIII	58.6	93	n	63	20.6	3.5	mnn	17.1	35.9	04.08.2017	5.8	24.08.2017	77	787.1
IX	104.4	193	snn	54	13.9	0.5	n	13.4	31.0	01.09.2017	4.6	30.09.2017	88	268.9
X	71.8	160	nn	45	9.1	0.7	n	8.4	23.0	15.10.2017	-1.0	25.10.2017	91	138.4
XI	82.8	136	n	61	3.6	0.5	n	3.1	14.7	06.11.2017	-6.0	16.11.2017	94	62.7
XII	48.7	92	n	53	-0.8	1.0	n	-1.8	10.2	25.12.2017	-13.5	19.12.2017	96	27.1
rok 2017	736.6	113	nn	651	9.2	1.3	snn	7.9	35.9	04.08.2017	-23.9	08.01.2017	84	341.6

Tabuľka 3 Klimatologický prehľad za rok 2017 pre lokalitu Bienska dolina (450 m n. m.; 3. lvs)

Mesiac	Atmosférické zrážky				Teplota vzduchu								Vlhkosť vzduchu [%]	VPD [Pa]	Rýchlosť vetra [m/s]
	Úhrn [mm]	N [%]	char.	ZN [mm]	Priemer [°C]	Odch [°C]	char.	TN [°C]	Absolútna						
									Max.[°C]	dátum	Min.[°C]	dátum			
I	0.4	1	mpn	39	-7.5	-3.7	snn	-3.9	2.7	29.01.2017	-22.8	08.01.2017	82	69.0	1.0
II	54.2	136	n	40	1.4	2.8	nn	-1.4	10.7	28.02.2017	-6.2	14.02.2017	89	94.3	1.0
III	45.4	111	n	41	6.7	4.3	snn	2.4	20.5	28.03.2017	-2.8	27.03.2017	70	369.8	1.3
IV	82.8	162	nn	51	7.6	-0.1	n	7.7	22.5	03.04.2017	-2.2	21.04.2017	76	317.1	1.7
V	50.4	68	pn	74	14.0	1.4	nn	12.6	25.8	30.05.2017	-0.5	10.05.2017	74	468.9	1.9
VI	79.4	88	n	90	18.8	3.4	mnn	15.4	29.9	28.06.2017	8.0	15.06.2017	67	850.0	0.9
VII	89.2	133	nn	67	18.2	1.2	nn	17.0	29.9	31.07.2017	6.6	14.07.2017	79	558.7	1.1
VIII	57.8	89	n	65	19.6	3.5	mnn	16.2	33.2	04.08.2017	5.7	24.08.2017	73	794.4	1.0
IX	110.8	205	snn	54	12.8	0.0	n	12.8	28.2	01.09.2017	3.4	30.09.2017	88	236.1	0.9
X	90.6	185	snn	49	8.6	0.6	n	8.0	20.7	15.10.2017	-0.8	31.10.2017	91	124.7	1.1
XI	44.0	67	n	66	3.1	0.3	n	2.7	12.7	06.11.2017	-5.5	28.11.2017	92	77.8	0.9
XII	62.0	115	n	54	-0.8	1.2	n	-2.0	10.7	12.12.2017	-11.1	20.12.2017	95	34.1	1.0
rok 2017	767.0	111	nn	690	8.5	1.2	snn	7.3	33.2	04.08.2017	-22.8	08.01.2017	81	332.9	1.1

Tabuľka 4 Klimatologický prehľad za rok 2017 pre lokalitu Kráľová nad Zvolenom (784 m n. m.; 4. lvs)

Mesiac	Atmosférické zrážky				Teplota vzduchu								Vlhkosť vzduchu [%]	VPD [Pa]
	Úhrn [mm]	N [%]	char.	ZN [mm]	Priemer [°C]	Odch [°C]	char.	TN [°C]	Absolútna					
									Max.[°C]	dátum	Min.[°C]	dátum		
I	0.0	0	mpn	44	-6.1	-1.3	n	-4.8	4.1	26.01.2017	-19.1	08.01.2017	82	80.3
II	41.8	85	n	49	1.1	4.0	snn	-2.9	12.8	28.02.2017	-5.5	13.02.2017	91	72.5
III	31.9	66	n	48	5.8	5.2	mnn	0.6	22.8	28.03.2017	-2.5	13.03.2017	79	242.4
IV	84.6	136	nn	62	6.5	0.7	n	5.8	25.2	03.04.2017	-5.8	21.04.2017	83	214.7
V	16.0	19	mpn	86	13.6	2.8	snn	10.8	29.6	30.05.2017	-2.0	10.05.2017	79	387.5
VI	55.2	56	pn	98	18.6	4.9	mnn	13.6	31.7	20.06.2017	8.3	15.06.2017	69	753.4
VII	151.8	214	snn	71	18.1	2.8	mnn	15.3	33.2	31.07.2017	7.0	14.07.2017	78	539.4
VIII	63.6	88	n	72	19.9	5.2	mnn	14.7	35.9	04.08.2017	6.8	24.08.2017	73	740.9
IX	101.6	169	nn	60	12.1	0.8	n	11.3	31.0	01.09.2017	5.4	30.09.2017	89	198.1
X	70.5	124	n	57	8.4	1.8	nn	6.5	23.0	15.10.2017	-2.1	25.10.2017	93	104.5
XI	87.6	111	n	79	2.5	1.2	nn	1.3	14.7	06.11.2017	-4.0	16.11.2017	93	58.5
XII	59.7	100	n	60	-1.3	1.6	nn	-3.0	10.2	25.12.2017	-8.7	19.12.2017	98	12.9
rok 2017	764.3	97	n	786	8.3	2.5	mnn	5.8	35.9	04.08.2017	-19.1	08.01.2017	84	283.8

Tabuľka 5 Klimatologický prehľad za rok 2017 pre lokalitu Poľana - Hukavský grúň (850 m n. m.; 5. lvs)

Mesiac	Atmosférické zrážky				Teplota vzduchu								Vlhkosť vzduchu [%]	VPD [Pa]	Rýchlosť vetra [m/s]
	Úhrn [mm]	N [%]	char.	ZN [mm]	Priemer [°C]	Odch [°C]	char.	TN [°C]	Absolútna						
									Max.[°C]	dátum	Min.[st.C]	dátum			
I	1.0	2	mpn	66	-6.7	-0.5	n	-6.2	4.5	29.01.2017	-20.5	07.01.2017	78	93.9	1.0
II	57.2	84	n	68	0.3	5.4	mnn	-5.2	9.0	16.02.2017	-6.8	08.02.2017	89	82.1	1.0
III	56.0	90	n	62	4.6	6.8	mnn	-2.2	18.4	28.03.2017	-3.2	27.03.2017	78	228.7	1.4
IV	120.4	170	snn	71	5.3	2.9	snn	2.4	19.7	03.04.2017	-6.9	21.04.2017	83	198.4	1.4
V	110.4	95	n	116	12.0	4.5	mnn	7.5	25.1	30.05.2017	-3.2	10.05.2017	81	317.9	1.1
VI	52.2	41	spn	127	16.7	6.3	mnn	10.4	26.4	25.06.2017	8.0	08.06.2017	73	594.7	1.2
VII	111.8	109	n	103	16.4	4.2	mnn	12.1	27.2	31.07.2017	6.1	14.07.2017	80	446.3	0.8
VIII	90.4	94	n	96	18.3	6.6	mnn	11.7	30.1	04.08.2017	5.9	21.08.2017	75	639.5	0.8
IX	149.2	178	nn	84	11.0	2.5	snn	8.6	24.6	01.09.2017	3.9	30.09.2017	89	172.9	0.9
X	104.4	127	n	82	7.2	2.9	snn	4.3	18.3	17.10.2017	-2.7	30.10.2017	91	114.1	1.1
XI	63.8	71	n	90	1.5	2.4	snn	-0.9	10.9	07.11.2017	-6.3	28.11.2017	93	57.8	0.5
XII	75.4	95	n	79	-2.4	2.3	nn	-4.7	5.8	25.12.2017	-10.0	20.12.2017	97	14.3	1.4
rok 2017	992.2	95	n	1044	7.0	3.8	mnn	3.2	30.1	04.08.2017	-20.5	07.01.2017	84	246.7	1.1

Vysvetlivky pre tabuľky 2 až 5 :

N[%] - percento dlhodobého priemeru z rokov 1961–1990

Odchýlka [°C] - odchýlka z dlhodobého priemeru rokov 1961–1990

ZN [mm] - dlhodobý priemer zrážok rokov 1961–1990

TN [°C] - dlhodobý priemer teploty vzduchu rokov 1961–1990

n - normálny

nn/pn – nad/podnormálny

snn/spn - silne nad/podnormálny

mnn/mpn - mimoriadne nad/podnormálny

Podľa klimatologickej analýzy SHMÚ bol rok 2017 ako celok na Slovensku v porovnaní s klimatickým normálom 1961–1990 veľmi až mimoriadne teplý. Priemerná územná teplota vzduchu na Slovensku dosiahla hodnotu 8,4 °C, čo predstavuje odchýlku od normálu 1961 – 1990 o 1,3 °C. Z pohľadu množstva atmosférických zrážok bol celkovo rok 2017 v rámci normálu. Z hľadiska mesačných úhrnov atmosférických zrážok bol najmä september 2017 mimoriadny, miestami až extrémne zrážkovo výdatný, avšak teplotne sa nachádzal v rámci normálových hodnôt. V priemere spadlo na území Slovenska v septembri až 2-násobné množstvo zrážok v porovnaní s dlhodobým priemerom. Jún 2017 bol na Slovensku historicky druhý najteplejší aspoň od roku 1951, a po ňom nasledoval silne nadnormálny mesiac júl. Z hľadiska trvania celkového slnečného svitu sa leto 2017 zaradilo medzi historicky „najslnecnejšie“ letá aspoň od roku 1951 (SHMÚ 2017).

Záver

V závere možno skonštatovať, že vývoj počasia v roku 2017 pozorovaný v lesných oblastiach Slovenska nadviazal na sériu stále viac extrémnych a teplých rokov, čo spolu s letným deficitom zrážok predstavuje zvýšené riziko pre lesné porasty a ich ďalšie poškodzovanie. Vzhľadom na skutočnosť, že súčasné scenáre klimatických zmien predpovedajú pre 21. storočie zvýšenú frekvenciu výskytu sucha a letných horúčav pre regióny západnej a strednej

Európy (Mehl, Tebaldi 2004) ako aj zmeny v priestorovej a časovej distribúcii zrážok a častejší výskyt extrémnych úhrov zrážok (IPCC 2014), považujeme výsledky komplexných výskumných aktivít takéhoto druhu prebiehajúce priamo v lesných ekosystémoch, za vysoko hodnotné.

V dnešnej dobe, keď zažíva veľký progres vzdelávanie pomocou elektronických médií (diaľkový prenos dát, internet, videoprojekcia), je práve možnosť využitia e-learningu a vytvorenia virtuálneho meteorologického a klimatologického laboratória vhodná pre potreby lesníckej praxe, zefektívnenie a zatraktívnenie učebného procesu, v ktoromkoľvek študijnom programe ako aj pre informovanie širšej akademickej verejnosti o aktuálnom stave atmosféry v našom okolí. Veľký potenciál tejto prístrojovej a technickej infraštruktúry je v čo najefektívnejšom využití pre dosiahnutie kvalitných vedeckých výstupov a tvorbu aplikácií využiteľných v praxi. Aktívnym využívaním služieb lesníckeho meteorologického portálu budú mať vlastníci a užívatelia lesa a poľnohospodárskej pôdy voľný prístup k operatívnym informáciám o aktuálnych rizikách (napr. sucho, vlny horúčav, požiare, premnoženie hmyzích škodcov). Ďalším zámerom je integrovať staničnú meteorologickú sieť oboch organizácií (NLC, TUZVO) na jednotnú platformu a vypracovať rámce využitia biometeorologického monitoringu lesných ekosystémov na včasnú identifikáciu nepriaznivých vplyvov klímy na lesy a prispieť tak k vývoju adaptačných opatrení.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmlúv č. APVV-0480-12, APVV-16-0325, ďalej v rámci projektu ITMS 26220220066 (20 %), Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied na základe zmluvy č. VEGA 1/0367/16 a Kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, vedy výskumu a športu Slovenskej republiky č. 017TU Z-4/2016.

Literatúra

Diffenbaugh, N. S., Swain D. L., Touma D., 2015: Anthropogenic warming has increased drought risk in California. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112: 3931–3936.

Hartmann H., Adams H. D., Anderegg W. R. L., Jansen S., Zeppel M. J. B., 2015: Research frontiers in drought-induced tree mortality: crossing scales and disciplines. *New Phytologist*, 205: 965–969.

IPCC, 2014: *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and*

sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Mehl, G., Tebaldi, C., 2004: More Intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science* 305: 994–997.

Škvarenina, J., Tomlain, J., Hrvol', J., Škvareninová, J., Hlavatá, H., 2008: Výskyt suchých a vlhkých období vo vegetačných stupňoch západných Karpát a Slovensku: analýza časového radu 1951–2005 a prognóza očakávaných zmien klímy. *Národný klimatický program SR* 7(12): 123–142.

Zlatník, A., 1976: *Lesnícka fytoecenológia*. SZN, Praha, 495 s.

Internetové zdroje:

WMO, 2017: WMO Statement on the status of the global climate in 2016, https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3414

SHMÚ, 2017, <http://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=865>

Klimatologický bulletin SHMÚ, <http://www.shmu.sk/sk/?page=1613>