



ANALÝZA KLÍMY A PRIEBEHU POČASIA V LESOCH SLOVENSKA POČAS ROKU 2023

Zuzana Sitková ▪ Milan Konôpka

Sitková, Z., Konôpka, M.: Analysis of climate and weather patterns in the forests of Slovakia during 2023. APOL, 2024, vol. 5, no. 2, p. 181–188.

Abstract: Results of weather measurements from selected forest areas in Slovakia indicated that while the year 2023 was more favorable in terms of precipitation totals compared to the extremely dry year of 2022, air temperatures remained above average, placing 2023 among the record warm years. Due to generally higher precipitation totals, the climatic water balance for 2023 was overall positive, though regional differences were observed across various areas. A more pronounced period of meteorological drought occurred in July and the second decade of August, continuing almost until the end of October. This is further confirmed by soil moisture measurements in forests in central Slovakia (Poľana, Žibritov), where the lowest daily mean soil moisture values (around 12%) in the top 10 to 30 cm of soil were recorded during autumn. The combination of persistently higher temperatures, potential evaporation, and flash runoff with limited soil infiltration capacity could result in restricted soil water availability in many areas. For forest trees, this may not only represent short-term climatic stress but also lead to more long-term negative effects on their physiological processes, vitality and productivity.

Key words: climate water balance; warming; forest monitoring; interception; soil moisture

Úvod

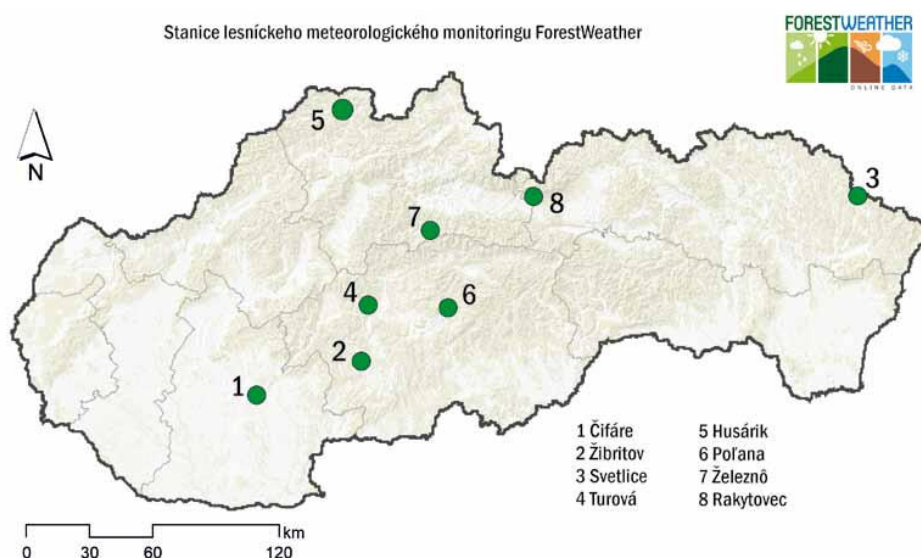
Globálna atmosférická koncentrácia CO₂ dosiahla v roku 2023 hodnotu 419 ppm a vzrástla tak od roku 2022 priemerne o 2,4 ppm (Environmentálny program EÚ Copernicus, 2024). Podľa najnovšej správy Svetovej meteorologickej organizácie (WMO) o stave globálnej klímy, bola priemerná globálna teplota v roku 2023 o 1,45 ± 0,12 °C vyššia v porovnaní s predindustriálnou érou (1850 – 1900). Až na 80 % tak vzrástla pravdepodobnosť, že počas nasledujúcich 5 rokov globálna teplota prekročí túto hodnotu +1,5 °C. Približujeme sa tak ku kritickej hranici uvedenej v Parížskej klimatickej dohode, ktorá sa však vzťahuje k nárastu dlhodobého priemeru teploty vzduchu na úrovni niekoľkých dekád (WMO 2024). V rámci Európy bolo 11 mesiacov v roku teplotne nadpriemerných, pričom mesiac september bol rekordne najteplejším septembrom od začiatku meraní. Ukázalo sa, že nárast teplôt v druhej polovici roka 2023 bol spôsobený najmä vplyvom El Niño v kombinácii s inými účinkami zmeny klímy. Už teraz sa naplňujú očakávania, že rok 2024 bude pravdepodobne ešte teplejší, ako aj skutočnosť, že rekordné horúčavy budú naďalej sprevádzané značnými socioekonomickými dopadmi.

Množstvo vedeckých prác prináša pribúdajúce dôkazy o negatívnych dopadoch vln horúčav a sucha na lesné ekosystémy, nevynímajúc temperátne lesy strednej Európy (Schuldt et al. 2020; Buntgen et al. 2021; Hartmann et al. 2022). Preukázaný je vplyv extrémov klímy na vzostup mortality (Obladen et al. 2021; George et al. 2022), na disturbančný režim v lesoch (Senf & Seidl 2021), rast, fyziologické procesy a celkovú vitalitu drevín (Rohner et al. 2021; Petrik et al. 2022; Rybár et al. 2023; Mrekaj et al. 2024). K účinkom zmeny klímy môže do istej miery prispieť aj režim manažmentu lesných porastov (Bose et al. 2021; Meyer et al. 2022).

Zámerom predloženého príspevku je na základe údajov z vybraných výskumných plôch a staníc lesníckej meteorologickej siete Národného lesníckeho centra (NLC) zhodnotiť priebeh počasia a klimatických charakteristík v roku 2023 v rôznych lesných oblastiach na Slovensku.

Metodika a dáta

Pre analýzu priebehu počasia v roku 2023 a klimatologické zhodnotenie sme použili merania na 8 lesníckych meteorologických staniách, ktoré prevádzkuje Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav vo Zvolene. Operatívne dáta z lesníckej meteorologickej siete a detailnejšie informácie o lesníckom meteorologickom monitoringu sú dostupné na stránke www.forestweather.sk. Meteorologické stanice sú súčasťou terestrického monitoringu lesov Slovenska a približne polovica z nich patrí zároveň aj do siete trvalých monitorovacích plôch druhej úrovne (TMP II) v rámci medzinárodného programu ICP Forests (<http://icp-forests.net>, Pavlenda a kol. 2014). Automatické meteorologické stanice s online prenosom dát na internet, z ktorých boli spracované údaje za rok 2023, sa nachádzajú v rôznych orografických celkoch, v rozpätí nadmorských výšok od 225 do 1 100 m n. m. (obr. 1, tab. 1). Stanice pokrývajú rôzne lesné vegetačné stupne a monitorujú podmienky lesov so zastúpením našich hlavných drevín (Čifáre – dub cer, Žibritov – dub zimný, Turová a Svetlice – buk lesný, Jasenie a Železnô – smrek obyčajný, Polana – buk, smrek a jedľa biela, Husárik – smrek, buk, Rakytovec – smrek).



Obrázok 1. Poloha 8 automatických staníc lesníckeho meteorologického monitoringu NLC (www.forestweather.sk) vybraných ku klimatologickej analýze vývoja počasia v roku 2023. Číselné identifikátory staníc zodpovedajú lokalitám uvedeným v tab. 1.

Figure 1. Distribution of 8 automatic weather stations of forest meteorological monitoring NFC (www.forestweather.sk) used for the climatological analysis in 2023. Numerical identifiers of stations correspond to localities listed in Table 1.

Údaje o teplote vzduchu ($^{\circ}\text{C}$) meranej vo výške 2 m a úhrnoch zrážok meraných vo výške 1 m (mm) boli spracované na základe meraní v 2 až 5-minútovom intervale s ukladaním do pamäte centrálného dataloga (EdgeBox V8) každých 10, prípadne 30 minút. Údaje o objemovej vlhkosti pôdy sú spracované na základe kontinuálnych 30 minútových meraní na plochách TMP Poľana-Hukavský grúň (850 m n. m.) a TMP Žibritov (520 m n. m.). K meraniu objemovej vlhkosti pôdy [$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$] v troch pôdnych hĺbkach (10–30–60 cm) boli použité senzory typu CS616 s dvoma 30 cm hrotmi pracujúce na princípe reflektometrie (Campbell Sci., U.S.A.). Údaje sa automaticky zaznamenávajú do dataloga model RailBox16P4 SDI (EMS Brno, CZ) s diaľkovým prenosom dát s využitím modemov vybavených SIM kartou.

Klimatická vodná bilancia (KVB) je parameter odvodený na základe meraných meteorologických prvkov a je definovaná ako rozdiel medzi úhrnmi zrážok (Z) a potenciálnou evapotranspiráciou (PET) na danej lokalite a za určité obdobie. Potenciálna evapotranspirácia je počítaná podľa vzorca Penmana (1948), ktorý vychádza z údajov o teplote a vlhkosti vzduchu, rýchlosti vetra a slnečnom žiarení a vychádza z predpokladu nelimitovanej pôdnej vlhkosti. V našom prípade sú hodnoty vodnej bilancie k určitému dňu odvodené ako 30-dňové exponenciálne kľzavé vážené priemery, pričom kladné hodnoty ($Z > PET$) charakterizujú nadbytok vlhky a záporné hodnoty naopak sucho ($Z < PET$).

Výsledky

Teplotné rozpätie ročných teplôt vzduchu (minimálnych, maximálnych a priemerných), ako aj celkový úhrn zrážok v roku 2023, je pre vybrané lokality lesníckej meteorologickej siete NLC uvedené v tab. 1 a na obr. 1. Na základe meraní z hodnotených staníc NLC sa v roku 2023 pohybovali teploty vzduchu v absolútnom rozsahu od $-18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Rakytovec, Vysoké Tatry) až do $34,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Čifáre). V porovnaní s minulým rokom 2022, kedy bola na Čifároch nameraná najvyššia teplota vzduchu až $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, sme v roku 2023 na všetkých hodnotených lokalitách zaznamenali nižšie teplotné maximá. Zaznamenané boli však aj nižšie teplotné minimá, najmä kvôli prepadu teplôt vo februári 2023 (obr. 2, tab. 2). Napriek tomu sa priemerné ročné teploty vzduchu pohybovali na porovnateľnej úrovni, v rozpätí od $5,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ na juhu Vysokých Tatier, do hodnoty $11,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ na najnižšie položenej ploche TMP Čifáre. Výsledky meraní tak naznačujú, že aj rok 2023 bol zo série nadpriemerne teplých rokov.

Vlhkostná situácia bola v roku 2023 podstatne priaznivejšia ako počas predchádzajúceho podpriemerného a výrazne suchého roku 2022. Ročný úhrn zrážok sa na vybraných lokalitách Slovenska pohyboval v intervale hodnôt od 702 mm na trvalej monitorovacej ploche Čifáre (225 m n. m.) po úhrn $1\,259\text{ mm}$ nameraný na východe Slovenska na TMP Svetlice (570 m n. m.).

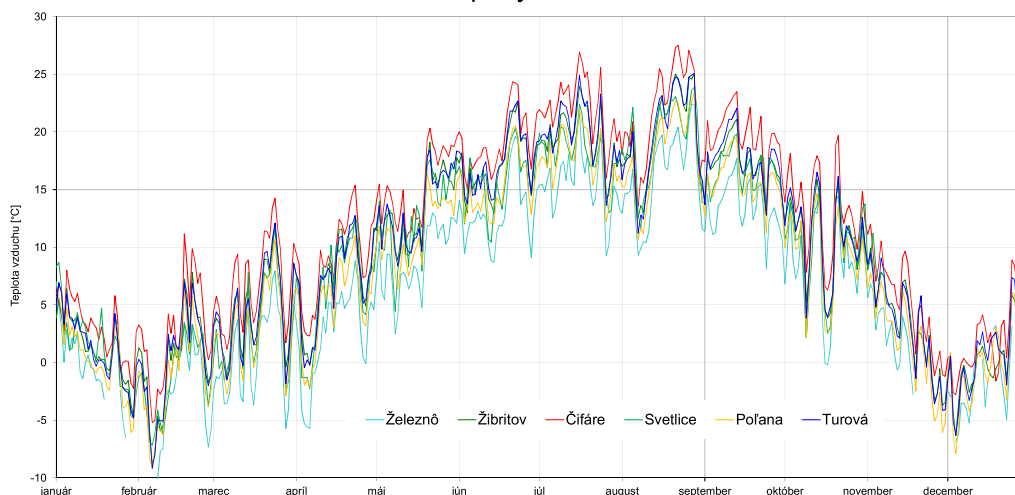
Tabuľka 1. Minimálna, maximálna a priemerná ročná teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$) a úhrn zrážok (mm) v roku 2023 na vybraných lesníckych meteorologických stanicích NLC.

Table 1. Minimum, maximum and mean annual air temperature ($^{\circ}\text{C}$) and total precipitation (mm) in 2023 at selected forest weather stations of NFC.

Stanica Lokalita	Kód stanice	Nadmorská výška [m n. m.]	Geomorfologický celok	T_{\min} [$^{\circ}\text{C}$]	T_{\max} [$^{\circ}\text{C}$]	T_{avg} [$^{\circ}\text{C}$]	Z_{sum} [mm]
Čifáre	1	225	Pohronska pahorkatina	-6,3	34,5	11,6	702
Žibritov	2	520	Krupinská planina	-13,8	31,7	9,5	884
Svetlice*	3	570	Bukovské vrchy	-10,0	30,3	—	1 259
Turová	4	575	Kremnické vrchy	-12,5	30,5	9,6	861
Husárik	5	540	Kysuce – Beskydy	-17,3	30,4	8,8	1 125
Polana	6	850	Polana	-12,7	27,5	8,0	1 236
Železnô	7	1 000	Nízke Tatry	-15,3	27,0	7,1	1 218
Rakytovské plieska	8	1 260	Vysoké Tatry	-18,0	28,1	5,4	1 153

*Svetlice – chýbajú údaje o teplote vzduchu v mesiacoch november a december, preto neuvádzame ročný priemer

Priemerné denné teploty vzduchu v roku 2023



Obrázok 2. Priebieh priemerných denných teplôt vzduchu v roku 2023 na 6 meteorologických stanicích NLC a trvalých monitorovacích plochách TMP v rámci monitoringu lesov Slovenska.

Figure 2. Development of daily mean air temperatures in 2023 at 6 weather stations and permanent monitoring plots in the framework of forest monitoring in Slovakia.

Tabuľka 2. Prehľad mesačných hodnôt zrážok (mm) a teploty vzduchu (°C): minimálnych, maximálnych a priemerných v roku 2023 na lesníckych meteorologických staniciach NLC.

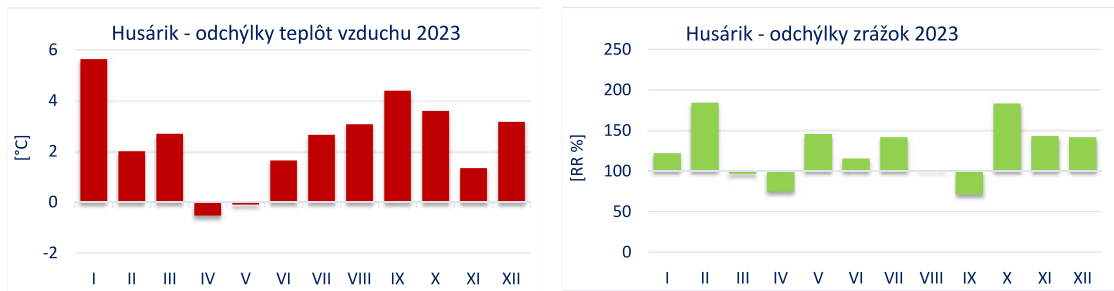
Table 2. Overview of monthly values of precipitation (mm) and air temperature (°C): monthly minimum, maximum and average values in 2023 at selected forest weather stations of NFC.

Čífare	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
TV _{avg}	3,1	2,4	6,8	8,9	15,3	19,1	22,1	21,6	19,7	13,2	5,3	2,0	11,6
TV _{min}	0,9	-1,3	2,0	4,2	10,4	13,4	15,8	16,3	14,2	8,6	2,4	-0,3	
TV _{max}	5,5	6,3	12,0	13,6	20,3	24,8	28,7	27,6	25,8	18,2	8,4	4,5	
T-	-6,3	-10,2	-4,1	-3,8	3,5	9,2	9,9	9,9	11,1	0,4	-3,2	-5,0	
T+	11,5	13,9	20,9	21,4	27,3	32,0	34,3	34,5	31,4	24,8	16,4	12,3	
Sum zráž. monit.	56,4	13,1	4,6	33,4	70,3	47,9	23,8	79,0	52,7	88,6	105,5	126,3	701,5
Žibritov	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
TV _{avg}	1,4	0,0	4,4	7,1	13,4	17,1	19,6	19,7	17,3	10,8	3,2	0,0	9,5
TV _{min}	-0,9	-4,1	-0,2	2,5	8,4	11,6	13,8	14,5	12,2	6,6	0,3	-2,2	
TV _{max}	4,1	4,4	9,7	12,0	18,7	22,8	25,7	25,4	23,1	15,6	6,6	2,9	
T-	-9,8	-13,8	-6,0	-5,1	1,4	6,3	6,5	8,7	9,7	-1,6	-6,6	-10,3	
T+	10,1	11,5	17,6	18,6	24,1	28,5	31,0	31,7	28,4	22,6	13,2	9,3	
Sum zráž. monit.	69,1	21,5	39,2	45,1	110,7	72,1	27,5	66,0	42,6	109,4	125,8	154,9	883,9
Turová	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
TV _{avg}	1,3	-0,1	4,3	6,9	13,3	17,4	219,9	19,7	17,7	10,9	3,2	0,8	9,6
TV _{min}	-0,6	-3,5	0,5	3,1	9,0	12,4	15,0	15,3	13,2	7,5	0,7	-1,5	
TV _{max}	3,6	3,5	8,6	11,1	18,1	22,2	24,8	24,2	22,7	14,7	5,9	3,3	
T-	-9,1	-12,6	-5,4	-4,9	2,6	8,0	8,7	9,9	9,3	-0,7	-6,6	-9,4	
T+	8,9	9,0	16,7	17,8	23,5	28,6	30,5	30,4	27,9	20,8	13,2	10,4	
Sum zráž. monit.	58,8	70,3	33,5	36,4	108,5	34,0	22,9	88,8	43,3	64,0	160,6	139,8	861,0
Svetlice*	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
TV _{avg}	1,4	-1,4	3,3	6,3	12,7	15,8	18,2	19,3	16,5	10,2			
TV _{min}	-0,2	-4,1	-0,6	2,0	7,2	11,3	12,6	14,3	12,0	6,6			
TV _{max}	3,1	1,7	7,7	10,7	17,5	20,8	23,9	24,9	21,9	13,8			
T-	-5,9	-10,0	-6,0	-3,9	0,3	5,3	9,0	8,4	8,6	-2,0			
T+	10,1	8,2	15,3	19,1	22,9	27,4	30,3	30,0	25,9	19,0			
Sum zráž. monit.	94,4	120,8	116,8	64,7	52,6	150,8	77,2	106,2	64,8	79,4	188,1	143,9	1 259,6
Polana	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
TV _{avg}	0,3	-1,3	2,8	5,1	11,5	15,3	17,8	18,0	15,7	9,4	1,8	-0,1	8,0
TV _{min}	-1,6	-4,6	-0,9	1,3	7,2	10,7	12,9	13,9	11,7	5,9	-0,9	-2,4	
TV _{max}	2,6	2,0	7,0	9,2	15,9	20,1	22,7	22,4	20,4	13,2	4,5	2,5	
T-	-9,3	-12,7	-7,9	-6,8	1,1	6,4	7,5	8,0	8,5	-1,6	-8,3	-11,7	
T+	9,2	8,1	15,4	16,0	21,6	25,3	27,3	27,5	24,9	19,4	10,2	8,9	
Sum zráž. monit.	63,2	62,6	67,4	59,4	150,8	121,4	42,6	127,9	71,4	138,0	143,4	188,0	1 236,0

*Svetlice – chýbajú údaje o teplote vzduchu v mesiacoch XI. – XII.

V oblasti Kysúc (lokalita Husárik, 540 m n. m.) sa podpriemerné úhrny zrážok ukázali najmä na jar a v lete 2023, celkovo však za rok boli zrážky 26 % nad dlhodobým normálom 1961 – 1990 pre SHMÚ stanicu Čadca (obr. 3). Priemerné mesačné teploty vzduchu dosahovali nadnormálové hodnoty celý rok 2023, s výnimkou mesiacov apríl a máj. Ročný priemer v roku 2023 bol o 2,5 °C vyšší ako dlhodobý priemer.

Priebeh klimatickej vodnej bilancie zhodnotený na vybraných výskumných plochách dopĺňa celkový obraz vývoja klimatickej situácie na Slovensku v roku 2023. Vodná bilancia lokalít ako orientačný indikátor meteorologického sucha je opačnou hodnotou ku klimatickému ukazovateľu zavlženia. Kladné hodnoty predstavujú dostatočný príjem zrážok, záporné hodnoty naopak znamenajú deficit zrážok a riziko sucha, ktorého závažnosť sa prehĺbuje úmerne s dĺžkou trvania podmienok. V roku 2023 bol priebeh vodnej bilancie regionálne a priestorovo variabilnejší ako predchádzajúci rok. Letné sucho v júli bolo na všetkých hodnotených plochách eliminované úhrnmi v prvej augustovej dekáde, avšak následne pretrvávala negatívna bilancia celý september a október (obr. 4).

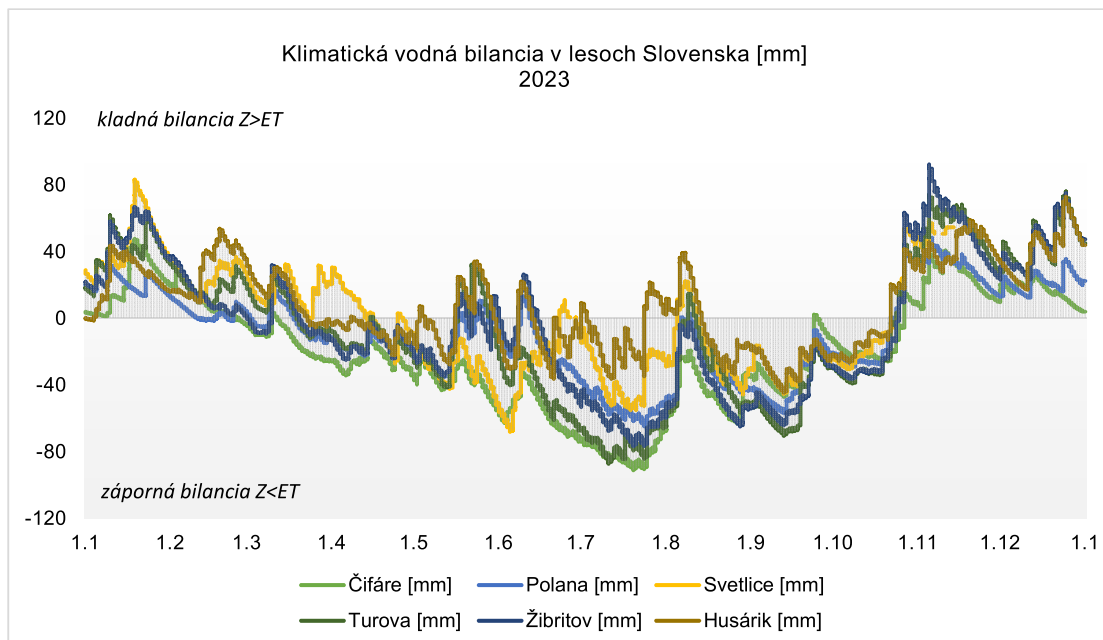


Obrázok 3. Odchýlky mesačných teplôt vzduchu (°C) a úhrnov zrážok (RR%) nameraných na Husárik v roku 2023 v porovnaní s dlhodobým priemerom 1961 – 1990.

Figure 3. Deviations of mean monthly air temperatures (°C) and monthly precipitation totals (RR%) in 2023 from the long-term average of 1961–1990 at the Husárik station.

Na základe meraní zrážok depozičnými kolektormi na voľnej ploche v poraste, ktoré prebiehajú na monitorovacích plochách pravidelne každé dva týždne, sme za rok a vegetačné obdobie 2023 vyhodnotili intercepciu porastov rôznych druhov drevín (tab. 3). Najvyšší podiel zachytených zrážok sa ukázal v bukovom poraste na TMP Svetlice (31 % za rok a 34 % za veg. obdobie). Najnižšiu intercepciu len 8 – 9 % dosiahol v roku 2023 porast duba zimného na Žibritove. Horský smrekový les na TMP Jasenie, patriaci do 5. stupňa ochrany, dosiahol vo vegetačnom období 2023 intercepciu 26 %, podobne ako zmiešaný horský porast na Polane (24 %). Pre porovnanie, rovnorodá smrečina na Železnom (bez podrastu) zachytila v rovnakom období 21 % zrážok.

Čo sa týka vývoja vlhkosťnej situácie v pôdnej zóne, na obr. 5 sú zobrazené priebehy priemerných denných hodnôt objemovej pôdnej vlhkosti (vol.%) nameraných v roku 2023 v troch pôdnych hĺbkach na TMP Žibritov (520 m n. m.) a TMP Polana-Hukavskom grúni (850 m n. m.). V poraste duba zimného na Žibritove sa vlhkosť pôdy pohybovala v rozsahu 12,4 % v hĺbke 10 cm do 44 % v hĺbke 60 cm. V zmiešanom smrekovo-jedľovo-bukovom horskom poraste na Polane bol zistený priemer hodnôt objemovej vlhkosti pôdy 25 % v hĺbke 10 cm, 21,8 % v hĺbke 30 cm a 39,2 % v hĺbke 60 cm. Najnižšia priemerná denná vlhkosť pôdy



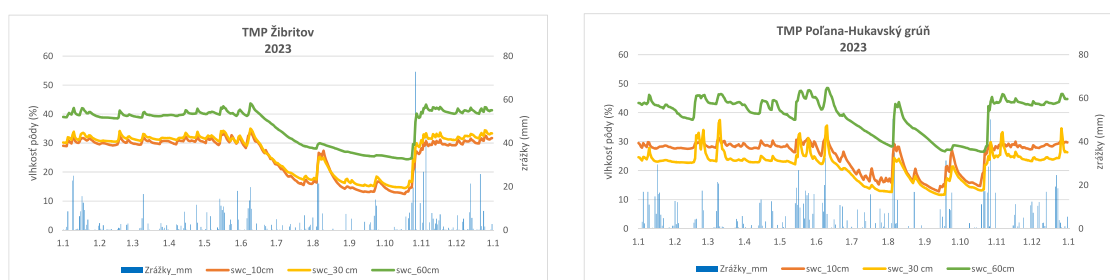
Obrázok 4. Klimatická vodná bilancia (mm) v roku 2023 na 6 lesných meteorologických stanicích na Slovensku. Zobrazené sú 10 minútové údaje.

Figure 4. Climate water balance in 2023 at 6 forest weather stations across Slovakia. Original 10 minutes data are displayed.

Tabuľka 3. Úhrny zrážok a intercepcia vybraných lesných porastov za rok (I – XII) a vegetačné obdobie (IV – IX) v roku 2023.

Table 3. Precipitation amounts and interception of the selected forest stands during the year (I–XII) and growing season (IV–IX) of 2023.

TMP	Úhrn zrážok [mm]		Intercepcia %	Úhrn zrážok [mm]		Intercepcia %
	rok I – XII			vegetačné obdobie IV – IX		
	voľná plocha	porast		voľná plocha	porast	
Polana-Huk. grúň	1 236	958	23	574	437	24
Žibritov	884	809	8	364	332	9
Železnô	1 218	976	20	540	429	21
Svetlice	1 259	864	31	516	343	34
Turová	861	728	15	334	269	19
Čifáre	702	557	21	307	254	17
Jasenie	1 578	1 208	23	644	479	26



Obrázok 5. Denný úhrn zrážok (mm) a objemová vlhkosť pôdy (swc %) v troch hĺbkach (10–30–60 cm) v roku 2023 na TMP Žibritov a TMP Polana-Hukavský grúň.

Figure 5. Daily precipitation (mm) and soil water content (swc %) at three soil depth (10–30–60 cm) during the year 2023 at monitoring plots Žibritov and Polana-Hukavský grúň.

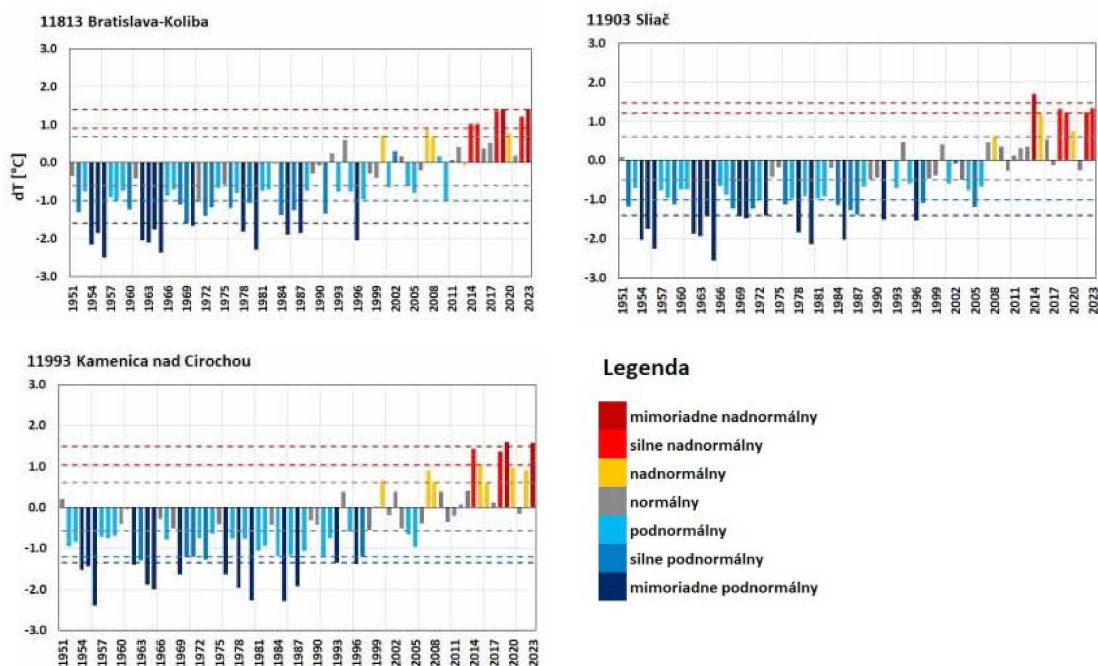
(11,7 %) bola pozorovaná 17. septembra v hĺbke 30 cm. Sucho však bolo pozorované aj v auguste a pretrvávalo až takmer do konca októbra, podobne ako na Žibritove.

Nakoľko nedisponujeme vlastnou databázou najnovších klimatických normálov, využijeme na demonštráciu dlhodobého vývoja odchýlok ročných teplôt vzduchu od dlhodobého priemeru 1991 – 2020 publikované výsledky analýz SHMÚ (Bochníček a kol. 2024). Na prezentáciu alarmujúceho nárastu teplôt vzduchu v ostatnom desaťročí (vrátane roku 2023) sme vybrali tri stanice klimatologickej siete SHMÚ, pokrývajúce západnú (Bratislava-Koliba), centrálnu (Sliač) a východnú (Kamenica nad Cirochou) časť Slovenska (obr. 6). Je zrejmé, že napriek určitým regionálnym rozdielom v jednotlivých rokoch, je trend nárastu teplôt celoplošný a rok 2023 sa aj na Slovensku pripája k sérii teplotne najextrémnejších rokov. Potvrdzujú to v konečnom dôsledku aj závery Environmentálneho programu Európskej únie (Copernicus 2024).

Podľa klimatologickej analýzy SHMÚ, mierna zima a nástup tepla začiatkom januára 2023, vyvolali predčasné kvitnutie liesky. Február priniesol mimoriadne ochladenie (okolo 7. 2.), ktoré tieto predčasné fenologické prejavy prechodne pribrzdilo, ale následne došlo znovu k výraznému otepleniu. Vo februári 2023 tak došlo na Slovensku k zaujímavej situácii, kedy bolo zimné maximum aj minimum namerané v priebehu toho istého mesiaca. Jar 2023 bola na Slovensku teplotne normálna, priemerná teplotná odchýlka dosiahla hodnotu $-0,3$ °C. Leto 2023 bolo taktiež teplotne normálne až nadnormálne, odchýlka pre územný priemer teplôt bola $+0,6$ °C. Jeseň 2023 však bola teplotne mimoriadne nadnormálna, s priemernou odchýlkou $+2,1$ °C, čím dosiahla prvenstvo aspoň od roku 1931, zhodne s výsledkami meraní pre Európu. Vďaka teplej jeseni mal rok 2023 celkovo predĺženú aj vegetačnú sezónu. Aj posledná zima (2023/2024) bola z teplotného hľadiska mimoriadne teplá a taktiež dosiahla prvenstvo ako najteplejšia zima minimálne od roku 1931. V porovnaní s normálom 1961 – 1990 bola zima 2023/2024 teplejšia až o $+4,7$ °C.

Čo sa týka zrážkovej situácie, podľa analýzy SHMÚ, možno rok 2023 považovať z hľadiska územného priemeru za zrážkovo nadnormálny (132 %) a priestorovo veľmi variabilný. Vlhkostne najvýdatnejšími boli

mesiace november, august, december a január. Naopak deficit bol pozorovaný v jarných mesiacoch (marec, apríl) (Bochníček a kol. 2024).



Obrázok 6. Odchýlka priemernej ročnej teploty vzduchu [°C] v období rokov 1951 – 2023 od normálu 1991 – 2020 na vybraných 3 meteorologických staniách SHMÚ (Bochníček a kol. 2024).

Figure 6. Deviations of annual air temperatures [°C] during the period of 1951–2023 from long-term average 1991–2020 at the three selected weather stations of SHMI (Bochníček et al. 2024).

Záver

Výsledky meteorologických meraní z vybraných lesných oblastí Slovenska ukázali, že rok 2023 bol síce v porovnaní s extrémne suchým rokom 2022 priaznivejší čo sa týka zrážkových úhrnov, avšak teploty vzduchu boli opäť nadpriemerné, čím sa rok 2023 zaraďuje ako ďalší do série rekordne teplých rokov. Klimatická vodná bilancia bola v roku 2023 pozitívna najmä vďaka pravidelnejším a vyšším úhrnom atmosférických zrážok, ich zdrojom však často bola zvýšená búrková aktivita alebo krátkodobé intenzívne dažde s následným rýchlejšim odtokom (Rozkošný a kol. 2024). Výraznejšie obdobie meteorologického sucha nastalo v júli a druhej dekáde augusta odkedy pokračovalo takmer až do konca októbra. Túto skutočnosť potvrdzujú aj merania pôdnej vlhkosti v lesoch na strednom Slovensku (Poľana, Žibritov), kde práve počas jesene boli zaznamenané najnižšie priemerné denné hodnoty objemovej vlhkosti pôdy (okolo 12 %) v povrchových 10 až 30 cm. Kombinácia pretrvávajúcej vyšších teplôt, potenciálneho výparu a zvýšeného odtoku pri intenzívnych zrážkach sa na mnohých miestach môže odraziť formou limitovanej dostupnosti vody z pôdy, čo pre lesné drevíny môže predstavovať nielen krátkodobý klimatický stres, ale aj ďalekosiahlejšie negatívne dopady na ich fyziologické procesy, vitalitu a produkciu.

Podakovanie

Príspevok vznikol vďaka podpore projektu výskumného zámeru *TreeAdapt* podporeného na základe kontraktu medzi MPRV SR a NLC a v rámci projektov APVV-20-0365 (*Forecall*), a APVV-20-168 (*Deawoo*).

Literatúra

- Bose, A. K., Rohner, B., Bottero A., Ferretti M., Forrester, D. I., 2021: Did the 2018 megadrought change the partitioning of growth between tree sizes and species? A Swiss case study. *Plant Biology*, 24:1146–1156.
- Buntgen, U., Urban, O., Krusic, P. J., Rybníček, M., Kolar, T., Kyncl, T., Áč, A., Konasova, E., Caslavsky, J., Esper, J., Wagner, S., Saurer, M., Tegel, W., Dobrovolsky, P., Cherubini, P., Reinig, F., Trnka, M., 2021: Recent European drought extremes beyond Common Era background variability. *Nature Geoscience*, 14:190.
- George, J. P., Burkner, P., Sanders, T. G. M., Neumann, M., Cammalleri, C., Vogt, J. V., Lang, M., 2022: Long-term forest monitoring reveals constant mortality rise in European forests. *Plant Biology*, 24:1108–1119.
- Meyer, P., Spînu, A. P., Molder, A., Bauhus, J., 2022: Management alters drought-induced mortality patterns in European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests. *Plant Biology*, 24:1157–1170.
- Mrekaj, I., Lukasová, V., Rozkošný, J., Onderka, M., 2024: Significant phenological response of forest tree species to climate change in the Western Carpathians. *Central European Forestry Journal*, 70:107–121.
- Obladen, N., Dechering, P., Skiadaresis, G., Tegel, W., Keßler, J., Hollerl, S., Kaps, S., Hertel, M., Dulamsuren, C., Seifert T., Hirsch M., Seim, A., 2021: Tree mortality of European beech and Norway spruce induced by 2018–2019 hot droughts in Central Germany. *Agricultural and Forest Meteorology*, 307:108482.
- Pavlenda, P., Pajtk, J., Priwitz, T. et al., 2014: Monitoring lesov Slovenska. Správa za ČMS Lesy za rok 2013. Zvolen, NLC – LVÚ Zvolen, 150 str.
- Rohner, B., Kumar, S., Liechti, K., Gessler, A., Ferretti, M., 2021: Tree vitality indicators revealed a rapid response of beech forests to the 2018 drought. *Ecological Indicators*, 120:106903.
- Rybár, J., Sitková, Z., Marcis, Pavlenda, P., Pajtk, J., 2023: Declining Radial Growth in Major Western Carpathian Tree Species: Insights from Three Decades of Temperate Forest Monitoring. *Plants*, 12:4081.
- Salomón, R., et al. 2022. The 2018 European heatwave led to stem dehydration but not to consistent growth reductions in forests. *Nature Communications*, 13:28.
- Senf, C., Seidl, R., 2021: Persistent impacts of the 2018 drought on forest disturbance regimes in Europe. *Biogeosciences*, 18:5223–5230.

Internetové zdroje

- Bochníček, O., Faško, P., Kajaba, P., Markovič, L., Rozkošný, J., 2024: Aktuality SHMÚ. Rok 2023 – zhodnotenie. [Online] [Dátum: 20. 2. 2024] <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=1436>
- Copernicus: 2023 is the hottest year on record, with global temperatures close to the 1.5 °C limit. Copernicus. [Online] [Dátum: 23. 2. 2024] <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>
- Labudová, L., 2024: Aktuality SHMÚ. Najnovšia správa WMO [Online] [Dátum: 8. 6. 2024] <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=1486>
- Rozkošný, J., Labudová, L., Ivaňáková, G., Faško, P., 2024: Aktuálne dopady sucha na vegetáciu a porovnanie s rokom 2022 a 2023. [Online] [Dátum: 23. 8. 2024] <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=1515>
- World Meteorological Organization. WMO confirms that 2023 smashes global temperature record. [Online] [Dátum: 12. 1. 2024] <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2023-smashes-global-temperature-record>

ADRESA

Ing. Zuzana Sitková, PhD., Bc. Milan Konôpka
Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen
Odbor ekológie lesa
T. G. Masaryka 22
SK–960 01 Zvolen
e-mail: zuzana.sitkova@nlcsk.org, milan.konopka@nlcsk.org