



ZHODNOTENIE DOPADOV SUCHA NA HOSPODÁRSKE DREVINY NA SLOVENSKU ZA ROK 2022

Jozef Rozkošný ▪ Gabriela Ivaňáková ▪ Maroš Turňa
Ivana Krčová ▪ Jakub Ridzoň ▪ Katarína Mikulová

Rozkošný, J., Ivaňáková, G., Turňa, M., Krčová, I., Ridzoň, J., Mikulová, K.: Evaluation of impact of drought on tree species in Slovak area in 2022. APOL, 2023, vol. 4, no. 1, p. 57–63.

Abstract: In the year 2022, we recorded one of the most severe droughts in Slovakia in the last few decades. In certain localities, the dry periods persisted by the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) more than 200 days, whereby the extreme drought was observed on more than half of the territory. The aim of our contribution was to assess the meteorological drought and drought impacts on young forest stands (both natural and artificial regeneration) of the main tree species (beech, oak, fir, spruce and pine), based on reports from the national reporting network. Negative impacts on forest stands were already evident during the 12th and 13th weeks for beech trees, particularly within the context of the spring natural regeneration. More significant negative drought impacts were noted from the 28th week onwards, approximately a month after the initiation of the period characterized by low soil water content. The most severe drought impacts were recorded in the case of spruce trees, whereby the smallest impacts were observed for pine trees. The naturally regenerating stands experienced a comparatively lower drought impact, about 20% less. By our reporters, we also documented an unusually delayed activity of the spruce bark beetle (*Ips typhographus* L.), as well as the flying out of the oak bark beetle (*Scolytus intricatus* Ratz.) population in October.

Key words: drought; drought impacts; forest regeneration; Intersucho

Úvod

Periódym sucha sa v súčasnosti stávajú výrazným celosvetovým problémom (Hou et al. 2017). V súčasnosti zaznamenávame v Európe zvyšujúcu sa početnosť výskytu periód sucha (Rousi et al. 2022). Do budúcnosti sa očakáva, že extrémne suchá sa budú vyskytovať častejšie a v čoraz väčšom rozsahu (McDowell et al. 2018; Seneviratne et al. 2021). V roku 2018 bola v strednej Európe zaznamenaná jedna z najviac závažných periód sucha s dlhotrvajúcimi dopadmi na lesné ekosystémy (Buras et al. 2018; Senf & Seidl 2021). Dopady sucha v roku 2018 boli výraznejšie v porovnaní s výrazným suchom zaznamenaným v roku 2003 (Buras et al. 2018), pričom sucho spôsobilo pokles produktivity a zdravotného stavu stromov v západných oblastiach strednej Európy (Ciais et al. 2005). Po výrazných suchách v rokoch 2003, 2015 a 2018 sme zaznamenali zatiaľ asi najvýraznejšie sucho v roku 2022. Schumacher et al. (2022) uvádza, že sucho v roku 2022 bolo najhoršie za posledných 500 rokov v strednej Európe. Tento rok bol z hľadiska výskytu sucha na Slovensku výnimočný. Extrémne suché podmienky sa vyskytli na viac ako polovici územia Slovenska a trvanie sucha bolo na niektorých miestach dlhšie ako 200 dní (Turňa et al. 2022). Faško et al. (2022) uvádza jar 2022 ako 5. najchudobnejšiu na zrážky a leto patrilo medzi 15 najchudobnejších na atmosférické zrážky od roku 1881. Od septembra 2021 do augusta 2022 bol priestorový úhrn zrážok pod 500 mm, čo predstavuje najnižšiu hodnotu za 142 rokov. Do budúcnosti sa podľa klimatických modelov očakáva silný nárast periód sucha, pričom je pravdepodobný výskyt opakujúcich sa periód sucha vo viacerých rokoch po sebe (Van Der Wiel et al. 2022).

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť sucho na Slovensku a vyhodnotiť dopady sucha na lesné ekosystémy v roku 2022.

Metodika

Meteorologické sucho

Štandardizovaný zrážkový a evapotranspiračný index (SPEI) vyjadruje relatívne odchýlky vodnej bilancie (atmosférické zrážky – potenciálna evapotranspirácia). Tento index má 30-dňovú kumulatívnu dobu, čo znamená, že index vyjadrený pre daný deň určuje odchýlku vodnej bilancie daného a predchádzajúcich 29 dní, pričom je aplikované tzv. „klzavé okno“ na celú dĺžku dátového radu. Negatívne hodnoty indexov znamenajú suché podmienky, pozitívne naopak vlhké podmienky, pričom ich intenzita je odstupňovaná v jednotlivých stupňoch. Tieto stupne pochádzajú z pôvodnej metodiky pre určenie charakteristiky obdobia pre jednome-sačný SPEI (Vicente-Serrano et al. 2010). V našom prípade sa táto charakteristika vzťahuje vždy na obdobie posledných 30 dní k danému dátumu. Suché obdobie začína pri poklese hodnôt pod -1 a končí pri jeho výstupe nad hodnotu 0 (Spinoni et al. 2013). Sucho identifikované pomocou SPEI neznamena, že dané obdobie bolo úplne bez zrážok. Index vyjadruje odchýlku od strednej hodnoty teoretického rozdelenia nameraných hodnôt, a teda deficit, nie úplnú absenciu zrážok.

Pri indexe sucha CMI sa okrem zrážok a evapotranspirácie zohľadňuje aj pôdna charakteristika, ktorou je využiteľná vodná kapacita. Informácie o využiteľnej vodnej kapacite pôdy boli poskytnuté Výskumným ústavom pôdozvedectva a ochrany pôdy, pričom konkrétna hodnota využiteľnej vodnej kapacity v mm sa vzťahuje na lokalitu, kde sa nachádza meteorologická stanica. Index CMI sa počíta v týždennom kroku, v jednotlivých týždňoch v roku (od pondelka do nedele). Pri výpočte CMI sa potenciálna evapotranspirácia počíta podľa metódy Thornthwaita. Pri tomto indexe sa určuje aj odtok a prítok vypočítaný za posledný týždeň, ako aj hodnota vlhkosti pôdy na konci predposledného týždňa. Následne sa z vypočítaných veličín výsledný deficit, resp. nadbytok vlhkosti v pôde, prevedie do jednoduchej bezrozmernej číselnej hodnoty, ktorá predstavuje mieru sucha v danej lokalite. CMI má záporné hodnoty v suchom období a kladné hodnoty vo vlhkom období (Palmer 1968).

Monitoring dopadov sucha

Monitoring dopadov sucha prebieha na základe hlásení registrovaných užívateľov národnej reportovacej siete. Je dostupný a pravidelne raz týždenne aktualizovaný na stránke www.intersucho.sk, v časti „Dopady na lesy“. Mapové podklady zobrazujú vyhodnotenie súhrnu odpovedí reportérov za daný týždeň pre jednotlivé okresy. Na základe lesníckeho dotazníka sa vyhodnocujú dopady sucha na vybrané lesné dreviny. Súčasťou hlásení sú aj komentáre a informácie z jednotlivých okresov od reportérov národnej reportovacej siete.

Výsledky

Meteorologické sucho

Index SPEI

Na začiatku roka 2022 boli na väčšine územia normálne až mierne suché podmienky. Veľmi suché podmienky (hodnota SPEI pod $-1,5$) boli spočiatku len lokálne na juhovýchode Slovenska, ku koncu januára už veľmi sucho bolo aj na juhu stredného a západného Slovenska. Extrémne sucho (hodnota SPEI pod hranicou -2) sa objavilo krátkodobo vo februári v Prešove, na juhozápade v Bratislave, Žihárči a Hurbanove. V marci sa podmienky postupne zhoršovali. Najskôr bolo extrémne sucho len na západnom Slovensku, ku koncu mesiaca sa rozšírilo aj v južnej časti stredného a východného Slovenska. Na konci mesiaca bolo veľmi sucho až extrémne sucho na celom území. V apríli nastalo zlepšenie situácie a do polovice mája prevažovali normálne až mierne suché podmienky. V júni sa opäť objavilo extrémne sucho, spočiatku len na východnom Slovensku, neskôr aj na strednom Slovensku a v júli bolo extrémne sucho aj na západe. V tretej júlovej dekáde bolo extrémne sucho na približne polovici staníc. Počas augusta, kvôli búrkovej činnosti, boli podmienky na území Slovenska rôznorodé. Extrémne sucho prevažovalo na východnom Slovensku a v južnej časti stredného Slovenska. Na začiatku septembra bolo extrémne sucho ešte na východe, ale neskôr sa aj tam situácia zlepšila. V októbri boli na väčšine Slovenska normálne až veľmi vlhké podmienky. Sucho sa opäť objavilo až v novembri. Veľmi až extrémne suché podmienky boli na viacerých staniaciach na západnom Slovensku a v prilahlej časti stredného Slovenska. V roku 2022 bola najdlhšia epizóda sucha na Slovensku podľa indexu SPEI v Senici 204 dní, v Podolínci 190 dní a v Žihárči 160 dní.

Index CMI

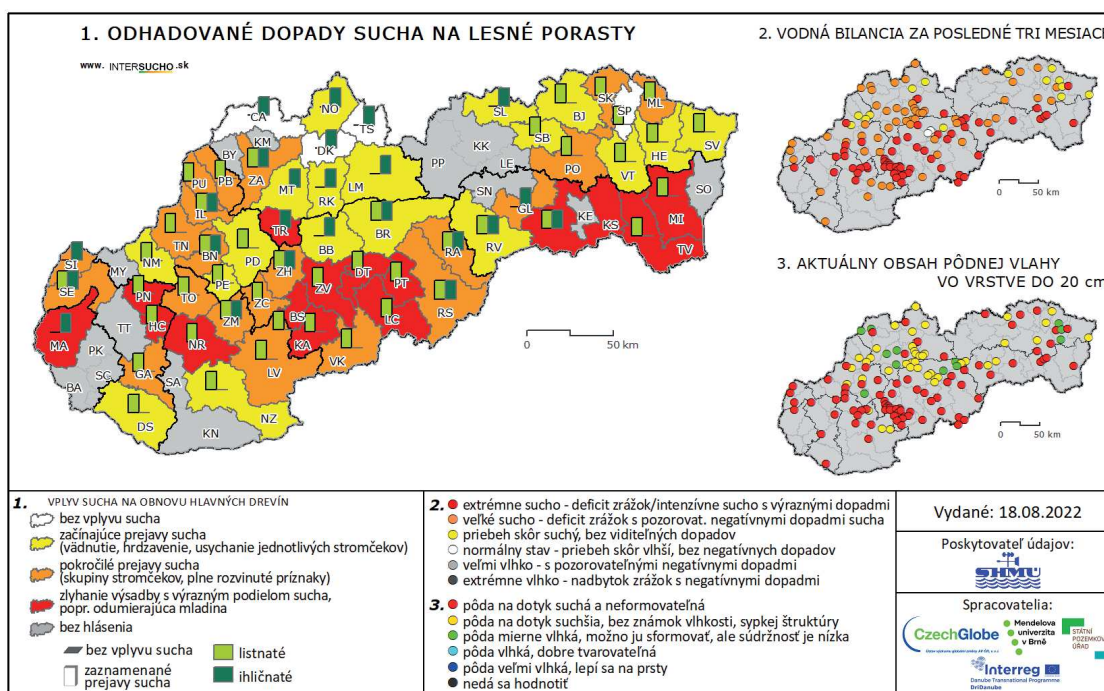
Index CMI dosahoval najnižšie hodnoty v letnom období. Pod hranicu závažného sucha (hodnoty -3 a menej) klesol index až na 15 staniách. Najnižšia hodnota bola $-3,73$ v Košiciach v 34. týždni a $-3,61$ v Sliachi v 30. týždni, pričom v tom istom týždni bol index $-3,49$ v Dolných Plachtinciach, $-3,47$ v Banskej Štiavnici a $-3,44$ v Banskej Bystrici. Index CMI dosiahol v roku 2022 na niektorých staniách najnižšie hodnoty od roku 1981, teda od začiatku výpočtu. Tento záver platí pre stanice Prievidza, Žiar nad Hronom, Banská Bystrica, Sliach, Brezno, Dolné Plachtince, Senica, Podhájska, Kamenica nad Cirochou a Košice.

Monitoring dopadov sucha na lesníctvo

Prvé prejavy sucha na lesné porasty boli zaznamenané na jar, pričom boli spojené s hláseniami deficitu vody v pôde, znížením vodných stavov a prietokov v lesných tokoch a vädnutím jarnej výsadby, najmä jedle bielej (*Abies alba* Mill.), v lokalitách stredného Slovenska.

Výrazný deficit atmosférických zrážok hlásili reportéri na celom území Slovenska už od začiatku leta. Atmosférické zrážky sa vyskytli iba lokálne a boli výlučne spojené s búrkovou činnosťou. Začiatkom leta reportéri zaznamenávali suchý povrch pôdy a zníženie hladín menších vodných tokov na takmer celom území Slovenska. V priebehu júla sa v Slovenskom rudohorí sucho prejavilo postupným žltnutím listov na buku lesnom (*Fagus sylvatica* L.), vädnutím asimilačných orgánov na jedli bielej (*Abies alba* Mill.) a smreku obyčajnom (*Picea abies* L.). Na celom území Slovenska vysychali korytá menších lesných tokov, jazier a studničiek. Hlásenia reportérov o odhadovaných dopadoch sucha na lesné porasty v 32. týždni v roku 2022 zobrazuje obrázok 1. Informácie z jednotlivých okresov od našich reportérov neodrážajú stav v celom okrese, ale popisujú situáciu v katastrach, z ktorých reportéri posielajú hlásenia.

Koncom júla a v auguste bolo v lokalitách stredného a severného Slovenska zaznamenané odumieranie dospelých porastov smreka obyčajného (*P. abies* L.), spôsobeného komplexom faktorov (podkôrny hmyz, drevokazné huby, ale aj suchom). Z mnohých lokalít Slovenska (najmä 1. až 4. lesný vegetačný stupeň) bolo hlásené letné žltnutie listov na porastoch buka lesného (*F. sylvatica* L.), na rôznych druhoch duba (*Quercus* spp.), ale aj na hrabe obyčajnom (*Carpinus betulus* L.). Na Podunajskej nížine bol zaznamenaný výrazný opad listov na porastoch javora (*Acer* spp.), lipy (*Tilia* spp.), čerešne (*Cerasus avium* L.), hrabu obyčajného

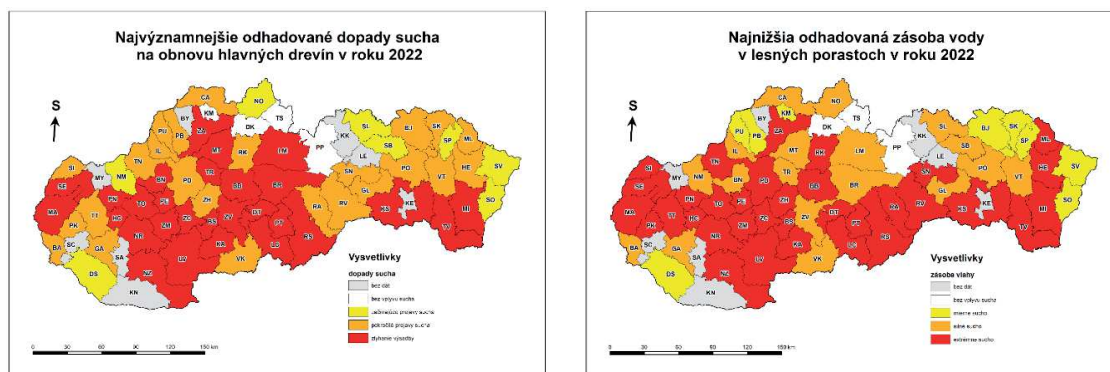


Obrázok 1. Odhadované dopady sucha na lesné porasty na Slovensku k 18. 8. 2022

Figure 1. Assessment of drought impacts on the forests in Slovakia on the 18th August 2022

(*C. betulus* L.) a buka lesného (*F. sylvatica* L.). V Malých Karpatoch sme v hlásení od reportérov zaznamenali popri opade listov buka aj vysokú stratu na úrode bukvy. Straty na jarnom zalesňovaní dosiahli v danej lokalite takmer 50 %.

V jesenných mesiacoch, napriek vyšším úhrnom atmosférických zrážok, naďalej hlásili reportéri suchú pôdu v hlbších pôdnych profiloch. V Malých Karpatoch reportéri zaznamenali v priebehu októbra usychanie ihličnanov, pravdepodobne z dôvodu dlhodobého sucha počas roka. V oblasti Vihorlatských vrchov reportéri hlásili výrazne skorší nástup jesenných fenologických fáz (všeobecné žltnutie, opad listov) v porastoch rastovej fázy mladiny. Vyššie stavy hladiny vodných tokov v pohoriach reportéri zaznamenali až v priebehu októbra a začiatkom novembra. Najvýznamnejšie odhadované dopady sucha na obnovu hlavných drevín v roku 2022 podľa hlásení reportérov národnej reportovacej siete sú zobrazené na obrázku 2, vľavo.

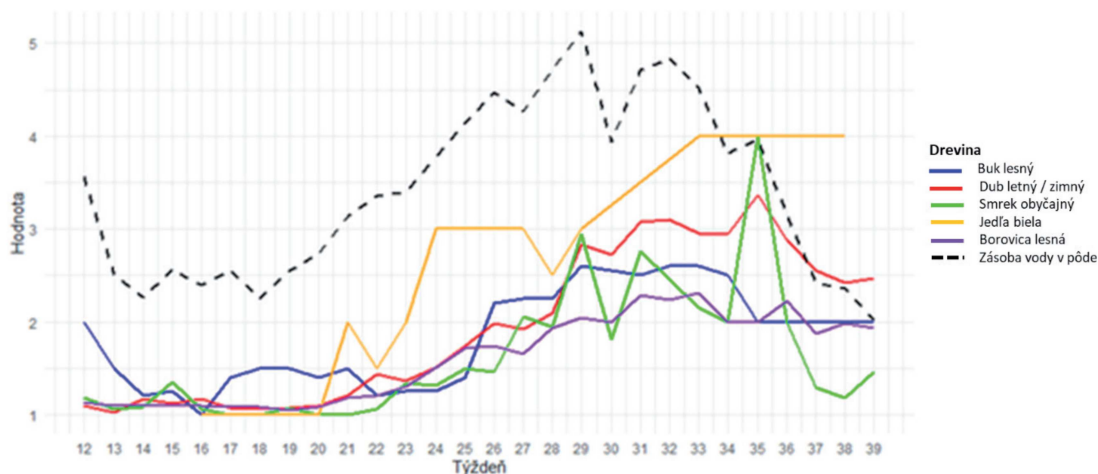


Obrázok 2. Najvýznamnejšie odhadované dopady sucha na obnovu hlavných drevín (vľavo) a najnižšia odhadovaná zásoba vody v lesných porastoch v roku 2022 podľa hlásení reportérov národnej reportovacej siete (vpravo)
Figure 2. The most significant assessed drought impacts on the regeneration of main wood species in 2022 (left) and The lowest assessed water stock in forests in 2022 (right)

Z hľadiska najnižšej odhadovanej zásoby vody v lesných porastoch (obr. 2, vpravo) boli na Slovensku v roku 2022 najvýraznejšie suchom zasiahnuté najmä bukové kultúry na stanovištiach bez prítomnosti materského porastu, a to najmä v Malých Karpatoch, Považskom Inovci, Štiavnických vrchoch, ale aj na východe Slovenska. Mladé lesné porasty z prirodzenej obnovy boli výrazne menej zasiahnuté suchom. Negatívny dopad na smrekové výsadby bol zaznamenaný na Liptove, Turci a v oblasti Podpoľania. Na juhu Východoslovenskej nížiny boli zaznamenané aj negatívne dopady sucha na topoľové kultúry. V lokalite Trnavskej tabule, ale aj na severe Dolnej Nitry, reportéri hlásili vyššiu úrodu orecha v porovnaní s rokom 2021. Zaujímavé je, že na vyššej úrode orechov pozorovatelia zaznamenali podstatne nižšie poškodenie inváznym hmyzím škodcom vrtivkou orechovou (*Rhagoletis complana*). Naopak, v južnej časti Malých Karpát, bola zaznamenaná nižšia úroda na gaštane jedlom (*Castanea sativa* L.), pričom aj samotné plody boli o polovicu menšie v porovnaní s rokom 2021. Inverzné a nadpriemerne teplé počasie na konci októbra spôsobilo nezvyčajne neskorú aktivitu lykožrúta smrekového (*Ips typhographus* L.). Aktivitu lykožrúta bolo možné pozorovať ešte aj v posledných dňoch októbra, najmä od nadmorskej výšky cca 400 – 500 m n. m., kde sa hmla rozplynula a prevládalo teplé a slnečné počasie. V dubových porastoch (1. – 3. lesný vegetačný stupeň) pravdepodobne časť tohtoročnej populácie podkôrnika dubového (*Scolytus intricatus* Ratz.) založila 2. generáciu, pričom tento jav je typický skôr pre krajinu v oblasti Balkánu.

Podľa odhadov reportérov sme zaznamenali výrazne nižšiu zásobu vody v pôde už na začiatku vegetačného obdobia počas 12. a 13. týždňa (obr. 3). V tomto období boli zaznamenané negatívne dopady najmä na bukových kultúrach. Výraznejšiu periódu s nízkou zásobou vody v pôde sme zaznamenali najmä od 20. týždňa, s kulmináciou počas 25. až 32. týždňa. Negatívne dopady sucha na mladé lesné porasty boli registrované na všetkých hodnotených drevinách od 20. týždňa. Výraznejšie negatívne dopady sme zaznamenali najmä od 28. týždňa do 36. týždňa. Najhoršie odhadované dopady v rámci umelej obnovy boli najmä na jedli, smreku a dube. Bukové mladé lesné porasty, ako aj borovicové, boli poškodzované podľa odhadov reportérov menej.

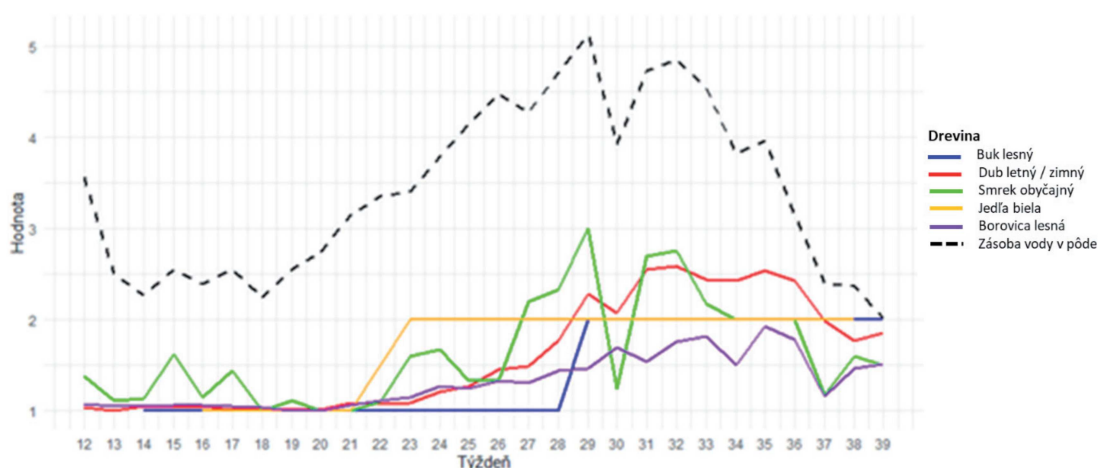
Interval medzi začiatkom hlásenia zníženej zásoby vody v pôde a dopadmi na mladé lesné porasty bol u smreka a duba približne 2 mesiace, u buka a borovici približne 1 mesiac. Negatívne dopady na jedli boli hlásené takmer súbežne so znižujúcou sa zásobou vody v pôde počas vegetačného obdobia.



Obrázok 3. Priebeh odhadovaného priemerného množstva vody v pôde a dopadov sucha počas vegetačného obdobia na hlavné lesné dreviny v roku 2022 (umelá obnova)

Figure 3. Course of the assessed average amount of soil water and the drought impacts on the main forest trees during the vegetation season 2022 (artificial regeneration)

Začiatkom vegetačného obdobia sme nezaznamenali výraznejšie negatívne dopady sucha na mladé lesné porasty v rámci prirodzenej obnovy (obr. 4). Výnimkou je drevina smrek, kde sme zaznamenali prostredníctvom reportérov zvýšené hodnotenie dopadov na prirodzenú obnovu už na začiatku vegetačného obdobia (14. – 17. týždeň), pričom v rámci tejto kategórie bol smrek vyhodnotený ako najviac zasiahnutá drevina najmä v 29., 31. a 32. týždni. Vyššie odhadované negatívne dopady sucha boli zaznamenané najmä od 28. týždňa pri všetkých drevinách. Negatívne dopady na prirodzenú obnovu smreka prakticky kopírovali vývoj zásoby vody v pôde. Pri ostatných drevinách sme zaznamenali negatívne dopady posunuté v intervale približne 2 – 3 týždne, vzhľadom na zásobu vody v pôde.



Obrázok 4. Priebeh odhadovaného priemerného množstva vody v pôde a dopadov sucha počas vegetačného obdobia na hlavné lesné dreviny v roku 2022 (prirodzená obnova)

Figure 4. Course of the assessed average amount of soil water and the drought impacts on the main forest trees during the vegetation season 2022 (natural regeneration)

Záver

Prejavy sucha na lesné hospodárske dreviny boli v roku 2022 akútne a boli dôsledkom dlhotrvajúceho sucha. Dopady dlhodobého sucha na staršie lesné porasty v roku 2022 sú hlásené reportérmi národnej reportovacej siete v priebehu roka 2023 v regiónoch západného a severného Slovenska. Reportéri uvádzali stratu asimilačných orgánov a vo zvýšenej miere atakovanie lesných porastov podkôrnym hmyzom. V rámci porovnania dopadov sucha z hlásení reportérov z celého Slovenska na umelú a prirodzenú obnovu sme zistili väčšie negatívne dopady sucha cca o 20 % na umelú obnovu, najmä u dreviny jedľa, buk, borovica a smrek. Predpokladáme, že v nasledujúcich rokoch sa môžu vyskytnúť ďalšie prejavy sucha na zdravotnom stave lesných porastov. V dôsledku sucha a meniacej sa klímy sú lesné porasty oslabené a vytvárajú predispozíciu pre aktivizáciu sekundárnych biotických škodcov akými sú podkôrny hmyz a drevokazné huby. Preto bude dôležité naďalej monitorovať dopady sucha na lesné ekosystémy.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci projektu Clim4Cast: „Central European Alliance for Increasing Climate Change Resilience to Combined Consequences of Drought, Heatwave, and Fire Weather through Regionally-Tuned Forecasting“ v rámci programu Interreg Central Europe (číslo projektu CE0100059), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- Buras, A., Schunk, C., Zeiträg C., Herrmann, C., Kaiser L., Lemme, H., Straub, C., Taeger, S., Gößwein, S., Klemmt, H. J., Menzel, A., 2018: Are scots pine forest edges particularly prone to drought-induced mortality? *Environmental Research Letters*, 13:025001. Dostupné na <https://10.1088/1748-9326/aaa0b4>.
- Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V., Aubinet M., Buchmann N., Bernhofer Ch. et al., 2005: Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*, 437:529–533. Dostupné na <https://doi.org/10.1038/nature03972>.
- Faško, P., Markovič, L., Ivaňáková, G., Kajaba, P., 2022: Mimoriadne až extrémne nízke úhrny atmosférických zrážok na Slovensku v rokoch 2021 a 2022 v historickom kontexte od roku 1881. *APOL*, 3:87–93.
- Hou, L., Huang, J., Wang, J., 2017: Early warning information, farmers' perceptions of, and adaptations to drought in China. *Climatic Change*, 141:197–212. Dostupné na <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1900-9>.
- McDowell, N. G., Michaletz, S. T., Bennett, K. E., Solander, K. C., Xu, C., Maxwell, R. M., Middleton, R. S., 2018: Predicting chronic climate-driven disturbances and their mitigation. *Trends in Ecology & Evolution*, 33:15–27. Dostupné na <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.10.002>.
- Palmer, W. C., 1968: Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: the new Crop Moisture Index. *Weatherwise*, 21:156–161. Dostupné na <https://doi.org/10.1080/00431672.1968.9932814>.
- Rousi, E., Kornhuber, K., Beobide-Arsuaga, G., Luo, F., Coumou, D., 2022: Accelerated western European heatwave trends 1560 linked to more-persistent double jets over Eurasia. *Nature Communications*, 13:1–11. Dostupné na <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31432-y>.
- Seneviratne, S. I., Zhang, X., Adnan, M., Badi, W., Dereczynski, C., Di Luca, A., Zhou, B. et al. 2021: Weather and climate extreme events in a changing climate. *Tagesschau*. Chapter, 11:5–196.
- Senf, C., Seidl, R., 2021: Persistent impacts of the 2018 drought on forest disturbance regimes in Europe. *Biogeosciences*, 18:5223–5230. Dostupné na <https://doi.org/10.5194/bg-18-5223-2021>.
- Schumacher, D. L., Zachariah, M., Otto, F., Barnes, C., Philip, S., Kew, S., Vahlberg, M., Singh, R., Heinrich, D., Arrighi, J., Van Aalst, M., Hauser, M., Hirschi, M., Gudmundsson, L., Beaudoin, H. K., Rodell, M.,

- Li, S., Yang, W., Vecchi, G. A., Seneviratne, S. I., 2022: High temperatures exacerbated by climate change made 2022 Northern Hemisphere soil moisture droughts more likely. *World Weather Attribution*, [preprint]. Dostupné na <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-717>.
- Spinoni, J., Carrao, H., Naumann, G., Antofie, T., Barbosa, P., Vogt, J., 2013: A global drought climatology for the 3rd edition of the World Atlas of Desertification (WAD). *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 15.
- Turňa, M., Ivaňáková, G., Krčová, I., Rozkošný, J., Ridzoň, J., 2022: Zhodnotenie sucha v roku 2022. In: *Aktuality SHMÚ*. Dostupné na <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=1299>.
- Van Der Wiel, K., Batelaan, T. J., Wanders, N., 2022: Large increases of multi-year droughts in north-western Europe in a warmer climate. *Climate Dynamics*, 1:1–20. Dostupné na <https://doi.org/10.1007/S00382-022-06373-3>.
- Vincente-Serrano, S. M., Begueria, S., Lopez-Moreno, J. I., 2010: A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23:1696–1718. Dostupné na <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>.
-

ADRESA

Ing. Jozef Rozkošný, PhD., RNDr. Gabriela Ivaňáková, Mgr. Maroš Turňa, RNDr. Ivana Krčová,
Mgr. Jakub Ridzoň, Mgr. Katarína Mikulová, PhD.
Slovenský hydrometeorologický ústav
Jeséniova 17
SK–833 15 Bratislava
email: jozef.rozkosny@shmu.sk, gabriela.ivanakova@shmu.sk, maros.turna@shmu.sk,
ivana.krcova@shmu.sk, jakub.ridzon@shmu.sk, katarina.mikulova@shmu.sk