



## Úvodní slovo

Výrazy globální změna klimatu, extrémní sucha, povodně, nedostatek podzemní vody jsou každodenní součástí mediálních zpráv a setkáváme se s nimi čím dál častěji. Máme se jich obávat? Máme s nimi bojovat? Je to vůbec reálné? Nebo bude jednodušší se na ně připravit a přizpůsobit náš životní styl tak, aby nám nezpůsobovaly větší problémy? A to je možné? Důsledné vyhodnocení změn, které již máme za sebou, nebo probíhají právě teď, nám umožní, tím jsem si jist, připravit věrohodné prognózy vývoje klimatu, které sníží míru nejistoty, se kterou očekáváme naši budoucnost.

Na analýzu vývoje klimatu budou navázány prognózy vývoje množství dostupné povrchové a podzemní vody, které jsou nezbytné pro vytvoření jakékoli koncepce umožňující spokojený život na našem území v budoucím období. Jsem přesvědčen, že tým projektu PERUN, složený z předních výzkumných organizací, je toho schopen. Nacházíme se v polovině projektu a přecházíme od poznání a hodnocení minulého k prognózám a předvídaní budoucího vývoje. To nám umožní se na změny dobře připravit. Vytípat nová jímací území, optimalizovat ta, co již existují a využít alternativní způsoby jímání vody (např. větším využitím umělé infiltrace). Podpořit větší využití šedé vody a zavést nové technologie úpravy vody. A v budoucnosti s očekávanou změnou přírodních podmínek žít v co možná největší shodě a bez obav.

*Martin Milický  
(PROGEO)*



## Nové scénáře změny klimatu

Příprava scénářů změny klimatu s krokem 2,3×2,3 km je důležitou součástí řešení projektu PERUN. Scénáře jsou cíleně připravené pro území Česka a v tomto rozlišení umožňují identifikovat možné odlišné odezvy a vývoj např. v horských oblastech ve srovnání s nížinami. Podrobnější rozlišení rovněž umožňuje přesnější aplikaci statistických downscalingových a bias-correction metod a to zejména v oblasti extrémů. Bias korekce je aktuálně připravena pro průměrnou, maximální a minimální teplotu vzduchu a srážky, následovat bude ještě vlhkost vzduchu, rychlost větru a sluneční záření. Po provedených korekcích v gridových bodech jsou připraveny základní klimatické indexy (např. studená a teplá období, dny a noci, mrazové dny, ledové dny, tropické dny, letní dny, tropické noci, dny s definovanými úhrny srážek, vlhka a suchá období, apod.). Základní

data a část indexů pro 20letá období od 2021 do 2100 jsou veřejně přístupná na webu projektu PERUN v části Výsledky (<https://www.perun-klima.cz/scenare/>).

### Příprava dat

Výpočetní oblast modelu ALADIN-CLIMATE/CZ zahrnuje téměř celou Evropu s Českou republikou v jejím středu, což je důležité pro vlastní modelování budoucího klimatu, nicméně pro další zpracování výsledků již není potřeba, proto byla zredukována. K tomuto účelu byl využit balíček TERRA v prostředí R, pomocí kterého byla celá výpočetní oblast zúžena podle hranic povodí 4. řádu a následně rozšířená o 5 km (dále PERUN doména). Výsledná síť obsahuje 29154 bodů s původním prostorovým rozlišením 2,3×2,3 km. Po předchozí domluvě s ostatními řešiteli byl změněn i formát výstupních dat modelu z původ-

ního prostorového rastru ve formátu GRIB na jednoduchý textový soubor ve formátu CSV, čímž byla podstatně zredukována velikost výsledných souborů a tím se zjednodušila manipulace s nimi. Zvlášť je součástí výsledků soubor obsahující souřadnice všech gridových bodů ve třech souřadnicových systémech (v původní Lambertově projekci, WGS 84 a S-42). Modelové výstupy ALADIN-CLIMATE/CZ jsou široce využívány při přípravě různých článků, např. Babuňková Uhlířová, Popová, Sokol 2022; Zacharov, Řezáčová, Brožková, 2022.

### Scénáře

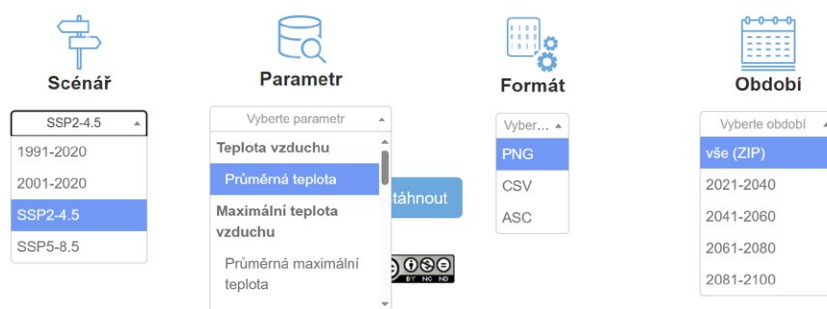
Modelová data za období 2021–2100 jsou po BIAS korekci připravena k dalšímu zpracování, předání řešitelským týmům a k prezentaci veřejnosti. Pro základní přehled o připravených scénářích byly připraveny měsíční, sezónní a roční mapy pro průměrnou teplotu, průměrnou maximální a minimální teplotu a úhrn srážek a k tomu jsou k dispozici samozřejmě i mapy vybraných klimatologických indexů. Na projektovém webu jsou ke stažení připraveny tři typy souborů pro každý prvek:

- PNG – mapa,
- CSV - vypočtené měsíční průměry pro jednotlivé body v PERUN doméně (29154 bodů) a
- rastry ve formátu ASC - textový formát, který podporují mnohé GIS aplikace, v záhlaví je informace o velikosti buňky rastru, počet řádků a sloupců a souřadnice rastru.

Veřejnost si může zobrazit mapu (PNG) nebo stáhnout data (CSV, ASC) k dalšímu zpracování pro jednotlivá období nebo vždy maximálně pro uvedená čtyři období a jednu vybranou kombinaci prvku nebo indexu a scénáře najednou (obr. x).

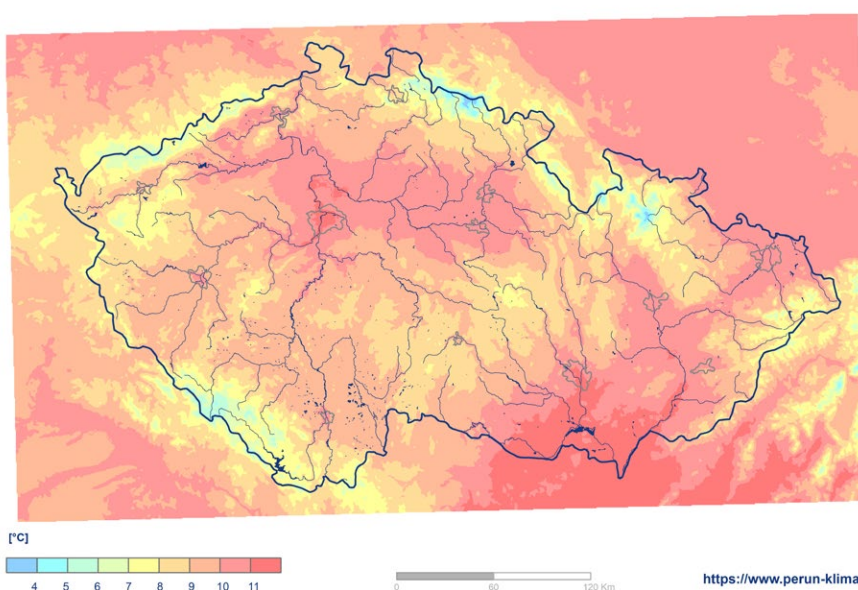
Předložený popis dostupnosti scénářových dat je připraven pro stav na konci roku 2023. Formát a způsob práce s daty se měnit nebude, ale obsah a množství dat se bude postupně rozšiřovat, protože řešení tohoto úkolu v projektu bude ještě v dalších letech pokračovat.

### Stahování dat



Obr. 1 Výběr parametrů stahování dat k připraveným scénářům

### Průměrná roční teplota vzduchu za období let 2041–2060 (SSP2-4.5, BIAS)



Obr. 2 Ukázka staženého souboru dle zadaných parametrů

### Literatura

Babuňková Uhlířová, I., Popová, J., Sokol, Z., 2022. Lightning Potential Index and its spatial and temporal characteristics in COSMO NWP model. *Atmospheric Research*, **268**, 15 April 2022, 106025. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2022.106025>

Zacharov, P., Řezáčová, D., Brožková, R., 2022. Strukturovaná verifikace předpovědi srážek produkovaných současnou konfigurací modelu ALADIN-CZ. *Meteorologické zprávy*, **75**, 3, 70–79. [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2022/MZ\\_03\\_2022.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2022/MZ_03_2022.pdf)

Radim Tolasz (ČHMÚ)



# Vyhodnocení plošné extremity extrémních povětrnostních událostí v Česku v období 1961–2020

(Příspěvek byl přednesen na První konferenci PERUN v Průhonicích, 16.–18. října 2023)

Problémy související se změnou klimatu vedou v současnosti mnoho zemí k rozvíjení svých národních strategií zmírňování přírodních rizik spojených zejména s extrémními projevy počasí. Primární součástí vývoje každé takové strategie je analýza extrémů, které se vyskytly v minulosti, a to s využitím odpovídajících datových zdrojů nebo přímo již existujících různě zaměřených databází extrémních povětrnostních událostí. V příspěvku hodnotíme vybraných šest typů těchto událostí, které se vyskytly v Česku mezi roky 1961 a 2020. Jedním z výstupů hodnocení je meteorologická databáze, která byla pod zkratkou CZEXWED (CZEch EXtreme WEather Database) publikována v impaktovaném časopise (Kašpar et al. 2023). Databáze byla použita i k analýze rozdělení extrémů v čase.

Pro účely jednotného hodnocení různých typů extrémních povětrnostních událostí byla aplikována metodika publikovaná již dříve (Müller a Kašpar 2014), která pracuje s tzv. indexem extremity počasí WEI (Weather Extremity Index). Hodnoty WEI jsou odvozeny z dob opakování hodnot meteorologických veličin charakterizujících daný typ události za různé dlouhá období od jednoho dne až v řádu několika dnů a v různě velkých postupně zvětšujících se oblastech Česka. Frekvenční analýza hodnot veličin byla připravena s využitím časových řad denních hodnot maximální a minimální teploty vzduchu, úhrnu srážek, homogenizovaných maximálních nárazů větru (Kašpar et al. 2017) a výšky celkové

Tab. 1 Uvažované typy extrémních povětrnostních událostí a meteorologické veličiny odvozené z řad staničních měření v denním kroku, které byly použity při hodnocení událostí.

Typ události	Zkratka	Meteorologická veličina	Počet použitých řad staničních měření
Vlna veder	HW	Maximální teplota vzduchu	168
Studená vlna	CW	Minimální teplota vzduchu	165
Prudké ochlazení	TD	Pokles maximální teploty vzduchu	163
Větrná bouře	WS	Maximální náraz větru	18
Silné srážky	PP	Úhrn srážek	814
Silné sněžení	SF	Nárůst výšky sněhové pokrývky	416

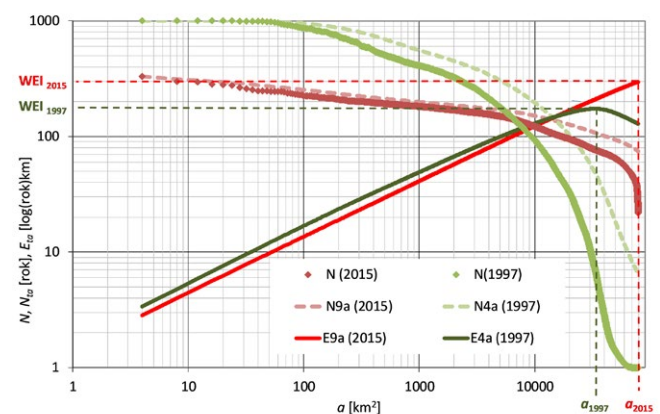
sněhové pokrývky z dat staniční sítě Českého hydrometeorologického ústavu ve sledovaném období (tab. 1).

Index WEI je definován takto:

$$WEI = \max_{t,a}(E_{ta}), \quad (1)$$

$$E_{ta} = \log N_{ta} \sqrt{a/\pi}. \quad (2)$$

V prvním kroku jsou odhadnuty doby opakování denních a průměrných (příp. akumulovaných) vícedenních hodnot příslušné veličiny na stanicích. Pro jednotlivé uvažované délky průměrování ve dnech  $t$  jsou poté hodnoty logaritmu doby opakování na stanicích interpolovány do pravidelné sítě uzlových bodů. Nakonec jsou takto získané interpolované doby opakování seřazeny sestupně podle velikosti a jsou spočteny jejich geometrické průměry  $N_{ta}$  v postupně zvětšujícím se počtu uzlových bodů odpovídajících postupně zvětšující se ploše území  $a$ . Index WEI je roven maximální hodnotě plošné extremity  $E_{ta}$  určené jako součin logaritmu  $N_{ta}$  a poloměru kruhové plochy odpovídající ploše  $a$  a přes všechny uvažované hodnoty  $t$  a  $a$ . Kromě samotné maximální plošné extremity tak index WEI a způsob jeho výpočtu umožňují objektivně kvantifikovat další parametry jednotlivých událostí, jako jsou prostorový rozsah a délka trvání včetně prostorové koncentrace projevů v zasažené oblasti a časová koncentrace projevů v průběhu trvání



Obr. 3 Určení indexu WEI pro vlnu veder ze srpna 2015 (červeně) a událost silných srážek z července 1997 (zeleně). Největší plošnou extrémitu  $E_{9a}$  dosahují události pro devítidenní průměrnou maximální teplotu 6.–14. 8. 2015 (tj. pro  $t = 9$ ) a čtyřdenní úhrn srážek 4.–7. 7. 1997 (tj. pro  $t = 4$ ). V grafu jsou znázorněny do pravidelné sítě interpolované a sestupně seřazené doby opakování hodnot těchto veličin ( $N$ ), geometrický průměr dob opakování v postupně zvětšující se ploše ( $N_{9a}$ , resp.  $N_{4a}$ ) a odpovídající plošná extrémity ( $E_{9a}$ , resp.  $E_{4a}$ ). WEI je rovno maximu plošné extremity, které také určuje prostorový rozsah události (a).

události. Detailní způsob výpočtu WEI a uvažované intervaly hodnot  $t$  a  $a$  se mohou mezi jednotlivými typy událostí lišit. Grafické znázornění postupu výpočtu pro dvě konkrétní extrémní události ukazuje obr. 3.

Pro uvažované šedesátileté období bylo detekováno pro každý typ extrémních povětrnostních událostí šedesát událostí s největší plošnou extremitou vyjádřenou indexem WEI. Události byly hodnoceny z pohledu jejich struktury dané parametry získanými při výpočtu WEI a z pohledu jejich rozdělení v čase. Zjištěné nejdůležitější poznatky jsou shrnuty níže. Podrobnou analýzu detekovaných událostí včetně jejich seznamu a parametrů, příp. jejich ztotožnění s událostmi v širším střeoevropském prostoru, lze nalézt v již zmiňované publikaci (Kašpar et al. 2023). Vybrané parametry tří událostí každého typu s největší plošnou extremitou uvádí tab. 2. Meziroční a sezónní rozdělení třiceti událostí každého typu s největší plošnou extremitou ilustruje obr. 4.

**Vlny veder a studené vlny** dosahují obecně vyšších hodnot WEI, neboť mají obvykle velký prostorový rozsah a delší délku trvání než ostatní typy extrémních událostí. Jejich pořadí je tedy určeno zejména jejich intenzitou úměrnou době opakování. Studené vlny zároveň dosahují v průměru nepatrně vyšších hodnot WEI než vlny veder. Četnost výskytu vln veder se mezi dekadami 1961–1970 a 2011–2020 zvýšila pětinasobně, přičemž žádná z dvanácti událostí s největší plošnou extremitou nenastala v první polovině sledovaného období. Studené vlny vykazují opačný trend se zvýšenou četností v období 1981–1990 a velmi nízkou četností v poslední dekádě, ve které byla přesto detekována v únoru 2012 událost čtvrtá v pořadí. Vlny veder se zpočátku vyskytovaly až od druhé poloviny července do první poloviny srpna. V poslední dekádě byly už rozděleny do všech tří letních měsíců. V tento čas kompletně vymizely prosincové studené vlny.

Prudká ochlazení obvykle nepostihují více jak dvě třetiny Česka vyjma těch s největší plošnou extremitou. Z těchto událostí vyniká dobře známá událost z Nového roku 1979, při které doby opakování mezidenního poklesu maximální teploty dosáhly v průměru téměř 60 let a hodnoty WEI byly téměř o polovinu vyšší oproti události druhé v pořadí. Devadesát procent prudkých ochlazení se vyskytlo v teplém půlroce, zatímco tři ze čtyř s největší plošnou extremitou v lednu.

**Větrné bouře** jsou charakterizovány velmi rozdílným prostorovým rozsahem. Nejrozsáhlejší z nich bývají spojeny s hlubokými tlakovými nížemi, ty méně rozsáhlé s konvektivními bouřemi. Největší plošnou extremitu vykazuje větrná bouře z ledna 2007 („Kyrill“), kdy k vysokým hodnotám WEI vedla kombinace velkého prostorového rozsahu a poměrně vysokých dob opakování maximálních denních nárazů větru. Od roku 1990 četnost výskytu větrných bouří celkově klesá, nicméně tři z pěti s největší plošnou extremitou byly deteková-

ny v první dekádě nového tisíciletí. Ze všech typů extrémních událostí jsou větrné bouře nejvíce rovnoměrně rozděleny během roku, přičemž ty nejvýznamnější se vyskytují spíše v chladném půlroce díky jejich pro tento čas typickému velkému prostorovému rozsahu.

Silné srážky postihují ze všech typů extrémních událostí obecně nejmenší část území Česka. Mezi tři události s největší plošnou extremitou a s podobnými hodnotami WEI se řadí dobře známé události spojené s katastrofálními povodněmi. Nejvyššími průměrnými dobami opakování úhrnů srážek je charakterizována nejextrémnější událost z července 1997, kdy k vysoké plošné extremitě přispěla i poměrně dlouhá délka trvání události. Největším prostorovým rozsahem je pak charakterizována událost třetí v pořadí ze srpna 2002. Četnost výskytu silných srážek za sledované období spíše kolísá. Zvýšenou četnost významnějších událostí můžeme pozorovat v dekádách 1981–1990 a 2001–2010.

**Silná sněžení** jsou ze všech typů extrémních událostí charakterizována nejmenšími rozdíly v hodnotách WEI a délce trvání, která se ze 75 % pohybuje v rozmezí od 1 do 2 dnů. Evidentní jsou však rozdíly v prostorovém rozsahu událostí, protože v některých případech bylo silné sněžení vázáno pouze na vyšší nadmořské výšky, což platí podle očekávání zejména pro březnové a dubnové události. Po roce 2000 se vyskytly pouze dvě události z prvních dvanácti, a to v lednu. Zbývajících starších deset událostí bylo detekováno v listopadu a mezi únorem a dubnem. Změna v sezónním rozdělení silných sněžení je tedy zřejmá a může souviset s celkovým oteplováním chladného půlroku.

V druhé polovině sledovaného období bylo celkově detekováno zhruba o 20 % více extrémních událostí. Poslední dekáda však byla charakterizována, vyjma vln veder, podstatně nižší četností významnějších událostí než dekáda předchozí. V obdobích 1972–1976, 1991–1996 a 2016–2020 byly detekovány poměrně extrémní vlny veder, zatímco událostí silných dešťů a významnější studené vlny, větrné bouře a silná sněžení se téměř nevyskytovaly. Naopak větší počet extrémních studených vln, silných dešťů a větrných bouří můžeme pozorovat v obdobích 1981–1987 a 2001–2008. Koncept indexu WEI umožňuje detekovat a hodnotit i tzv. sdružené extrémní události, které mohou mít závažnější dopady než samostatné události daného typu. Konkrétně jsme se zaměřili na případy po sobě jdoucích událostí jednoho typu a případy současného či postupného výskytu událostí více typů. Do první skupiny sdružených extrémů patří např. poměrně ojedinělý případ dvou krátce po sobě jdoucích událostí silných dešťů ze srpna 2002, do druhé skupiny pak např. případ prudkého ochlazení následovaný studenou vlnou a později i silným sněžením z ledna 1979.

Šest různých typů extrémních povětrnostních událostí bylo vyhodnoceno pro území Česka a období 1961–2020

Tab. 2 Parametry tří událostí každého typu s největší plošnou extremitou vyjádřenou indexem WEI. Parametr  $t_{WEI}$  značí délku trvání,  $a_{WEI}$  prostorový rozsah a  $N_{WEI}$  geometrický průměr dob opakování hodnot příslušných meteorologických veličin v ploše  $a_{WEI}$  (viz též tab. 1).

Typ události	První den		WEI		
	[dd. mm. rrrr]	$t_{WEI}$ [den]	[log(rok)km]	$a_{WEI}$ [km <sup>2</sup> ]	$N_{WEI}$ [rok]
HW	6. 8. 2015	9	296.3	78884	74
	28. 7. 1994	17	273.2	78884	53
	19. 7. 2006	10	202.1	78880	19
CW	03. 1. 1985	18	324.4	78184	114
	21. 12. 1996	14	235.7	78424	31
	7. 1. 1987	9	232.7	74580	32
TD	1. 1979	.	256.4	66352	58
	22. 6. 2018	.	176.3	66696	16
	23. 1. 2006	.	147.4	30764	31
WS	18. 1. 2007	2	212.6	73300	25
	23. 11. 1984	2	178.4	71400	15
	23. 2. 1967	1	111.9	50600	8
PP	04. 7. 1997	4	173.6	33464	48
	17. 7. 1981	4	168.5	39272	32
	11. 8. 2002	3	166.4	49380	21
SF	08. 1. 2010	3	146.4	32164	28
	25. 11. 1969	2	131.2	20224	43
	23. 1. 2007	2	117.0	53928	8

s využitím metodiky založené na univerzálním ukazateli odvozeném z dob opakování naměřených hodnot vhodné zvolených meteorologických veličin v zasažené oblasti. Aplikovaný jednotný přístup hodnocení umožnil porovnat jednotlivé parametry událostí od plošně zprůměrované doby opakování po prostorový rozsah a délku trvání a analyzovat jejich rozdělení v čase. Vytvořená databáze událostí vykazuje poměrně dobrou shodu s publikovanými seznamy událostí v širším středoevropském prostoru. Probíhající aktivity se nyní zaměřují na detekci změn četností budoucích událostí a jejich parametrů prostřednictvím srovnání získaných výsledků se

simulacemi kontrolního a následně budoucího období modelem ALADIN-CLIMATE/CZ. Další možné aplikace zahrnují např. kvantitativní analýzu vazeb mezi parametry událostí a příčinnými cirkulačními podmínkami.

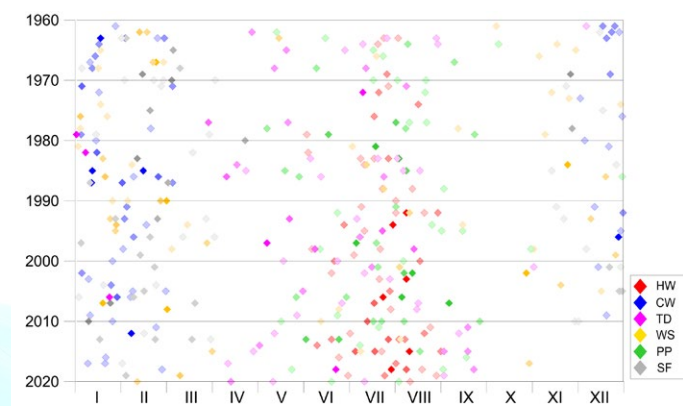
### Literatura

Kašpar, M., Müller, M., Bližňák, V., Valeriánová, A., 2023. CZEXWED: The unified Czech extreme weather database. *Weather and Climate Extremes*, **39**, 100540, ISSN 2212-0947. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100540>

Kašpar, M., Müller, M., Crhová, L., Holtanová, E., Poláček, J. F., Pop, L., Valeriánová, A., 2017. Relationship between Czech windstorms and air temperature. *Int. J. Climatol.*, **37**, 11–24, ISSN 0899-8418. <https://doi.org/10.1002/joc.4682>

Müller, M., Kašpar, M., 2014. Event-adjusted evaluation of weather and climate extremes. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, **14**, 473–483, ISSN 1684-9981. <https://doi.org/10.5194/nhess-14-473-2014>

Marek Kašpar (ÚFA),  
Miloslav Müller (ÚFA, PŘF UK)



Obr. 4 Meziroční a sezónní rozdělení událostí každého typu. Odstíny od světlejšího zvyrazňují postupně 30, 12 a 6 událostí s největší plošnou extremitou (viz též tab. 1).



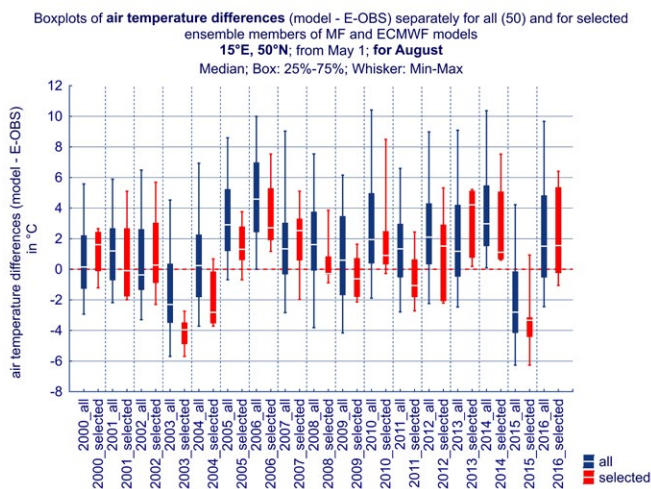
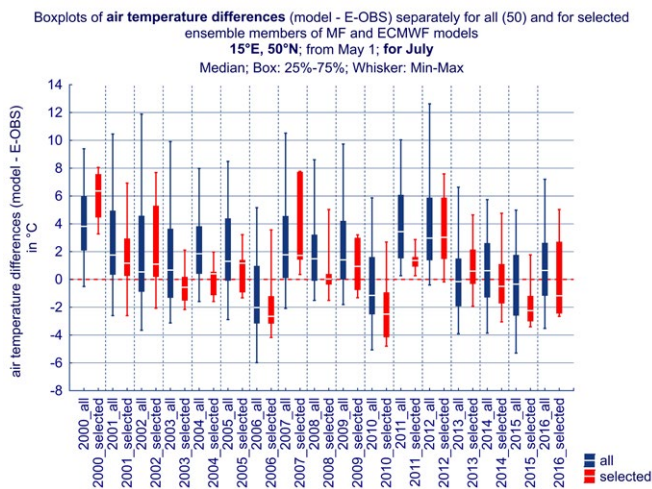
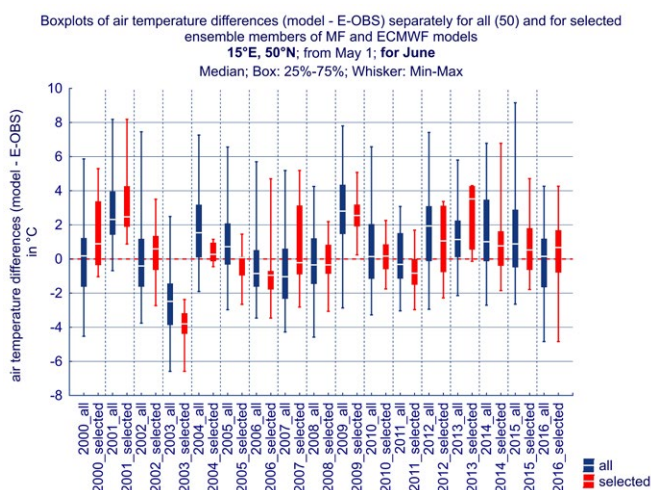
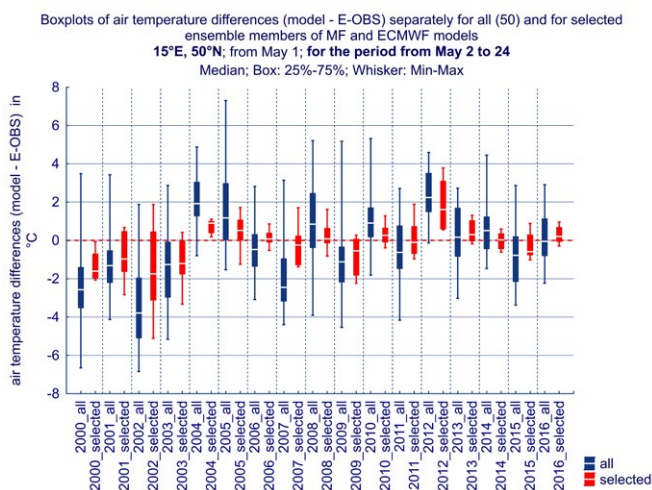
# Dlouhodobá předpověď teploty vzduchu a srážek pro letní měsíce v České republice

(Příspěvek byl přednesen na První konferenci PERUN v Průhonicích, 16.–18. října 2023)

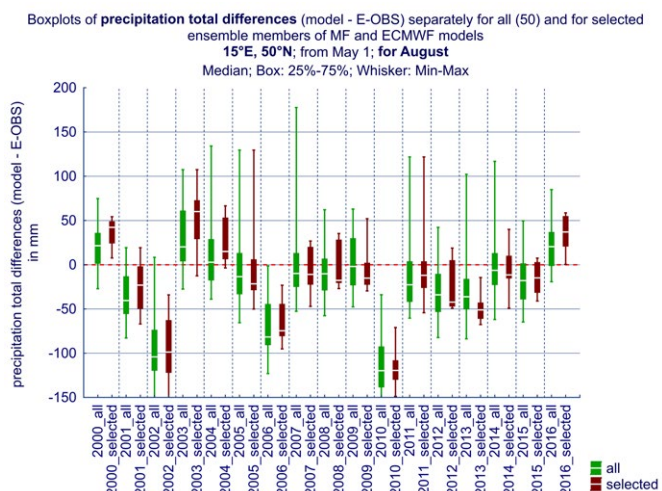
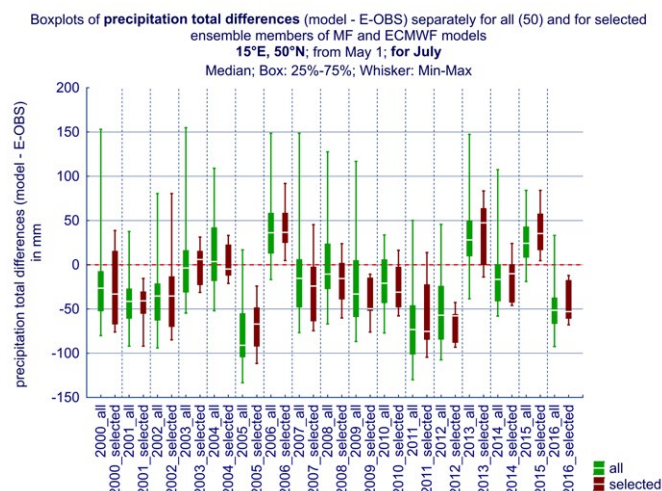
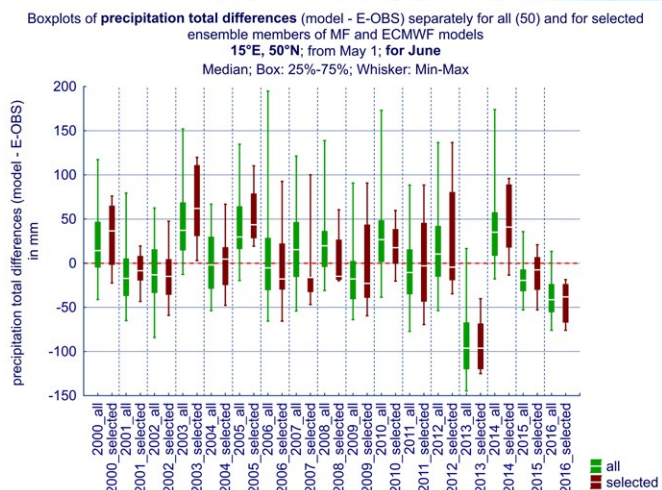
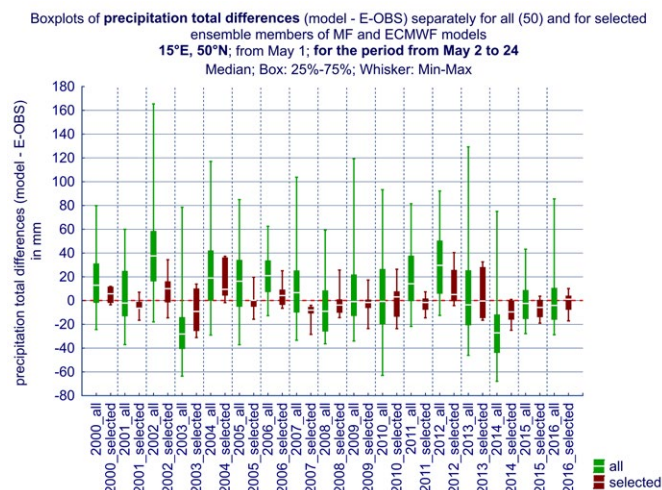
Předpovědi počasí na měsíc až několik měsíců dopředu jsou uživateli velmi žádané. Podle definice Světové meteorologické organizace (WMO) se předpovědi na více než 30 dnů a méně než 2 roky dopředu nazývají dlouhodobé předpovědi. Na časové škále leží mezi předpovědi počasí a předpovědi klimatu. Na současné úrovni poznání má dlouhodobá předpověď užitečnou hodnotu hlavně v tropickém pásu, kde existuje těsná vazba mezi převládajícím cirkulačním režimem a indexy popisujícími fáze velkoplošných oscilací, jako například ENSO (El Niño Southern Oscillation, respektive El Niño a Jižní Oscilace). Současné numerické předpovědní systémy kombinující globální cirkulační modely s modelem oceánu a kryosféry

už dokážou tyto oscilace předpovědět, za příznivých podmínek až na několik sezón dopředu. Situace v mírných zeměpisných šířkách je podstatně méně příznivá. Dlouhodobá předpověď je tu prakticky na hranici použitelnosti, a to i při použití ansámblového přístupu.

V rámci řešení projektu PERUN jsme zvažovali dva sezónní předpovědní systémy dostupné v archivu Copernicus Climate Change Service (C3S), které poskytují data o teplotě vzduchu a srážkách v blízkosti povrchu v prostorovém rozlišení 1° na 1°: Météo – France System 8 (MF) a Evropské středisko pro systém střednědobé předpovědi počasí SEAS5 (ECMWF). Pro každý rok v období 2000–2016 je stanoveno jedno počáteční datum (1. května) pro předpověď až na tři měsíce (červen, červenec, srpen) pro střed České republiky (jeden grido-



Obr. 5 Krabicové grafy průměrných rozdílů teploty vzduchu (vždy model – E-OBS) pro všechny členy ansámblu (all) a členy ansámblu vybraných podle stanovených kritérií (selected) za období 2. až 24. května (vlevo nahoře), červen (vpravo nahoře), červenec (vlevo dole) a srpen (vpravo dole), pro každý rok období 2000–2016. Obdelníčky znázorňují medián, 25. a 75. percentil těchto rozdílů, krajní body potom minimum a maximum.



**Obr. 6** Krabicové grafy průměrných rozdílů úhrnů srážek (vždy model – E-OBS) pro všechny členy ansámblu (all) a členy ansámblu vybraných podle stanovených kritérií (selected) za období 2. až 24. května (vlevo nahoře), červen (vpravo nahoře), červenec (vlevo dole) a srpen (vpravo dole), pro každý rok období 2000–2016. Obdelníčky znázorňují medián, 25. a 75. percentil těchto rozdílů, krajní body potom minimum a maximum.

vý bod: 15°E, 50°N). Pro srovnání se používají datové soubory denních pozorování převedené do pravidelného gridu (E-OBS) pro srážky a teplotu vzduchu v horizontálním kroku 0,25°.

Vzhledem ke způsobu vydávání a zpracování sezónních předpovědí mohou být při zveřejnění nejnovější předpovědi k dispozici naměřená data již za přibližně 25 dní. V analýze jsou uvažována 3 kritéria (Pearsonův korelační koeficient mezi denní teplotou vzduchu, rozdíl teploty vzduchu a rozdíl úhrnu srážek, vždy v prvních 24 dnech, mezi členem ansámblu a odpovídající řadou E-OBS), na jejichž základě jsou vybrány ty členy ansámblu, které v počátečním období lépe popisují skutečný vývoj teploty vzduchu a srážek.

Jsou uvažována následující 3 kritéria: 1. korelační koeficient mezi teplotou vzduchu za období 1. 5. až 24. 5. mezi každým členem ansámblu a odpovídající řadou E-OBS, 2. rozdíl mezi průměrnou teplotou vzduchu za období 1. 5. až 24. 5. mezi každým členem ansámblu a odpovídající řadou E-OBS, 3. rozdíl mezi sumou srážek za období 1. 5. až 24. 5. mezi každým členem ansámblu a odpovídající řadou E-OBS. Každému členu ansámblu je přiřazeno

pořadí od „nejlepšího“ (číslo 1) po „nejhorší“ (číslo 50) podle dosažených výsledků, a to pro každé ze tří uvažovaných kritérií zvlášť. Členy ansámblu jsou seřazeny podle součtu pořadí ze všech tří kritérií (skóre), kdy nejmenší součet znamená nejlepší výsledek. Do další analýzy jsou uvažovány členy ansámblu se skóre do 50. V jednotlivých letech se jedná o 4 až 10 členů ansámblu.

V dalším zpracování jsou porovnávány výsledky pro soubory všech členů ansámblu a soubory členů vybraných podle stanovených kritérií. Jsou prezentovány pomocí krabicových grafů průměrných rozdílů teploty vzduchu na obr. 5 a srážek na obr. 6 (vždy model – E-OBS) za období 2. až 24. května, červen, červenec a srpen, pro každý rok období 2000–2016.

Na základě korelací a rozdílů mezi modelovanou a pozorovanou teplotou vzduchu a úhrny srážek v prvních 24 dnech po datu výpočtu předpovědi jsou vybrány ty členy ansámblu pro dlouhodobé předpovědi ve střední Evropě, které v počátečním období lépe popisují skutečný vývoj teploty vzduchu a srážek. U teploty vzduchu jsou výsledky pro vybrané členy ansámblu ve více než polo-



vině let téměř stejné nebo lepší ve srovnání s výsledky pro všechny členy ansámblu pro červnové, červencové a srpnové předpovědi. U srážkových úhrnů jsou výsledky pro vybrané členy ansámblu ve více než polovině let téměř stejné nebo lepší oproti výsledkům pro všechny členy ansámblu pouze pro červnovou předpověď. Pro červencové a srpnové předpovědi jsou výsledky ve více než polovině let téměř stejné nebo horší.

Zjištěné výsledky ukazují potenciál pro výběr menšího počtu „věrohodnějších“ členů z ansámblu dlouhodobých

předpovědí, zejména pro teplotu vzduchu. Takové snížení počtu vstupních dat pro přípravu dlouhodobé předpovědi počasí by výrazně snížilo náročnost přípravy. Jsou však potřebné další analýzy. Výpočty budou rozšířeny i pro další roční období (nejprve zimní), a také o experimenty s nastavováním kritérií pro výběr vhodných členů ansámblu, například i v závislosti na jejich dalším využití.

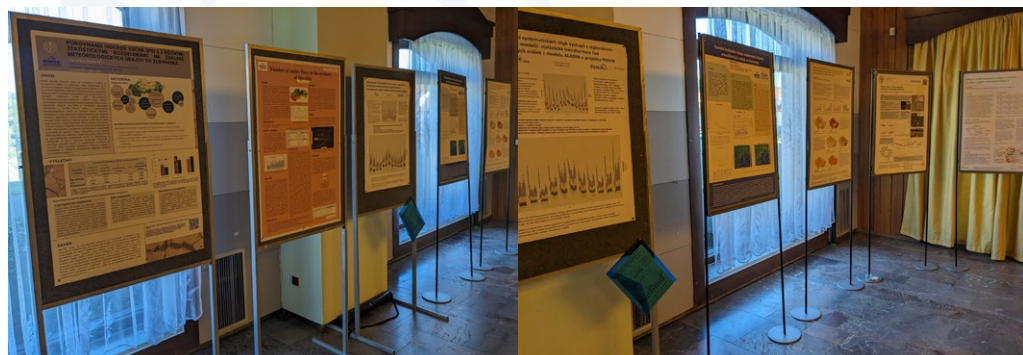
*Stanislava Kliegrová a Ladislav Metelka (ČHMÚ),  
Michal Belda (MFF UK),  
Petr Štěpánek (ÚVGZ, ČHMÚ)*

## První konference PERUN

Pořádání seminářů a konferencí je jednou z příležitostí, jak mohou řešitelé projektů sdílet s veřejností aktuální informace a výsledky daného projektu, ale také na základě diskuzí mohou navázat nové kontakty a pokusit se najít řešení právě k probíraným tématům.

Po dvou úspěšných seminářích (první seminář se konal v klášteře Želiv [https://www.perun-klima.cz/downloads/newsletter\\_01.pdf](https://www.perun-klima.cz/downloads/newsletter_01.pdf)) a druhý v hotelu Jezerka v Seči) zaměřených na seznámení se samotným projektem a dosavadními výstupy jsme uspořádali První konferenci projektu PERUN. Konference probíhala ve dnech 16. až 18. října ve Vzdělávacím a informačním centru Floret v Průhonicích u Prahy. Jednalo se o pozoruhodné setkání hlavních řešitelů a veřejnosti, která se zajímá o řešenou problematiku. O důležitosti tématu dopadů klimatických změn nasvědčuje i počet registrovaných účastníků a přihlášených příspěvků. Celkově bylo registrováno přes 70 účastníků z řad řešitelů, neřešitelů a kolegů ze Slovenska. Bylo přihlášeno 25 odborných přednášek a 12 prezentací ve formě posterů věnované průběžným výsledkům projektu PERUN.

Hlavním cílem této první konference bylo nejen vzájemně informování řešitelů o průběžných výstupech, ale i seznámení veřejnosti o aktuálním stavu řešených témat v rámci jednotlivých hlavních a dílčích cílů projektu PERUN.



Obr. 7 Posterová sekce na První konferenci projektu PERUN (16.–18. října, Průhonic, Vzdělávací a informační centru Floret)



Obr. 8 Úvodní slovo hlavního řešitele (R. Tolasz) na První konferenci projektu PERUN (16.–18. října, Průhonic, Vzdělávací a informační centru Floret)

Třídenní konference byla rozdělena do 4 tematických bloků. První blok konference s názvem Modelování, validace, scénáře změny klimatu, sezónní predikce představil výpočty reanalýz a scénáře modelu ALADIN-CLIMATE/CZ, analýz nejistot projekcí klimatické změny, nebo verifikace a validace srážek z reanalýz ALADIN-CLIMATE/CZ.

V rámci druhého bloku s názvem Rizika hydrometeorologických jevů, dopady změny klimatu, biometeorologické aspekty, návrhové srážky řešitelé seznámili publikum s tématy zaměřené například na rajonizaci kategorií vybraných hydrometeorologických jevů, možné dopady změny klimatu, nebo měření a vyhodnocení srážek za různých podmínek.

Tématem třetího bloku konference bylo sucho, a jak to vypadá se zdroji podzemních a povrchových vod v České republice. Posluchačům bylo například přiblíženo zahájení provozu nového Informačního systému o stavu a vývoji sucha na území České republiky nebo jaký byl historický vývoj hladin podzemní vody ve vybraných oblastech.

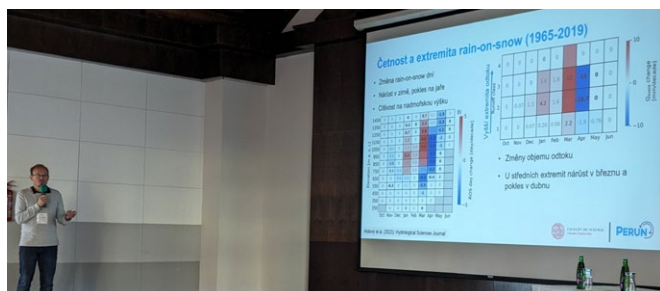




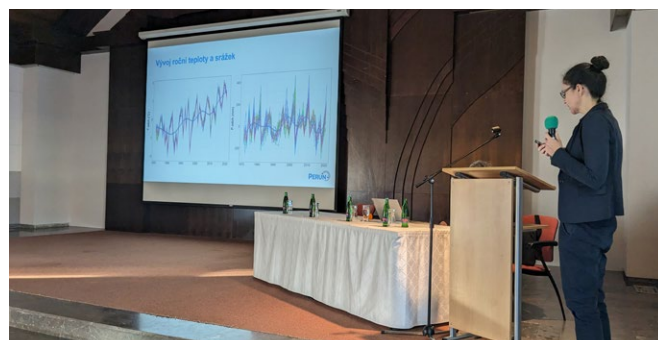
Obr. 9 Přednáška na téma Srážky podle PERUNa (P. Zacharov) na První konferenci projektu PERUN (16.–18. října, Průhonice, Vzdělávací a informační centru Floret)



Obr. 11 Přednáška na téma Výstražné informace a místní směrodatné limity v systému HAMR (A. Vizina) na První konferenci projektu PERUN (16.–18. října, Průhonice, Vzdělávací a informační centru Floret)



Obr. 10 Přednáška na téma CAMELS-CZ: Databáze atributů povodí pro hydrologické a klimatologické studie na velkém vzorku malých povodí (M. Jeníček) na První konferenci projektu PERUN (16.–18. října, Průhonice, Vzdělávací a informační centru Floret)



Obr. 12 Přednáška na téma Změny ve vydatnosti pramenů na území Česka v letech 1971–2020 (O. Ledvinka, A. Lamačová) na První konferenci projektu PERUN (16.–18. října, Průhonice, Vzdělávací a informační centru Floret)

Témata týkající se kvality povrchových vod, rizik v krajině, vlivu srážko-odtokového režimu na kvalitu vody vybraných toků nebo pasivního vzorkování vod uzavřela poslední blok třídenní konference projektu PERUN.

Po skončení konference byl vydán recenzovaný sborník příspěvků, kdy se nám podařilo pro tento sborník i jednotlivé příspěvky získat doi index. Sborník a jednotlivé příspěvky jsou online ke stažení zde: <https://doi.org/10.59984/978-80-7653-063-8>.

Informace o konferenci jsou k dispozici na webové stránce <https://www.perun-klima.cz/konference/>.

Eliška Polcarová,  
Veronika Šustková (ČHMÚ)

## Projektové publikace

Projekty financované z veřejných peněz mají povinně stanovené výstupy, které musí být v průběhu řešení projektu připraveny. Ve vědecké komunitě je běžné výsledky publikovat a z projektu PERUN by mělo takových publikací vzniknout minimálně 36, několik souhrnných výzkumných zpráv a metodik. Zatím je k dispozici 34 publikací v kategorii recenzovaný odborný článek (Jimp, Jsc a Jost, seznam pro rok 2023 níže) a 11 výzkumných zpráv (jedna z roku 2022 byla v roce 2023 aktualizována).

Ghisi, T., Fischer, M., Kowalska, N., Jocher, G., Orság, M., Bláhová, M., Nieto, H., Homolová, L., Žalud, Z., Trnka, M., 2023. Faster evapotranspiration recovery compared to canopy development post clearcutting in a floodplain forest. *Forest Ecology and Management*, **532**, 120828, ISSN 0378-1127. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120828>

Hájková, L., Možný, M., Oušková, V., Bartošová, L., Dížková, P., Žalud, Z., 2023. Increasing Risk of Spring Frost

Occurrence during the Cherry Tree Flowering in Times of Climate Change. *Water*, **15**, 497. <https://doi.org/10.3390/w15030497>

Hájková, L., Možný, M., Oušková, V., Musilová, A., Vlach, V., Dížková, P., Bartošová, L., Žalud, Z., 2023. Common snowdrop as a climate change bioindicator in Czechia. *Int J Biometeorol*, **67**:465–473. <https://doi.org/10.1007/s00484-023-02426-2>

Hájková, L., Možný, M., Oušková, V., Žalud, Z., 2023. Change in *Carpinus betulus* flowering in the Czech Republic. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **38**(7-8), 506-5012. <https://doi.org/10.1080/02827581.2023.2245334>

Havlíková, P., Mrkva, L., Chuman, T., Janský, B., 2023. Surface water quality in the rural catchment of the Šlapanka River, Czechia: change over time. *Envi Earth Sci*, **82**:379, <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11067-y>

- Hotovy, O., Nedelcev, O., Jenicek, M., 2023. Changes in rain-on-snow events in mountain catchments in the rain-snow transition zone. *Hydrological Sciences Journal*, **68**, 4, 572-574 pp. <https://doi.org/10.1080/02626667.2023.2177544>
- Hynčica, M., Novák, M., Procházková, S., 2023. Trends and climatology of UTCI in the Czech Republic. *Environmental Sciences Proceedings*, **26**, 1, 31. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2023026031>
- Kašpar, M., Müller, M., Bližňák, V., Valeriánová, A., 2023. CZEXWED: The unified Czech extreme weather database. *Weather and Climate Extremes*, **39**, 100540. ISSN 2212-0947, <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100540>
- Langhammer, J., 2023. Flood Simulations Using a Sensor Network and Support Vector Machine Model. *Water*, **15**(11), 2004. <https://doi.org/10.3390/w15112004>
- Lendzioch, T., Langhammer, J., Sheshadrivasan, V. K., 2023. Automated mapping of the mean particle diameter characteristics from UAV-imagery using the CNN-based GRAINet model. *Journal of Hydroinformatics*, **25**(5), 1861–1883. <https://doi.org/10.2166/hydro.2023.079>
- Mozny, M., Hajkova, L., Vlach, V., Ouskova, V., Musilova, A., 2023. Changing Climatic Conditions in Czechia Require Adaptation Measures in Agriculture. *Climate*, **11**, 210. <https://doi.org/10.3390/cli11100210>
- Mozny, M., Trnka, M., Vlach, V. et al., 2023. Climate-induced decline in the quality and quantity of European hops calls for immediate adaptation measures. *Nature Communications*, **14**, 6028. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41474-5>
- Procházková, J., Šustková, V., Jiráček, J., Tesař, M., 2023. Význam a problematika automatického měření sněhové pokrývky - studie pro oblast Šumavy. *Meteorologické zprávy*, **76**(3), 73-83. ISSN 0026-1173. [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2023/MZ\\_03\\_2023.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2023/MZ_03_2023.pdf)
- Smolíková, P., Vivoda, J., 2023. Stability Properties of the Constant Coefficients Semi-Implicit Time Schemes Solving Nonfiltering Approximation of the Fully Compressible Equations. *Mon. Wea. Rev.*, **151**, 1797–1819. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-22-0125.1>
- Tolasz, R., Polcarová E. (Eds.), 2023. Sborník příspěvků z 1. Konference projektu PERUN (TA ČR, SS02030040). ČHMÚ, Praha, 301 s., ISBN 978-80-7653-063-8. <https://doi.org/10.59984/978-80-7653-063-8>
- Torbenson, M. C. A., Büntgen, U., Esper, J., Urban, O., Bialek, J., Reinig, F., Krusic, P. J., Martinez del Castillo, E., Brázdil, R., Semerádová, D., Štěpánek, P., Pernicová, N., Kolář, T., Rybníček, M., Koňasová, E., Arbelaez, J., Trnka, M., 2023. Central European agroclimate over the past 2,000 years. *Journal of Climate*, **36**:13, pp. 4429-4441. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-22-0831.1>
- Unucka, J., Kamínková, A., 2023. Aplikace pro parametrizaci a automatizaci srážkoodtokového modelu HEC-HMS, VTEI – *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, **65**, 4, 14-17. <https://doi.org/10.46555/VTEI.2023.05.001>
- Urban, G., Richterová, D., Kliegrová, S., Zusková, I., 2023. Reasons for shortening snow cover duration in the Western Sudetes in light of global climate change. *International Journal of Climatology*, **43**, 5485–5511. <https://doi.org/10.1002/joc.8157>
- Zahradníček, P., Brázdil, R., Řehoř, J. et al., 2023. Past and present risk of spring frosts for fruit trees in the Czech Republic. *Theor Appl Climatol*. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04671-2>

## Řešitelé projektu pro veřejnost – 2. pololetí 2023

### Rozhovory řešitelů v médiích

- 11. července 2023, Progresus, Rozhovor o klimatologii a klimatu, <https://www.youtube.com/watch?v=wsx8Ej4DveM> (Tolasz)
- 14. července 2023, Respekt.cz, Rozhovor “Některé druhy se extrémnímu nárůstu teplot nestihnou přizpůsobit”, <https://www.respekt.cz/rozhovor/nektere-druhy-se-extremnimu-narustu-teplot-nestihnou-prizpusobit> (Tolasz)
- 20. července 2023, ČT24, Sucho na českých tocích, <https://www.ceskatelevize.cz/porady/10101491767-studio-ct24/223411058310720/> (Jeníček)
- 21. července 2023, ČT24, Teplotní extrémy v ČR a ve světě (Müller)
- 22. července 2023, Respekt.cz, Rozhovor „Příliš žhavá budoucnost“, <https://www.respekt.cz/tydenik/2023/30/prilis-zhava-budoucnost> (Tolasz)
- 23. července 2023, SeznamZpravy.cz, Rozhovor, [https://www.seznamzpravy.cz/clanek/domaci-rhodos-na-dovolenou-budeme-jezdit-spise-do-svedska-rika-k-pozarum-klimatolog-234492#utm\\_content=ribbonnews&utm\\_term=tolasz&utm\\_medium=hint&utm\\_source=search.seznam.cz](https://www.seznamzpravy.cz/clanek/domaci-rhodos-na-dovolenou-budeme-jezdit-spise-do-svedska-rika-k-pozarum-klimatolog-234492#utm_content=ribbonnews&utm_term=tolasz&utm_medium=hint&utm_source=search.seznam.cz) (Tolasz)
- 27. července 2023, EuroZprávy, Rozhovor „El Nino“, <https://eurozpravy.cz/pocasi/el-nino-neovlivnuje-soucasne-extremni-pocasi-vysvetlil-klimatolog-tolasz-pro-vez-projevit-se-muze-za-dlouho.t9sy24gc> (Tolasz)
- 27. července 2023, Denik.sk, Teploty moří a AMOC, <https://dennikn.sk/3493500/v-50-rokoch-vraj-skolabuje-prudenie-v-atlantiku-ale-nova-studia-kritikov-nepresvedcila/?ref=list> (Tolasz)



- 28. července 2023, ČT24, Stav sucha v Česku (Janský)
- 30. července 2023, iDnes, Rozhovor, [https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/pocasi-globalni-oteplivani-krajina-cesko-puda-eroze-voda-teplo-klimatolog-radim-tolasz.A230717\\_112659\\_domaci\\_svm](https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/pocasi-globalni-oteplivani-krajina-cesko-puda-eroze-voda-teplo-klimatolog-radim-tolasz.A230717_112659_domaci_svm) (Tolasz)
- 2. srpna 2023, Forbes, Rozhovor „Klima se měnilo vždy“, <https://forbes.cz/ze-se-klima-meni-prekvapeni-neni-ale-deje-se-to-moc-rychle-rika-klimatolog-prazdniny-by-detem-prodlouzil/> (Tolasz)
- 6. srpna 2023, SeznamZpravy.cz, Nejlepší scénář jsme propásli. Superpočítač předvídá vývoj klimatu v Česku, <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/domaci-zivot-v-cesku-nejlepsi-scenar-jsmo-propasli-superpocitac-predvidavyyvoj-klimatu-v-cesku-234455> (Brožková)
- 9. srpna 2023, HN, Zamyšlení nad letošním červencem, <https://archiv.hn.cz/c1-67231350-svet-si-mysli-ze-musi-nejdriv-resit-valky-a-epidemie-ale-i-za-nimi-stoji-zmena-klimatu> (Tolasz)
- 15. srpna 2023, ČT24, Tepelný ostrov města, mitigace, adaptace (Halenka)
- 17. srpna 2023, ČRo Radiožurnál, 20 minut, <https://www.mujozhlaz.cz/dvacet-minut-radiozurnalu/klimaticka-zmena-v-cesku-dotyka-se-nas-par-extremnich-projevu-bude-ale> (Tolasz)
- 17. srpna 2023, ČT24, Interview, <https://www.ceskatelevize.cz/porady/10095426857-interview-ct24/223411058040817>, <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/3608178-vyspele-zeme-extremy-zvladnou-do-pohybu-se-ale-da-miliarda-lidi-varuje-klimatolog> (Tolasz)
- 26. září 2023, CNN Prima News, Vrací se El Niño, <https://cnn.iprima.cz/el-nino-413248> (Tolasz)
- 4. října 2023, iDnes, Na podzim teploty kolísají, [https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/klima-vedra-horka-tolasz-pocasi-chmu-el-nino-rijen.A231003\\_160838\\_domaci\\_zof](https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/klima-vedra-horka-tolasz-pocasi-chmu-el-nino-rijen.A231003_160838_domaci_zof) (Tolasz)
- 9. října 2023, VTEI, Rozhovor, <https://www.vtei.cz/2023/10/rozhovor-s-rndr-radimem-tolaszem-ph-d-klimatologem-ceskeho-hydrometeorologickeho-ustavu/> (Tolasz)
- 3. listopadu 2023, RTVS Bratislava, Zasolování vody ve světě, růst výparu vody (Janský)
- 5. prosince 2023, ČRo, Sucho v Amazonii (Janský)
- 6. prosince 2023, ČT24, WMO: zpráva o škodách extrémů počasí (Müller)
- 17. prosince 2023, Respekt, Začátek konce éry fosilních paliv, nebo slabá dohoda plná děr? <https://www.respekt.cz/podcasty/zacatek-konce-ery-fosilnich-paliv-nebo-slabadohoda-plna-der> (Tolasz)
- 27. prosince 2023, ČRo Hradec Králové, Námraza, náledí či ledovka mají společné, že při nich můžeme uklouznout. Ale vznikají jinak. Jak? <https://hradec.rozhlas.cz/namraza-naledi-ci-ledovka-maji-spolecne-ze-pri-nich-muzeme-uklouznout-ale-9142609> (Kliegrová)

## Přednášky a akce pro veřejnost

- 17. srpna 2023, Tisková konference ČHMÚ/MŽP, Prezentace a větší množství rozhovorů a reakcí pro média (několik řešitelů)
- 18. října 2023, přednáška Kde leží duha pro učitele fyziky na Ped. F. JČU (Zacharov)
- 19. října 2023, přednášky Kde leží duha a Kdy potkám tornádo pro studenty Gymnázia J. Patočky, Praha (Zacharov)
- 11. října 2023, Domov u Biřičky, Hradec Králové, Hydrometeorologická pozorování ČHMÚ (Kliegrová)
- 7. listopadu 2023, UP FF Olomouc, IPCC a klimatická diplomacie (Tolasz)
- 7. – 11. listopadu, Týden Akademie, přednášky a Den otevřených dveří pro školy a veřejnost (ÚFA)
- 13. listopadu 2023, Veřejná knihovna Hradec Králové, Panelová diskuse, <https://klima.clovekvitisi.cz/veronika-ambrozy-v-roce-2100-budou-nazivu-nase-deti-a-my-uz-dnes-urcujeme-jak-to-tu-bude-vypadat-10972gp> (Tolasz)
- 13. listopadu 2023, RECETOX Brno, Přednáška a beseda (Tolasz)
- 16. listopadu 2023, Odborně technický seminář ČHMÚ ve spolupráci s ČMeS a SMeS (ČHMÚ, 72 účastníků) „Výstupy projektu PERUN (TA ČR)“
- 24. listopadu 2023, Přeštice, Přednáška pro starosty okolních obcí a studenty FHS UK, Zadržování vody v krajině (Janský)
- 9. prosince 2023, Přednáška Cumulonimbus, oblak neznámý i známý, studenti Contipro

**T A** Tento projekt je spolufinancován se státní podporou  
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního  
prostředí v rámci **Programu Prostředí pro život.**  
**Č R**

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz) [www.mzp.cz](http://www.mzp.cz)

Newsletter Perun 05/2024

Vydává: Projekt PERUN (TA ČR SS02030040)

Adresa: ČHMÚ, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4

[www.perun-klima.cz](http://www.perun-klima.cz), © ČHMÚ, @perun\_klima, [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)

Foto: archiv vydavatele, Adobe Stock

Ministerstvo životního prostředí