

VALERIÁNOVÁ, A., 2023. Změny v četnosti výskytu a intenzity vybraných extrémních meteorologických jevů vedoucích k rizikům na území ČR mezi obdobími 1961–1990 a 1991–2020. In: TOLASZ, R., POLCAROVÁ, E. (Eds.), 2023. Sborník příspěvků z 1. Konference projektu PERUN (TA ČR, SS02030040). Praha: ČHMÚ, 144–151, ISBN 978-80-7653-063-8.
<https://doi.org/10.59984/978-80-7653-063-8.19>

Změny v četnosti výskytu a intenzity vybraných extrémních meteorologických jevů vedoucích k rizikům na území ČR mezi obdobími 1961–1990 a 1991–2020

(Changes in the Frequency and Intensity of Selected Extreme Meteorological Phenomena Leading to the Risk in the Czech Republic between the Period 1961–1990 and 1991–2020)

Anna Valeriánová, Český hydrometeorologický ústav, anna.valerianova@chmi.cz

Abstrakt: Zpráva Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) „Europe's changing climate hazards – an index-based interactive EEA report“ definuje pro oblast Evropy 16 rizik spojených se změnou klimatu, které jsou přiřazené k 6 typům rizik dle identifikace Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC) v Šesté hodnotící zprávě. Z uvedených oblastí jsou pro území České republiky relevantní rizika spojená s výskytem extrémní teploty vzduchu a změnami průměrné teploty vzduchu, změny srážkového režimu a výskyt extrémních srážek, výskyt sucha, výskyt počasí vhodného pro vznik požárů, změny v proudění vzduchu a výskyt extrémního větru, změny sněhové pokrývky. V příspěvku se zaměříme na hodnocení změn výskytu extrémně vysoké teploty vzduchu a extrémního větru na území ČR mezi obdobími 1961–1990 a 1991–2020. Budeme analyzovat změnu četnosti výskytu těchto jevů, vyhodnotíme jejich trend a intenzitu.

Klíčová slova: extrémně vysoká teplota vzduchu – vlna veder – extrémní vítr

Abstract: The European Environment Agency (EEA) report "Europe's changing climate hazards – an index-based interactive EEA report" defines 16 climate change risks for Europe, which are assigned to the 6 types of risk identified by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in the Sixth Assessment Report. Of the above-mentioned areas, the relevant risks for the territory of the Czech Republic are associated with the occurrence of extreme air temperature and changes in average air temperature, changes in precipitation regime and occurrence of extreme precipitation, occurrence of drought, occurrence of weather suitable for fires, changes in air flow and occurrence of extreme wind, changes in snow cover. In my contribution, I focus on assessment of changes in the occurrence of extremely high air temperature and extreme wind in the Czech Republic between 1961–1990 and 1991–2020. The changes in the frequency of occurrence of these phenomena have been evaluated and the trend and intensity studied.

Key words: extreme air temperature – heat waves – extreme wind speed

1. Úvod

Vyhodnocení změn v četnosti výskytu hydrometeorologických jevů vedoucích k vzniku rizika je důležité pro tvorbu adaptačních opatření vůči skutečné nebo předpokládané změně klimatu a jejím dopadům.

Období s extrémně vysokou teplotou vzduchu představují zátěž pro živé organizmy, jsou náročná pro sektor energetiky a bývají spojená s dalšími riziky – dlouhotrvající období s vysokou teplotou vzduchu bývají doprovázena obdobím sucha, což může vést k nedostatku vody, případně ve spojení s dalšími meteorologickými podmínkami mohou vést k vyššímu nebezpečí vzniku požárů. Větrné bouře se významnou měrou podílejí na škodách způsobených přírodními živly (Hov et al. 2013).

2. Data

Pro hodnocení četnosti a intenzity výskytu extrémně vysoké teploty vzduchu a extrémního větru byla využita data denní maximální a minimální teploty vzduchu a denní maximální rychlosti větru naměřená na stanicích ve správě ČHMÚ za období 1961–2020. Tato data jsou archivována v klimatologické databázi CLIDATA a prošla všemi stupni kontroly.

Pro zpracování indexů charakterizujících výskyt extrémně vysoké teploty vzduchu byla využita data denní maximální a minimální teploty vzduchu ze stanic, které za období 1961–2020 pozorovaly alespoň 50 let (102 stanic). Do zpracování prostorového rozložení počtu dní s maximální a minimální teplotou vzduchu nad stanovenou mez vstupovala data ze stanic, které za období 1961–1990 (1991–2020) měly dostupná data za alespoň 26 let. S ohledem na nižší dostupnost dat měření rychlosti větru byla do hodnocení extrémního větru za období 1961–2020 použita data pouze z 24 stanic s dobou měření 40 let a více.

3. Metoda

Pro hodnocení výskytu extrémně vysoké teploty vzduchu byly použity následující indexy:

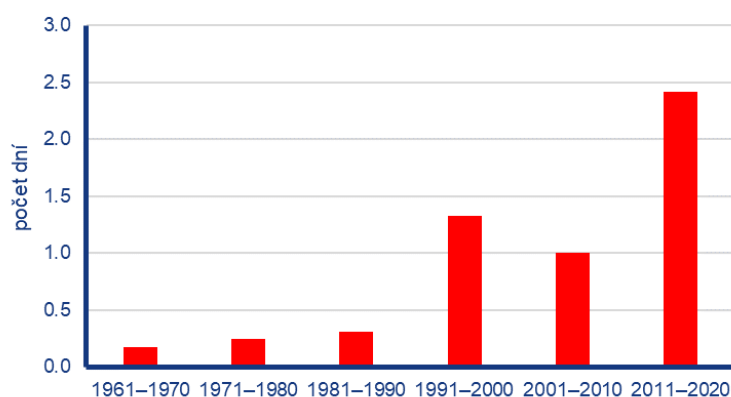
- Počet dní s maximální denní teplotou vzduchu alespoň 34 °C (dále označené jako *TMA34*). Limit 34 °C odpovídá II. stupni nebezpečí pro výstrahy na výskyt velmi vysokých teplot v rámci Systému integrované výstražné služby.
- Počet dní s minimální denní teplotou vzduchu alespoň 20 °C (dále označené jako *TMI20*). Tyto dny jsou označovány jako dny s tropickou nocí, vyskytují se zejména v průběhu horkých vln.
- Počet a délka trvání vln veder: Pro extrémní vlny veder, tzv. heat waves, byla použita definice vlny veder (horké vlny) jako období, kdy maximální denní teplota vzduchu dosáhla alespoň 30 °C po dobu aspoň 3 po sobě jdoucích dnů.
- Pro hodnocení změn v četnosti výskytu extrémního větru jsme vycházeli z doporučení WMO, podle kterého mezi nebezpečné meteorologické jevy je zařazen vítr dosahující rychlosti od 17,2 m·s⁻¹ (tj. vítr od 8. stupně Beaufortovy stupnice). Hodnocen byl počet dní s denní maximální rychlostí větru 17 m·s⁻¹.

Pro jednotlivé stanice byly vypočteny základní klimatologické charakteristiky (průměrný a maximální počet dní), pro hodnocení trendu byl dle doporučení (Tank et al. 2009) spočten průměr pro ČR ze stanic, které pozorovaly celé období 1961–2020 bez přerušení. Trend byl stanoven lineárním regresním modelem využívajícím k odhadu parametrů metodu nejmenších čtverců. Statistická významnost trendu byla testovaná pomocí Mann–Kendallova testu pro hladinu významnosti 5 %.

4. Rizika spojená s extrémně vysokou teplotou

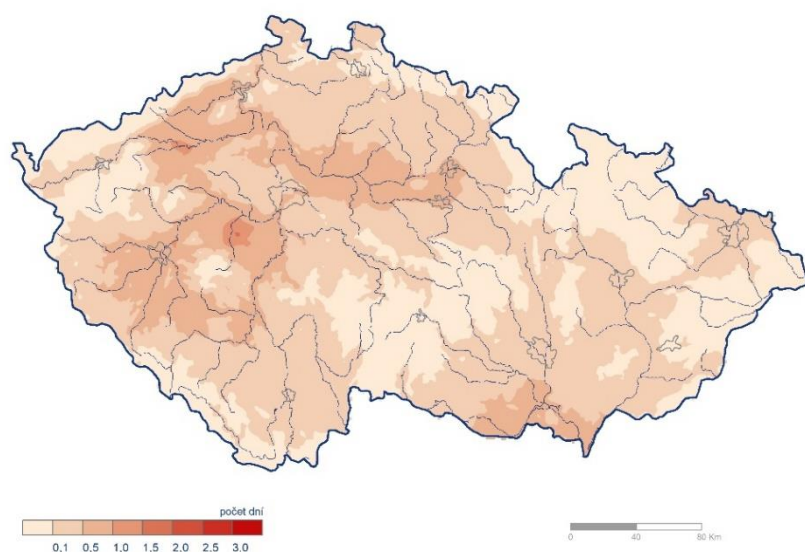
4.1 Dny s maximální teplotou vzduchu alespoň 34 °C

Dny *TMA34* se na území ČR v období 1961–2020 vyskytovaly zejména v letních měsících červnu až srpnu, ojedinělý výskyt byl zaznamenán koncem května a na začátku září. Oblasti s nejvyšším průměrným počtem dní *TMA34* se nacházejí na jihu Moravy a v oblasti Polabské nížiny, v Praze, Plzni a jejich okolí, téměř se nevyskytují ve vyšších a horských polohách. Vyšší počty těchto dní jsou pozorovány v období od 90. let minulého století (obr. 1).

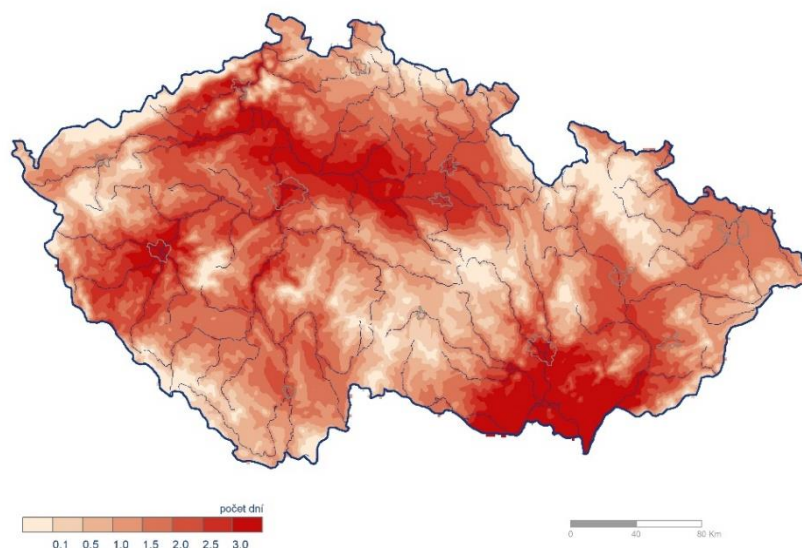


Obr. 1 Průměrný roční počet dní TMA34 na území ČR za jednotlivé dekády v období 1961–2020.
Fig. 1 Annual average number of TMA34 days over the CZ for decades for the period 1961–2020.

Průměrný roční počet dní TMA34 pro území ČR v období 1961–1990 činí 0,3 dne s maximem ročního průměru 1,5 dne (rok 1983). V období 1991–2020 potom průměrný roční počet těchto dní činí 1,6 dne s maximem 10,4 dne (rok 2015). Nárůst průměrného ročního počtu dní TMA34 mezi těmito obdobími činí ca 1,4 dne, v nižších polohách 2 dny. Statisticky významný trend nárůstu počtu dní TMA34 v období 1961–2020 je pozorován pro červenec a rok. Hodnota tempa růstu ročního počtu dní TMA34 dosahuje 0,39 dne za 10 let.



Obr. 2 Průměrný roční počet dní TMA34 za období 1961–1990.
Fig. 2 Average annual number of the TMA34 days for the period 1961–1990.



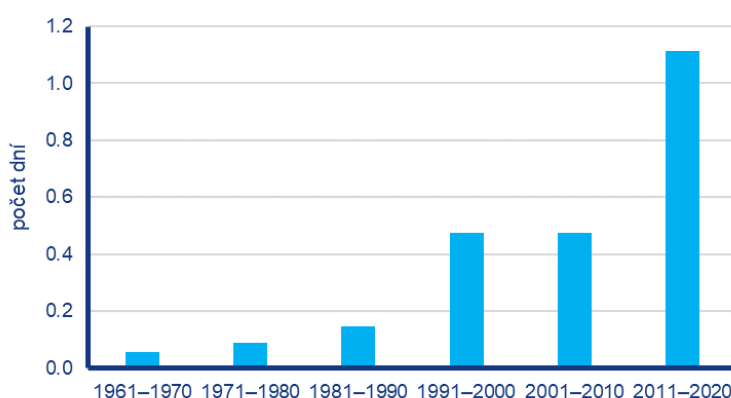
Obr. 3 Průměrný roční počet dní TMA34 za období 1991–2020.

Fig. 3 Average annual number of the TMA34 days for the period 1991–2020.

4.2 Dny s tropickou nocí (minimální teplota vzduchu alespoň 20 °C)

Dny *TMI20* se nejčastěji na území ČR v období 1961–2020 vyskytovaly v letních měsících červnu až srpnu, méně častý výskyt byl zaznamenán i v květnu a září. Výskyt dní *TMI20* je poměrně vzácný, převážně se roční počty těchto dní pohybují v závislosti od mikroklimatu stanice od 0 do 10 dní, vyšší počty tropických nocí se vyskytují ve větších městských aglomeracích. Na stanici Praha, Klementinum počet tropických nocí dosáhl v roce 2015 až 27 dní.

Na obr. 4 je patrný značný nárůst počtu tropických nocí na území ČR v poslední dekádě 2011–2020.

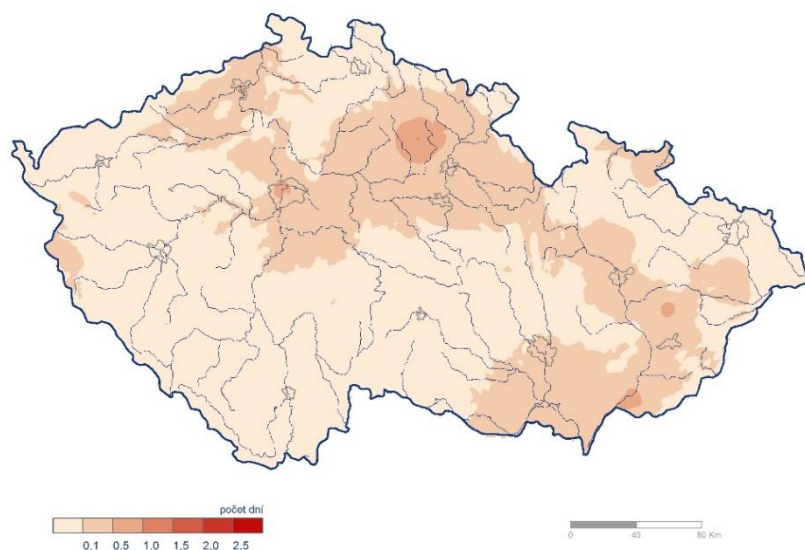


Obr. 4 Průměrný roční počet dní *TMI20* na území ČR za jednotlivé dekády v období 1961–2020.

Fig. 4 Annual average number of *TMI20* days over the CZ for decades for the period 1961–2020.

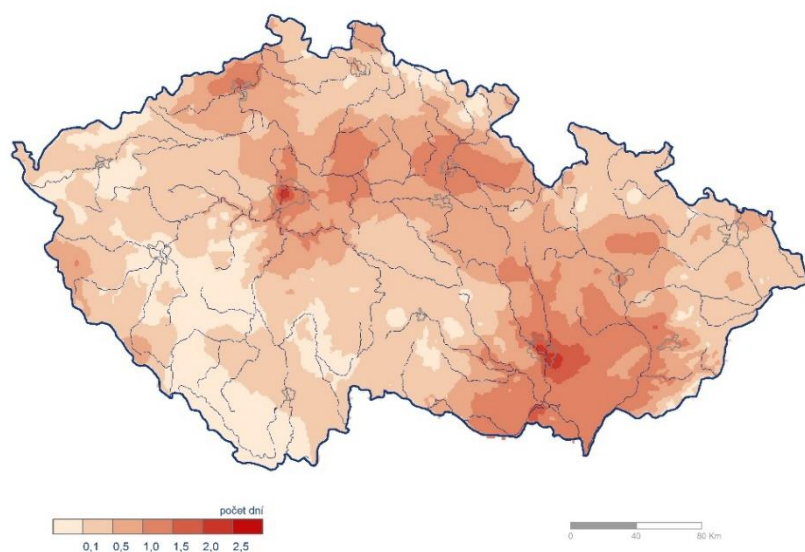
Průměrný roční počet dní *TMI20* na jednotlivých stanicích v období 1961–1990 činí 0,1 dne s maximem ročního průměru 0,4 dne (rok 1983). V období 1991–2020 potom roční průměr činí 0,7 dne s maximem 3,7 dne (rok 2015). Nárůst průměrného ročního počtu dní *TMI20* mezi těmito obdobími činí ca 0,5 dne, ve velkých městech dosahuje 2 dny (Praha, Klementinum).

Statisticky významný trend u počtu dní *TMI20* v období 1961–2020 je pozorován pro červenec, srpen a rok. Hodnota tempa růstu ročního počtu dní *TMI20* dosahuje 0,18 dne za 10 let.



Obr. 5 Průměrný roční počet dní *TMI20* za období 1961–1990.

Fig. 5 Average annual number of the *TMI20* days for the period 1961–1990.



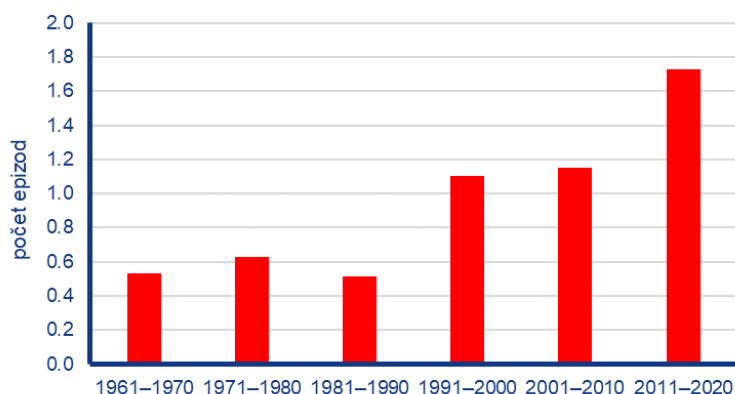
Obr. 6 Průměrný roční počet dní *TMI20* za období 1991–2020.

Fig. 6 Average annual number of the *TMI20* days for the period 1991–2020.

4.3 Extrémní vlny vedra

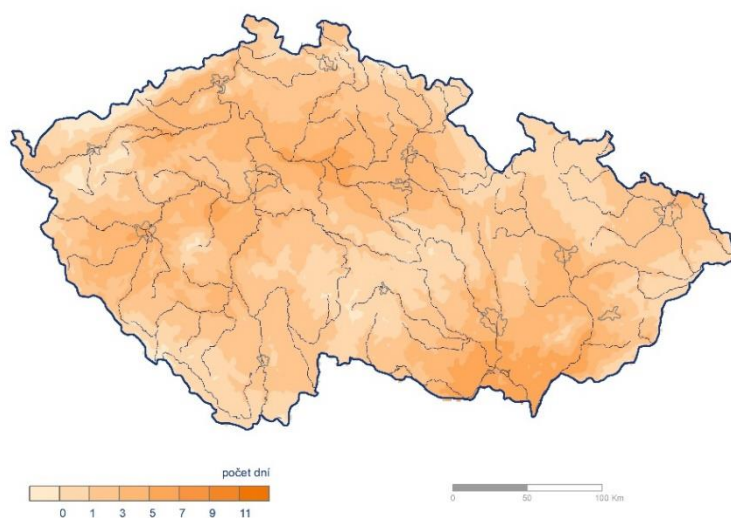
Vlny vedra se nejčastěji na území ČR v období 1961–2020 vyskytovaly v letních měsících červnu až srpnu, méně často v květnu a září. Vyšší výskyt vln vedra pozorujeme v nižších polohách na jihu Moravy, v Polabské nížině a v Poohří. Vlny vedra dle použité definice nebyly zaznamenány v horských polohách nad 1000 m n. m. V období 1991–2020 byl zaznamenán vyšší výskyt epizod vln vedra než v období 1961–1990 (obr. 7), prodlužuje se také doba trvání jednotlivých epizod. Zatímco v období 1961–1990 byl průměrný roční počet epizod vln vedra

pro území ČR 0,6 epizody a průměrný roční počet dní s vlnou vedra činil 2,3 dne (v letech 1977 a 1980 nebyla vlna vedra zaznamenána), v období 1991–2020 byl průměrný roční počet epizod 1,3 a průměrný roční počet dní s vlnou vedra činil 6 dní. V období 1961–1990 bylo 55 % vln vedra v délce trvání 3 dny, 28 % epizod vln vedra mělo délku trvání 4 dny, 5 a více dní trvalo 17 % epizod. Nejdelší epizoda v roce 1976 trvala 10 dní. V období 1991–2020 mělo délku trvání 3 dny 49 % vln vedra, 24 % epizod trvalo 4 dny a zbytek epizod (27 %) mělo délku trvání 5 a více dní. V roce 1994 dosáhla maximální délka trvání vlny vedra na jižní a střední Moravě 17 až 19 dní a v roce 2018 17 až 18 dní.



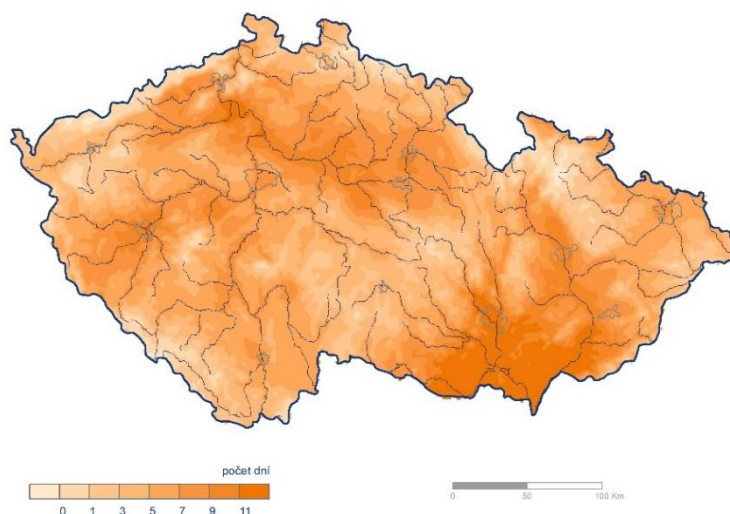
Obr. 7 Průměrný roční počet epizod vln vedra na území ČR za jednotlivé dekády v období 1961–2020.

Fig. 7 Annual average number of heat waves episodes over the CZ for decades for the period 1961–2020.



Obr. 8 Průměrný roční počet dní v epizodách vln vedra za období 1961–1990.

Fig. 8 Annual average number of days in heat waves episodes for the period 1961–1990.



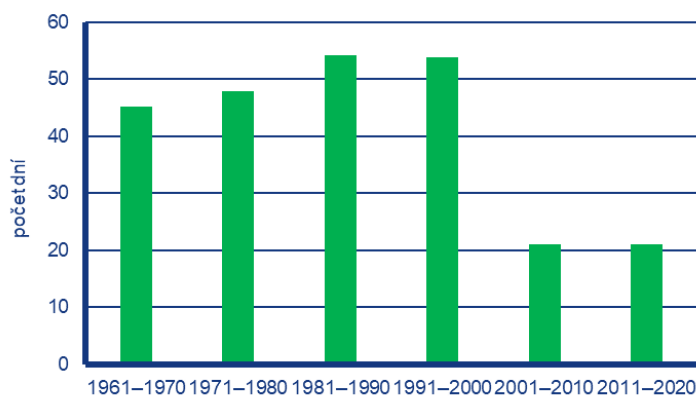
Obr. 9 Průměrný roční počet dní v epizodách vln vedra za období 1991–2020.

Fig. 9 Annual average number of days in heat waves episodes for the period 1991–2020.

5. Rizika spojená se změnou proudění

5.1 Dny s maximální rychlostí větru $17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a více

Pro stanice s nadmořskou výškou do 700 m n. m. se průměrný roční počet dní s maximální rychlostí větru $17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a více pohybuje nejčastěji mezi 10 až 60 dny. Vyšší četnost těchto dní pozorujeme u horských stanic, kdy se v závislosti na poloze stanice pohybuje nejčastěji mezi 40 až 120 dny. V období od druhé poloviny 90. let minulého století je pozorován výrazný pokles počtu dní s maximální rychlostí větru $17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a více (obr. 10).



Obr. 10 Průměrný počet dní s maximální rychlostí větru $17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a více na území ČR za jednotlivé dekády 1961–2020 (stanice do 700 m n. m.).

Fig. 10 Annual average number of days with maximum wind speed over $17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ over the CZ for decades for the period 1961–2020 (only stations with altitude up to 700 m a.s.l.).

6. Závěr

V období 1991–2020 pozorujeme na území ČR nárůst počtu dní s extrémně vysokou teplotou vzduchu v porovnání s obdobím 1961–1990, prodlužuje se délka epizod vln vedra. V poslední dekádě 2011–2020 byl pozorován výrazný nárůst výskytu tropických nocí. Výsledky

zpracování dní s maximální rychlostí větru nad stanovenou mez jsou v souladu s pozorovaným poklesem průměrné rychlosti vzduchu na území ČR na začátku 90. let minulého století (Brázdil et al. 2009). Při interpretaci těchto výsledků je nutné zahrnout vliv změn v pozorování a měření rychlosti větru, které souvisí s automatizací staniční sítě ČHMÚ.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl s podporou TA ČR, projektu SS02030040 „Predikce, hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha a změny klimatu v Česku (PERUN)“.

Literatura

BRÁZDIL, R., CHROMÁ, K., DOBROVOLNÝ, P., TOLASZ, R., 2009. Climate fluctuations in the Czech Republic during the period 1961–2005. *Int. J. Climatol.*, **29**(2), 223–242.

<https://doi.org/10.1002/joc.1718>

HOV, Ø., et al., 2013. Extreme Weather Events in Europe: preparing for climate change adaptation. Norwegian Meteorological Institute, ISBN 978-82-7144-100-5.

TANK, A., ZWIERS, F., ZHANG, XUEBIN, 2009. Guidelines on Analysis of Extremes in a Changing Climate in Support of Informed Decisions for Adaptation. WMO-TD No. 1500, 2009.