

VYHODNOCENÍ VYBRANÝCH TEPLOTNÍCH CHARAKTERISTIK VE VEGETAČNÍM OBDOBÍ NA ÚZEMÍ ČR V OBDOBÍ 1961–2010

Lenka Hájková¹⁾ – Věra Kožnarová²⁾

¹⁾ Český hydrometeorologický ústav, oddělení biometeorologických aplikací, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 - Komořany,

²⁾ Katedra agroekologie a biometeorologie, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, ČZU v Praze

Abstrakt

Život kulturních rostlin je možný pouze v určitém rozmezí teploty, jejíž tzv. kritické hodnoty jsou dány anatomickou stavbou rostlinného těla. Tak např. biologické minimum teploty (tzv. *biologická teplotní nula*, nebo *nula efektivní teploty*) je hodnota, při které rostlina začíná, nebo přestává růst, aktivuje, nebo omezuje metabolické procesy a transformaci energie (u většiny rostlin v pásnu mírného klimatu je to při hodnotě 5 °C).

Na základě měření teploty vzduchu na meteorologických stanicích ČHMÚ byla vyhodnocena suma efektivních teplot > 5 °C a počet dnů s průměrnou denní teplotou vzduchu (t_d) > 5 °C ve vegetačním období v letech 1961–2010. Data byla vyhodnocena v prostředí Microsoft Excel a Clidata-GIS; v příspěvku bylo zpracováno celkem 274 stanic nacházejících se v rozmezí nadmořské výšky 150 až 1 490 m n. m.

Výsledky lze shrnout takto: Průměr sumy efektivních teplot > 5 °C ve vegetačním období jsou v rozmezí 519,3 °C (Praděd, 1490 m n. m.) až 2 393,9 °C (Praha-Klementinum, 191 m n. m.). U počtu dnů s t_d > 5 °C je to 105 (Praděd, 1490 m n. m.) až 239 dnů (Praha-Klementinum).

Klíčová slova: vegetační období, teplotní sumy, efektivní teplota, počet dnů s průměrnou denní teplotou vzduchu nad 5 °C

Evaluation of temperature characteristics during growing season in the Czech Republic in 1961–2010

Summary

The temperature conditions of the growing season can be characterized by various criteria, e.g. accumulated temperatures. Accumulated temperatures represent the sum of average daily air temperatures beyond a certain limit. The sums of effective temperatures > 5 °C and the number of days with average daily temperature (t_d) > 5 °C were evaluated based on CHMI meteorological stations measurements during the growing season in 1961–2010.

Data were processed using by Microsoft Excel and CLIDATA-GIS (there were used 274 meteorological stations at elevations from 150 to 1 490 m asl).

The average sum of effective temperatures > 5 °C during the growing season are in the range from 519.3 °C (Praděd, 1490 m asl) to 2 393.9 °C (Prague, Klementinum 191 m asl). The number of days with average daily temperature (t_d) > 5 °C during the growing season are from 105 days (Praděd) to 239 days (Prague, Klementinum).

Key words: growing season, accumulated temperatures, effective temperature, number of days with average daily temperature > 5 °C

Úvod

Každá rostlina a kterákoliv biologická jednotka (jedinec, druh, populace, biocenóza) může existovat a reprodukovat se jen za předpokladu, že určitý faktor prostředí na ni působí v jistém rozmezí od minima přes optimum k maximu. Jinými slovy určitý faktor prostředí je tolerován jen v určitém rozpětí. V praxi je zcela běžné, že ve venkovních podmínkách dosahují potřebné faktory optima jen zřídka. Tak např. život kulturních rostlin je možný pouze v určitém rozmezí teploty, jehož tzv. kritické teploty, jsou dány anatomickou stavbou rostlinného těla. Pod hranicí minima a nad hranicí maxima jsou funkce a vývoj rostlinného organismu

zpomaleny, případně rostlina hyne (Kůdela *et al.*, 2013). Z kritických teplot mají v naší zeměpisné poloze význam zejména hodnoty ležící pod spodní hranicí teploty s biologickými účinky, neboli minimální kritické teploty, které se mohou projevit nepříznivě jak v době vegetačního klidu, tak ve vegetačním období (Kurpeřová, Coufal, Čulík, 1975). Proto se např. stanovuje tzv. *biologické minimum teploty* (*biologická teplotní nula*, nebo *nula efektivní teploty*), za které se považuje hodnota, při níž rostlina začíná, nebo přestává růst, aktivuje, nebo omezuje metabolické procesy a transformaci energie. U většiny polních kultur, trav, listnatých stromů a keřů v pásmu mírného klimatu je to přibližně teplota 5 °C. Obecně lze říci, že v pásmu mírného klimatu vymezuje biologické minimum vegetačního období a fázi vegetačního klidu. Poznamenejme však, že pro různé růstové fáze může být hodnota biologického minima odlišná, liší se však také podle druhu a odrůdy (Krečmer *et al.*, 1980).

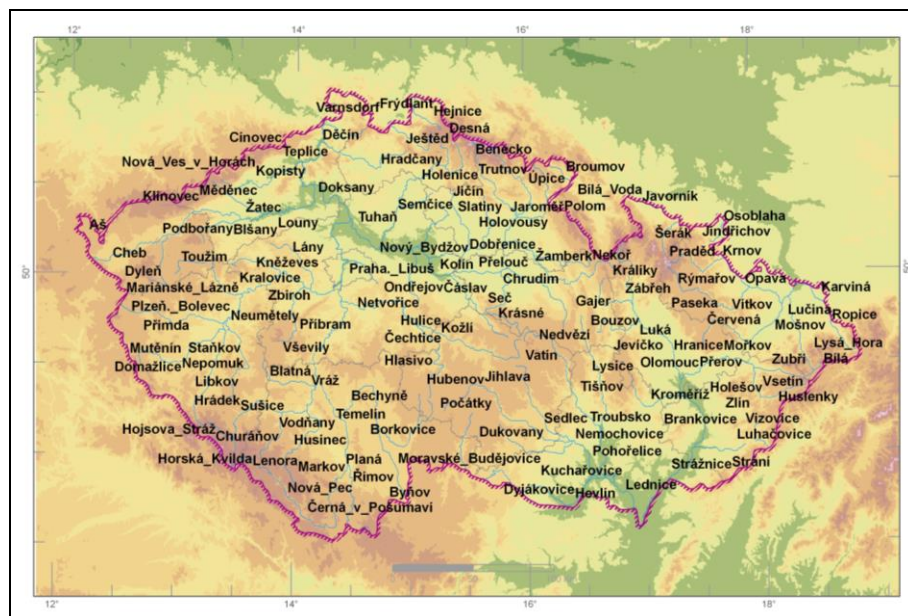
Obvykle se proto vegetační období vymezuje konvencí, nejčastěji začíná prvním dubnovým dnem a končí posledním dnem měsíce září (Petrovič *et al.*, 1961). Kromě takto stanoveného vegetačního období však existuje řada dalších, účelověji pojatých definic, vycházejících např. z nástupu určitých jarních a podzimních fenologických fází vybraných rostlinných druhů, z trvání denní průměrné teploty ≥ 5 °C, nebo dosažením určité hodnoty teplotní sumy.

Teplotní sumy představují součet průměrné denní teploty vymezené určitou hranicí, která závisí na účelu použití teploty jako kritéria. Nejčastěji se používají sumy efektivní a aktivní teploty. Efektivní teplota je průměrná denní teplota vzduchu (t_d) zmenšená o hodnotu biologického minima. Aktivní teplota je průměrná denní teplota vzduchu (t_d), která je vyšší než biologické minimum teploty potřebná pro vývoj určité fenologické fáze rostliny (Krečmer *et al.*, 1980).

V souvislosti s měnicími se klimatickými podmínkami, lze předpokládat, že se to projeví i v charakteristikách definujících vegetační období. Předkládaná práce je tedy analýzou padesátiletého období.

Materiál a metodika

V příspěvku byla použita data z meteorologických stanic v pozorovací síti ČHMÚ. Celkem bylo vyhodnoceno 274 meteorologických stanic, které jsou rovnoměrně rozmístěny na území České republiky (obr. 1) a nacházejí se v rozmezí nadmořské výšky od 150 m n. m. (Ústí nad Labem, Mánesovy sady) až 1 490 m n. m. (Praděd).



Obr. 1 Meteorologické stanice sítě Českého hydrometeorologického ústavu

Klimatická data byla exportována z klimatologické databáze ČHMÚ CLIDATA a do výpočtů vstupovaly tzv. technické řady, tj. homogenizované časové řady. Samotný výpočet technických řad vychází z metody IDW (metoda vážených inverzních vzdáleností), kdy použité údaje okolních stanic jsou nejprve standardizovány na nadmořskou výšku bodu, pro který je počítána nová řada (Štěpánek *et al.*, 2011) a poté je váženým průměrem spočtena nová hodnota.

Na základě výsledků měření teploty vzduchu na meteorologických stanicích ČHMÚ byly vypočteny sumy efektivních teplot s $t_d > 5$ °C a počet dnů s $t_d > 5$ °C ve vegetačním období (duben až září) v letech 1961–2010.

Výpočet efektivních teplot vycházel z průměrné denní teploty vzduchu (t_d), která byla stanovena na základě vztahu $t_d = (t_{7h} + t_{14h} + 2 \cdot t_{21h})/4$, kde t_{7h} , t_{14h} a t_{21h} jsou termínová měření teploty vzduchu v 7, 14 a 21 h středního místního slunečního času. Pro vyjádření efektivní teploty byla průměrná denní teplota vzduchu (t_d) zmenšena o hodnotu biologického minima ($5\text{ }^\circ\text{C}$). Sumy efektivní teploty ve vegetačním období (duben až září) pak byly vyjádřeny v tzv. denostupních. Dále byly stanoveny počty dnů s $t_d > 5\text{ }^\circ\text{C}$.

Data byla statisticky vyhodnocena v prostředí Microsoft Excel. Všechny výpočty byly provedeny ve vegetačním období (duben až září) v letech 1961–2010, dále ve standardním klimatologickém normálu 1961–1990, v třicetiletém období 1981–2010 a po dekadách (1961–1970, 1971–1980, 1981–1990, 1991–2000 a 2001–2010).

Mapy byly vykresleny v prostředí Clidata-GIS (ArcGIS 10) metodou LLR (Local Linear Regression) se závislostí na nadmořské výšce. Vstupní hodnotou pro vykreslení mapy byl průměr. V prostředí geografických informačních systémů byly z gridových podkladů spočteny statistické charakteristiky (průměr, maximum a minimum) i pro jednotlivé kraje.

Výsledky a diskuse

Základní statistické charakteristiky sumy efektivní teploty a počtu dnů $t_d > 5\text{ }^\circ\text{C}$ v různých obdobích jsou uvedeny v tabulce 1 a 2. Třicetiletý průměr sumy efektivní teploty byl v období standardního klimatologického normálu (1961–1990) určen jako $1664,9\text{ }^\circ\text{C}$ a v posledním ukončeném třicetiletí (1981–2010) došlo ke zvýšení hodnoty na $1815,9\text{ }^\circ\text{C}$, tj. o 151,0 $^\circ\text{C}$.

Za celé padesátileté období 1961–2010 pak dosáhla suma efektivní teploty hodnoty $1743,3\text{ }^\circ\text{C}$. U charakteristiky počet dnů s $t_d > 5\text{ }^\circ\text{C}$ je padesátiletý průměr 201 dnů; první třicetiletí (1961–1990) byl průměr 198 dnů, v posledním období (1981–2010) pak 203 dnů, tj. o 5 dnů delší.

Nejvyšší hodnoty byly zjištěny na stanici Praha, Klementinum (u obou charakteristik v různých letech) a nejnižší hodnoty na Luční boudě v Krkonoších a na Pradědu.

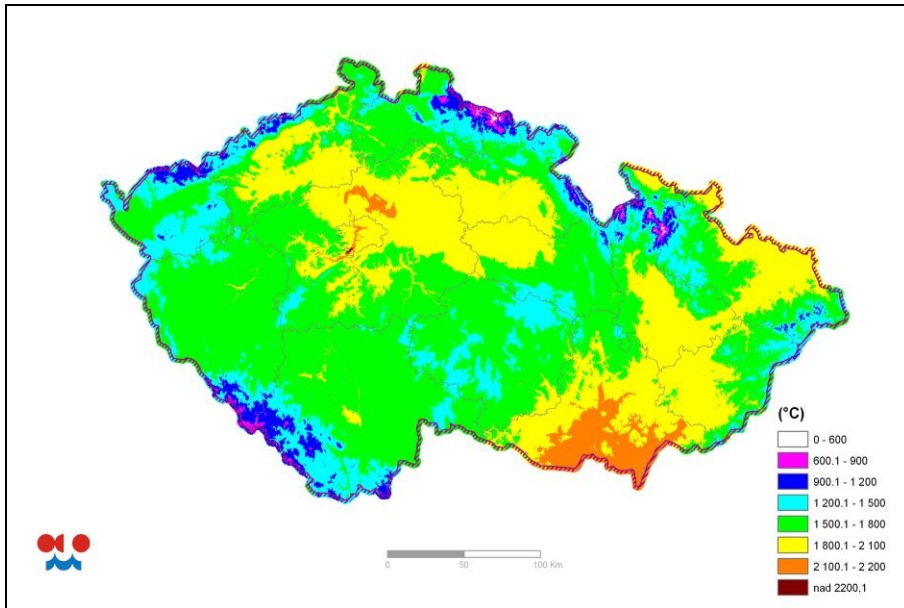
Tab. 1. Statistické výsledky sumy efektivních teplot (denostupně).

Statistická charakteristika	1961–1990	1981–2010	1961–2010
Průměr	1664,9	1815,9	1743,3
Dolní kvartil	1483,3	1632,2	1542,7
Minimum	287,2 (Praděd, 1978)	324,0 (Praděd, 1984)	287,2
Medián	1707,8	1861,4	1783,2
Maximum	2548,0 (Klementinum, 1983)	2777,8 (Klementinum, 2006)	2777,8
Horní kvartil	1900,6	2054,0	1987,0
Směr. odchylka	344,3	361,0	364,1
Variační rozpětí	2260,8	2547,8	2547,8

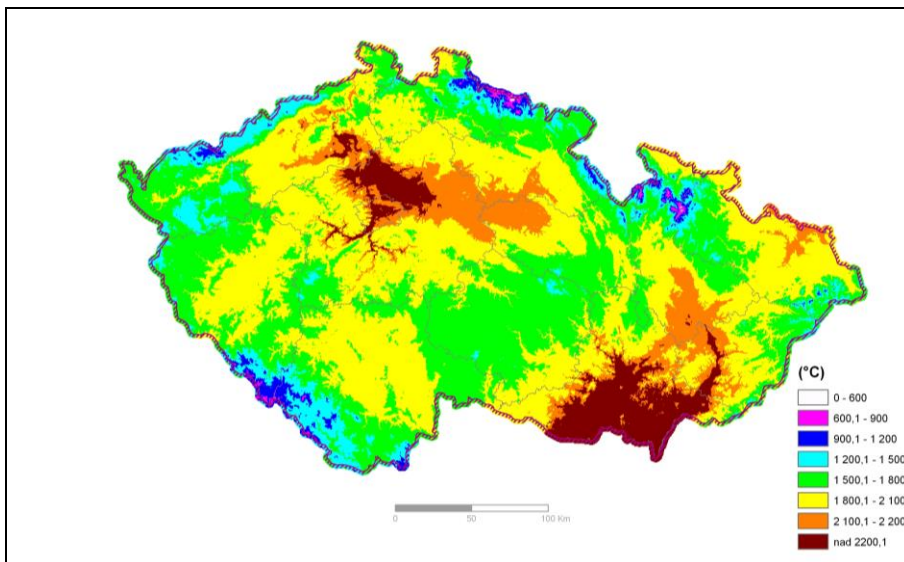
Tab. 2. Statistické výsledky počtu dnů s $t_d > 5\text{ }^\circ\text{C}$

Statistická charakteristika	1961–1990	1981–2010	1961–2010
Průměr	198	203	201
Dolní kvartil	186	190	187
Minimum	74 (Luční bouda, 1978)	76 (Praděd, 1984)	74
Medián	200	204	201
Maximum	277 (Klementinum, 1990)	283 (Klementinum, 2000)	283
Horní kvartil	214	221	218
Směr. odchylka	24	26	25
Variační rozpětí	203	207	209

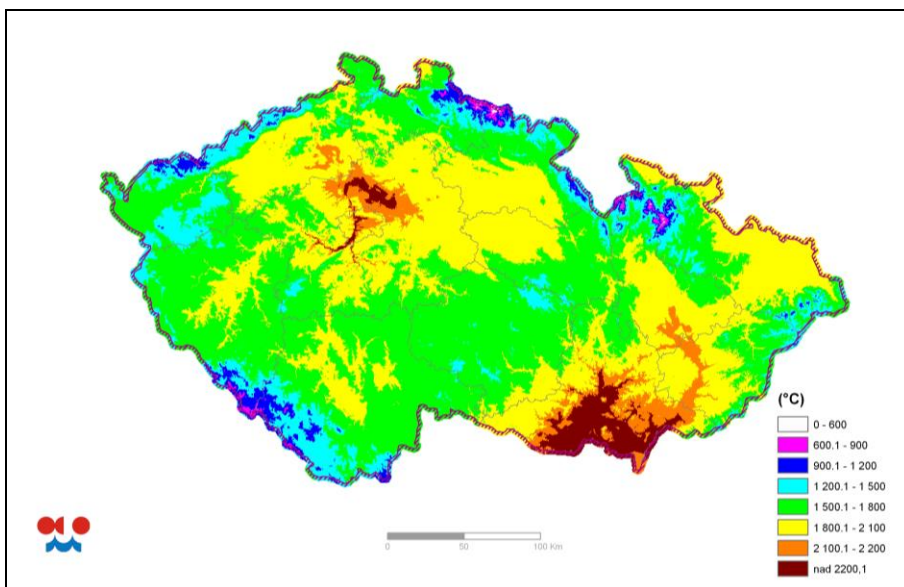
Plošné vyhodnocení vybraných teplotních charakteristik v časovém vývoji je uvedeno v následujícím grafickém vyjádření (obr. 2 až 7). Na mapách jsou patrné zvětšující se plochy s vyšší sumou denostupňů zejména nad teplotní hranicí $2\ 200,1\text{ }^\circ\text{C}$, dále v intervalech $2\ 100,1\text{ }^\circ\text{C}$ až $2\ 200,0\text{ }^\circ\text{C}$ a $1\ 800,1\text{ }^\circ\text{C}$ až $2\ 100,0\text{ }^\circ\text{C}$. Obdobný vývoj je zřetelný i na mapách vyjadřující charakteristiku definovanou jako počet dnů s $t_d > 5\text{ }^\circ\text{C}$.



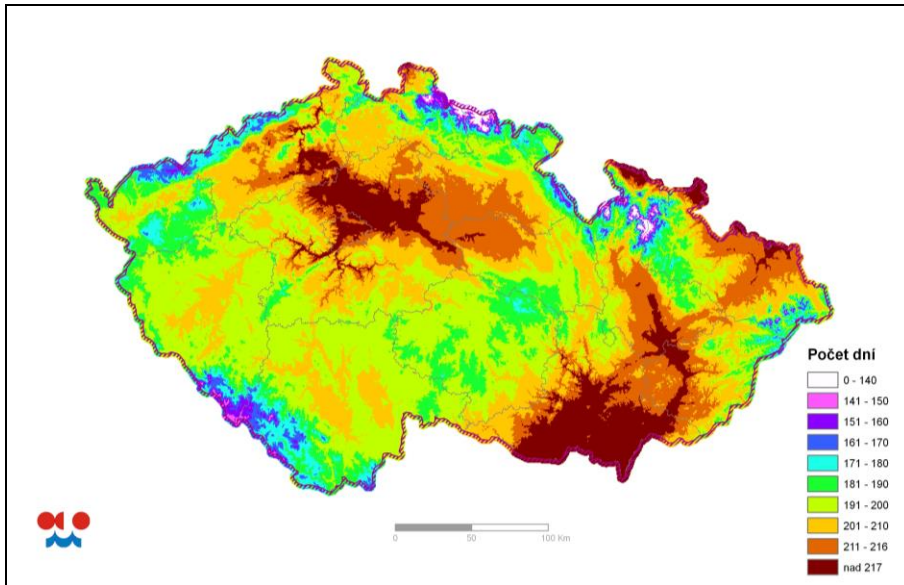
Obr. 2 Průměrný počet denostupňů v období 1961–1990



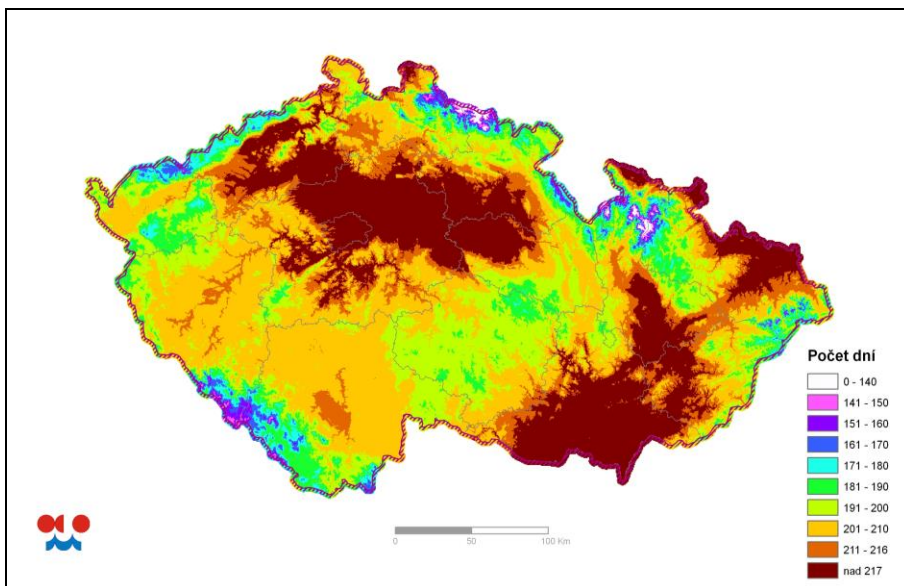
Obr. 3 Průměrný počet denostupňů v období 1981–2010



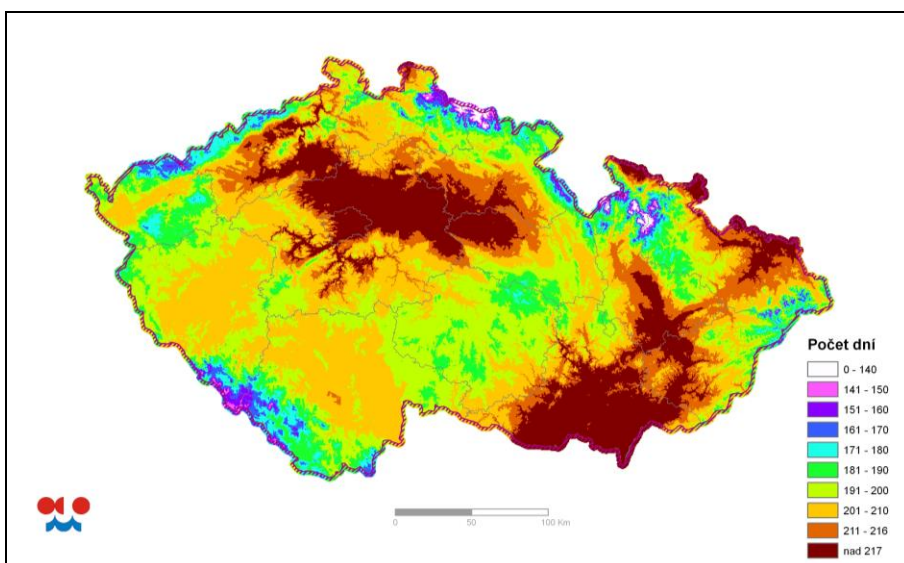
Obr. 4 Průměrný počet denostupňů v období 1961–2010



Obr. 5 Průměrný počet dnů s $t_d > 5^\circ\text{C}$ v období 1961–1990



Obr. 6 Průměrný počet dnů s $t_d > 5^\circ\text{C}$ v období 1981–2010



Obr. 7 Průměrný počet dnů s $t_d > 5^\circ\text{C}$ v období 1961–2010

Celorepublikové hodnocení bylo pro detailní přehled rozpracováno na území krajů. V tabulce 3 jsou uvedeny průměrné hodnoty sumy efektivní teploty v jednotlivých desetiletích, průměrné hodnoty počtu dnů s průměrnou denní teplotou vzduchu (t_d) > nad 5 °C se nacházejí v tabulce 4.

Tab. 3 Průměrné hodnoty sumy efektivní teploty (denostupně) v jednotlivých krajích po desetiletích

Kraj	1961–1970	1971–1980	1981–1990	1991–2000	2001–2010
Středočeský	1812,2	1729,2	1876,6	1968,5	2090,3
Praha	1995,0	1901,6	2075,4	2168,6	2292,8
Jihočeský	1570,4	1479,0	1628,2	1714,1	1800,9
Plzeňský	1602,5	1507,8	1646,2	1725,5	1818,3
Karlovarský	1474,2	1404,9	1507,5	1563,6	1666,4
Ústecký	1697,8	1642,6	1797,8	1869,0	1966,4
Liberecký	1542,3	1461,1	1613,3	1677,1	1784,1
Královéhradecký	1645,9	1567,6	1704,7	1804,3	1901,1
Pardubický	1701,5	1610,0	1745,5	1844,2	1936,8
Vysočina	1602,1	1512,2	1623,7	1732,3	1826,3
Jihomoravský	1979,9	1889,4	2008,8	2125,6	2210,7
Olomoucký	1743,8	1621,1	1755,1	1843,1	1920,8
Zlínský	1787,3	1697,1	1826,8	1926,8	2020,8
Moravskoslezský	1711,9	1591,2	1732,6	1810,4	1900,1

Tab. 4. Průměrné hodnoty počtu dnů s $t_d > 5$ °C v jednotlivých krajích po desetiletích

Kraj	1961–1970	1971–1980	1981–1990	1991–2000	2001–2010
Středočeský	206	202	211	211	223
Praha	216	210	222	227	235
Jihočeský	195	187	195	194	206
Plzeňský	196	188	196	196	208
Karlovarský	190	182	190	188	199
Ústecký	201	196	206	205	215
Liberecký	194	186	198	193	204
Královéhradecký	198	192	201	199	208
Pardubický	201	196	203	201	211
Vysočina	195	190	196	194	204
Jihomoravský	213	211	214	213	223
Olomoucký	203	196	202	198	208
Zlínský	204	203	205	201	215
Moravskoslezský	202	194	201	198	208

Závěr

V příspěvku byly časově a plošně vyhodnoceny sumy efektivní teploty a počty dnů s průměrnou denní teplotou vzduchu (t_d) > 5 °C z 274 meteorologických stanic ve správě ČHMÚ v období 1961 až 2010. Z map i tabulek je patrný nárůst sumy efektivních teplot i počtu dnů, zejména při porovnání dosud platného standardního klimatologického normálu určeného z období 1961–1990 a dlouhodobého třicetiletého průměru 1981–2010. Při porovnání jednotlivých desetiletí v rámci krajů bylo největší zvýšení vyhodnocených teplotních charakteristik zjištěno v Jihomoravském, Středočeském a Zlínském kraji a na území hlavního města Prahy. Naopak nejmenší změny uvedených charakteristik byly zaznamenány v Libereckém a Karlovarském kraji.

Poděkování

Příspěvek vznikl s institucionální podporou Programu pro dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné instituce poskytované MŠMT ČR.

Seznam literatury

- Petrovič, Š. (red) *et al.* (1969): Podnebí československé socialistické republiky – Souborná studie. HMÚ, Praha, 357 s.
- Krečmer, V. (red.) *et al.* (1980): Bioklimatologický slovník terminologický a explikativní. Academia, Praha, 244 s.
- Kůdela, V. *et al.* (2013): Abiotikózy rostlin: poruchy, poškození a poranění. Academia, Praha. 566 s. ISBN: 978-80-200-2262-2
- Kurpel'ová, M., Coufal, L., Čulík, J. (1975): Agroklimatické podmienky ČSSR. HMÚ, Bratislava, 270 s.
- Štěpánek, P. *et al.* (2011): Interpolation techniques used for data quality control and calculation of technical series: an example of Central European daily time series. *Időjárás*, 115, 1–2, s. 87–98.