

VYBRANÉ ARGOKLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY ČESKÉ REPUBLIKY NA ZÁKLADĚ KLIMATICKÝCH DAT V GRIDU 10 KM

Hana Pokladníková, Jaroslav Rožnovský, Bronislava Mužíková

Český hydrometeorologický ústav, Kroftova 43, 616 67, Brno, e-mail:
hana.pokladnikova@chmi.cz; roznovsky@chmi.cz

Abstract

Fyziologické a biologické procesy rostlin a exotermních organismů mají těsnou souvislost s podmínkami jejich prostředí, především s teplotou. Dalšími důležitými abiotickými faktory jsou například vlhkost vzduchu a půdy, cirkulace vzduchu, záření, výskyt rosy atd. V bioklimatologii se používají dva typy teplotních souhrnů. Kvantitativní hodnocení je založeno na celkové dostupné teplotě pro vývoj organismů a souhrnu aktivních teplot (SAT) nebo souhrnu efektivních teplot - akumulovaných stupňů dny (SET). Z hlediska agroclimatické klasifikace se používají teplotní souhrny (TS) nad 5, 10 a 15 °C. Na základě dat z české hydrometeorologické sítě byly vypočteny technické řady denních průměrných teplot v 10 km gridu za období 1961–2000. Data byla zpracována pomocí GIS aplikace. Výsledky teplotních souhrnů

≥ 5, 10 a 15 °C a průměrná délka období, kdy teplota nad zvolenou hranicí byla alespoň 6 dní, jsou prezentovány. Délka období znamená počet let mezi prvními a posledními roky, kdy byla průměrná denní teplota alespoň 6 dní nad zvolenou hranicí (5, 10, 15 °C). Tato metoda hodnocení období nad zvolenou teplotní hranicí byla použita například v rámci výzkumného projektu CECILIA (6. rámcový program ES).

Keywords: temperature sum, agroclimatology, grid

Úvod

Předpovědi výskytu rostlinných chorob a škůdců vycházejí z jejich biologie a vzájemných vztahů mezi škůdcem, hostitelem a prostředím. Z abiotických faktorů je zvláště důležitá teplota a vlhkost vzduchu a půdy, pohyb vzduchu, záření, výskyt rosy atd. Taktéž mezi růstem zemědělských plodin a meteorologickými faktory existuje známý agrobiologický vztah, že příznivější meteorologické podmínky zkracují jednotlivé fenologické fáze. Například při výpočtu nástupu jednotlivých růstových fází obilnin se vychází ze souhrnu efektivních teplot. Jsou to průměrné denní teploty zmenšené o biologické minimum teploty. Za biologické minimum se zpravidla považuje teplota 5,0 °C. Při této teplotě obnovuje vegetace na jaře svoji činnost a na podzim

ji zastavuje. Dle Meteorologického slovníku (Sobíšek a kol., 1993) je vegetační období definováno jako období, v němž jsou příznivé podmínky pro růst a vývoj rostlin. Zpravidla se jím rozumí období vymezené průměrnými daty nástupu a ukončení určité průměrné denní teploty vzduchu. Rozlišuje se tzv. velké vegetační období vymezené nástupem a ukončením průměrné denní teploty 5 °C a vyšší a hlavní (malé) vegetační období s průměrnou denní teplotou 10 °C a vyšší. Velké vegetační období v nejteplejších částech ČR trvá 230 až 240 a v horských oblastech asi 120 dnů, hlavní vegetační období trvá v teplejších částech ČR přibližně 160 až 170 dnů. Období charakterizované nástupem průměrné denní teploty 15 °C a vyšší, kdy dochází k intenzivnímu růstu, zrání a sklizni všech kultur, se ozna-

čuje jako vegetační léto. Na našem území je nejdelší vegetační léto na jižní Moravě (déle než 120 dnů), ve většině horských poloh se prakticky nevyskytuje (Kurpelová, Coufal a Čulík, 1975).

Pro agroklimatickou rajonizaci (Kurpelová, Coufal a Čulík, 1975) byla pro stanovení agroklimatického ukazatele teploty, na jehož základě byly definovány agroklimatické makrooblasti a oblasti, použita suma teplot nad 10 °C za období 1931-1960. V rámci agroklimatické rajonizace byla pro území ČSR zpracována mapa teplotních sum za období s průměrnou denní teplotou vzduchu 10 °C a vyšší. Mapy průměrné doby trvání průměrné denní teploty nad 5, 10 a 15 °C jsou součástí Atlasu podnebí Česka (Tolasz a kol., 2007), které byly vytvořeny na základě klimatologické databáze ČHMÚ CLI-DATA z 204 klimatologických stanic ČR pro období 1961-2000.

Z pohledu agroklimatologické rajonizace se tedy využívají teplotní sumy (TS) nad 5, 10 nebo 15 °C. V bioklimatologii se nejčastěji využívají dva typy teplotních sum – suma aktivních teplot a suma efektivních teplot. Jako posouzení teplotních dopadů na vývoj rostlin i živočichů (např. škůdců), se stále častěji využívají sumy efektivních teplot (SET), kdy je kritická teplota daná nejčastěji teplotním biologickým prahem tzv. spodním prahem vývoje (SPV), od kterého se suma načítá. SPV je definován jako teplota (charakteristická pro každý druh) stanovená experimentálně, při níž začínají významně probíhat metabolické pochody a vývoj druhu (vždy $\geq 0^{\circ}\text{C}$). Efektivní teplota (ET) je hodnota rozdílu mezi dosaženou teplotou a prahovou teplotou pro vývoj druhu (spodním a případně horním prahem vývoje, je-li znám). Jako horní práh vývoje (HPV) je označována teplota (charakteristická pro každý druh) stanovená experimentálně, při níž dochází ke snižování metabolických pochodů na minimum a

ustává vývoj. V bioklimatologii je za efektivní teplotu považována teplota vzduchu nutná pro plný vývoj rostliny ve vegetačním období. Jde o průměrnou denní teplotu vzduchu zmenšenou o biologické minimum odpovídající danému druhu (Krečmer a kol., 1980).

Středa a Rožnovský (2004) analyzovali závislost mezi počátkem kvetení meruňky (*Prunus armeniaca* L.) a vybranými teplotními charakteristikami v období před rozkvetem. Pomocí korelačních koeficientů byla stanovena těsnost vztahu mezi počátkem kvetení a počtem dnů s vybranými průměrnými denními teplotami, sumou efektivních teplot, počtem dnů s maximální a minimální teplotou a sumou efektivních teplot. Predikce nástupu fenofází rostlin má význam zejména v oblasti zemědělství, ale nachází uplatnění také v lékařství při určení termínu výskytu pylových alergenů.

Výpočet sum teplot vychází z průměrných denních teplot. Celosvětově se používá několik způsobů výpočtu průměrné denní teploty vzduchu, přičemž pravděpodobně nejrozšířenější je způsob založený na zprůměrování maximální a minimální teploty vzduchu za příslušný den z jednoho, popř. ze dvou pozorovacích termínů. Tento způsob je rozšířen zejména na americkém kontinentu. V našich krajinách je již delší dobu teplota vzduchu měřena v pozorovacích termínech 7, 14, a 21 hodin středního místního času. Průměrná denní teplota vzduchu se potom vypočítá pomocí vzorce:

$$T_d = (T_7 + T_{14} + 2T_{21})/4 (T_{\text{stand}})$$

Tento výpočet je u nás nejpoužívanější a byl použit i k odvození závislostí mezi teplotními sumami a nejrůznějšími projevy živých organismů. Pravá průměrná denní teplota se stanoví podle Meteorologického slovníku (Sobíšek a kol., 1993) integrací plynule registrovaných hodnot teploty v 15 min intervalech za 24 hodin (T_{96}). Prů-

měrnou denní teplotu lze rovněž vypočítat jako aritmetický průměr teplot naměřených v hlavních synoptických termínech, tedy v 00, 06, 12 a 18 hod. UTC (Tsynop) (Brotan a Litschmann, 1996).

Materiál a metodika

Na základě technických datových řad průměrné denní teploty vzduchu za období 1961 až 2000 zpracovaných v gridu 10 km, byly spočteny sumy teplot ≥ 5 ; 10 a 15 °C a byla zjištěna období s trvalým nástupem průměrných denních teplot nad tyto hranice.

Technické datové řady vycházejí ze staničních dat ČHMÚ. Pomocí geostatistických metod a s použitím regionální lineární regrese byly stanice z okolí daného bodu, pro který probíhal výpočet, standardizovány na stejnou nadmořskou výšku, poté pomocí IDW byly získány hodnoty vybraných klimatických prvků pro daný bod. Touto metodou byla vytvořena gridová síť 788 bodů vzdálených od sebe 10 km, které pokrývají území ČR.

Počátek trvalého nástupu charakteristických teplot musí spadat do prvního a jeho konec do druhého pololetí roku. Trvalý výskyt teplot vyšších nebo rovných 5 °C začíná prvním dnem období s průměrnou denní teplotou minimálně 5 °C, které trvalo alespoň 6 dnů, a končí dnem, kdy průměrná denní teplota klesla pod 5 °C na minimálně šest dní. Pokud se v daném roce nevyskytlo minimálně šestidenní období s průměrnou denní teplotou nad stanovenou hranicí 5 °C v prvním pololetí (tj. do 30.6.), je doba trvalého výskytu těchto teplot rovna 0. Analogicky bylo postupováno i pro stanovení délky období s průměrnou denní teplotou minimálně 10 resp. 15 °C. Tento způsob stanovení délky období s vybranou průměrnou denní teplotou a vyšší byl použit např. v Projektu CECILIA (EC 6th Framework Programme). Uvedené teploty (5, 10 a 15

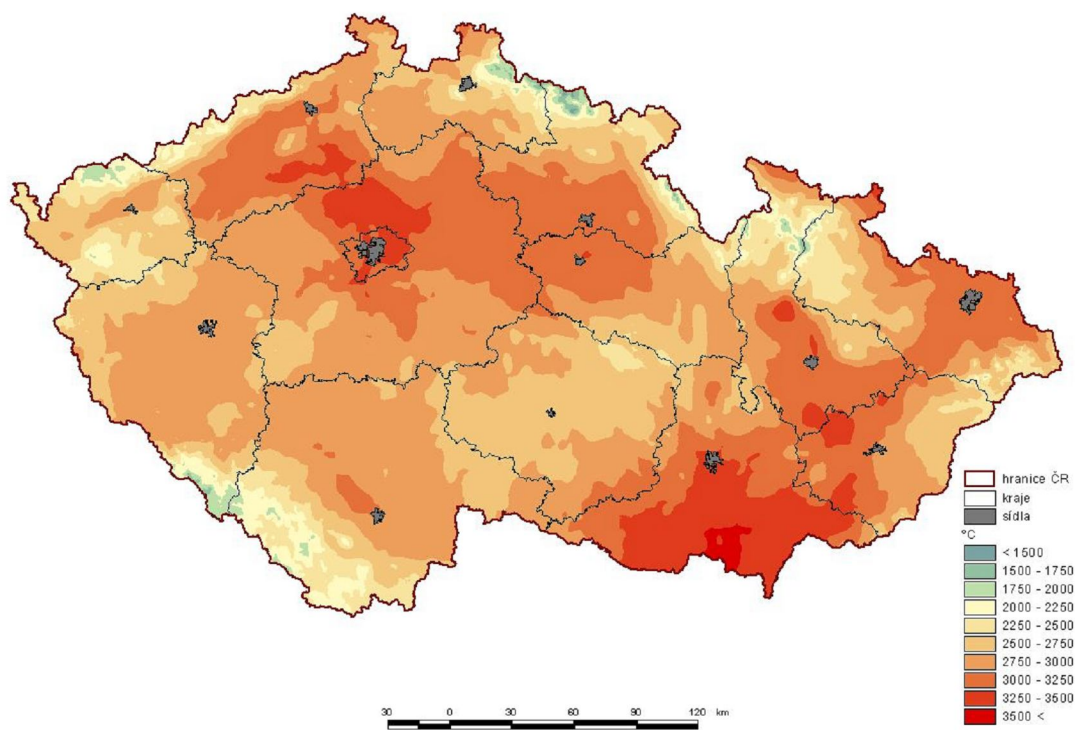
°C) se mohou vyskytnout i mimo období s jejich trvalým výskytem a v jeho průběhu se mohou vyskytnout teploty nižší. Počet dní s průměrnou denní teplotou 5 °C resp. 10 °C resp. 15 °C se tedy může lišit od období s trvalým výskytem.

K plošnému vyjádření vypočtených agroklimatických charakteristik bylo použito geoinformačních systémů (GIS). V programu ArcMap 9.2 byly vytvořeny mapy, které názorně zobrazují prostorové rozložení sledovaných ukazatelů i délky trvání charakteristických období (Obr. 1 až 6). Prezentovány jsou výsledky výpočtů sum teplot ≥ 5 , 10 a 15 °C a období s trvalým nástupem průměrných denních teplot nad tyto hranice.

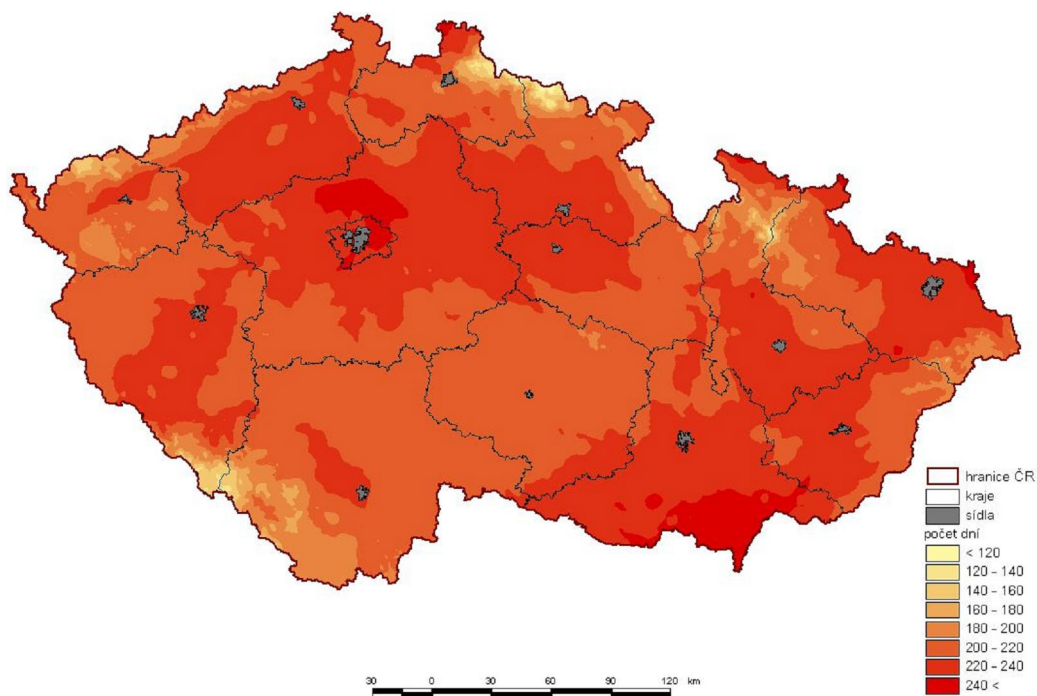
Výsledky a diskuse

Pro celé území ČR byly vytvořeny mapy, které názorně zobrazují prostorové rozložení sledovaných ukazatelů i délky trvání charakteristických období. Mapa ročních teplotních sum nad 5 °C (Obr.1) dokládá nejvyšší hodnoty na území jižní Moravy (Mikulovsko), kde roční sumy přesahují hodnotu 3500 °C, naopak nejnižší hodnoty náleží horským polohám hraničních pohorí, kde roční suma nedosahuje místy ani 1500 °C. Prostorové rozložení velmi dobře koresponduje s nadmořskou výškou území.

Obr.2 zachycuje délku trvání období s průměrnou teplotou vzduchu nad 5 °C, tedy velkého vegetačního období. Zatímco na jižní Moravě a na Mělnicku toto období průměrně trvá více než 240 dní, v horských oblastech i méně než 120 dní. Většina území republiky (včetně téměř celé Českomoravské vrchoviny) spadá do rozmezí 200-220 dní. V nížinných oblastech (Pohříbí, Poohří, Moravská brána, moravské úvaly) trvá velké vegetační období průměrně 220-240 dní. V zemědělsky využívaném území tedy toto období trvá zpravidla déle než 200 dní.



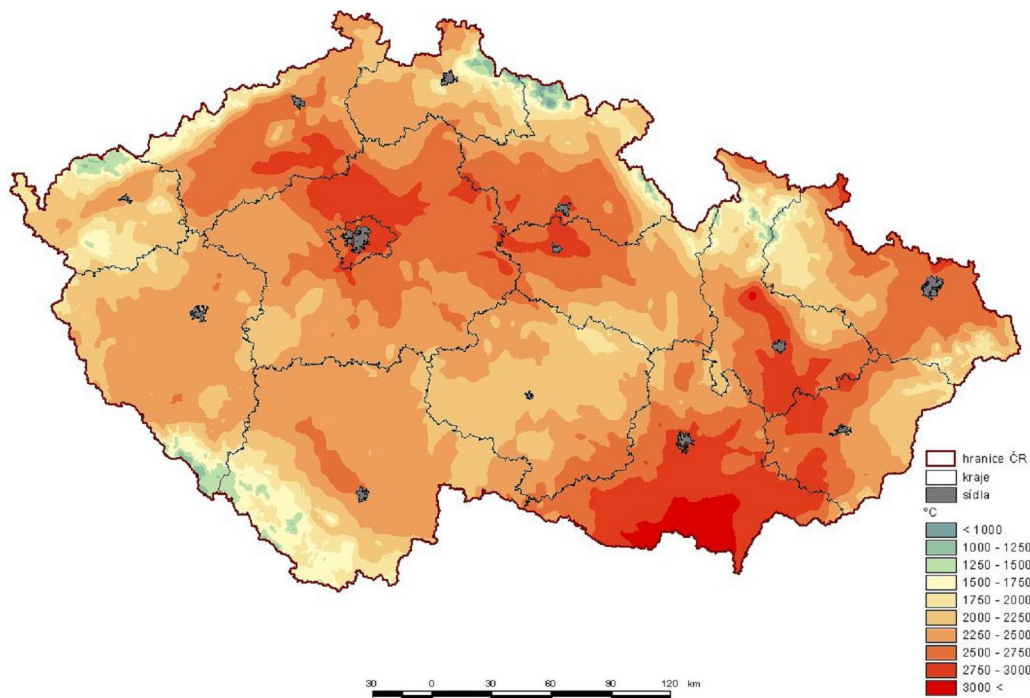
Obr. 1 Mapa rozložení ročních teplotních sum nad 5 °C



Obr. 2 Mapa délky trvání období s průměrnou denní teplotou vzduchu nad 5 °C

Prostorové rozložení ročních teplotních sum nad 10 °C je znázorněno na Obr.3. Pouze na jižní Moravě a v Hornomoravském úvalu roční suma překračuje hodnotu 3000 °C. Vysoké hodnoty se však také vyskytují na Lounsku, Lito-

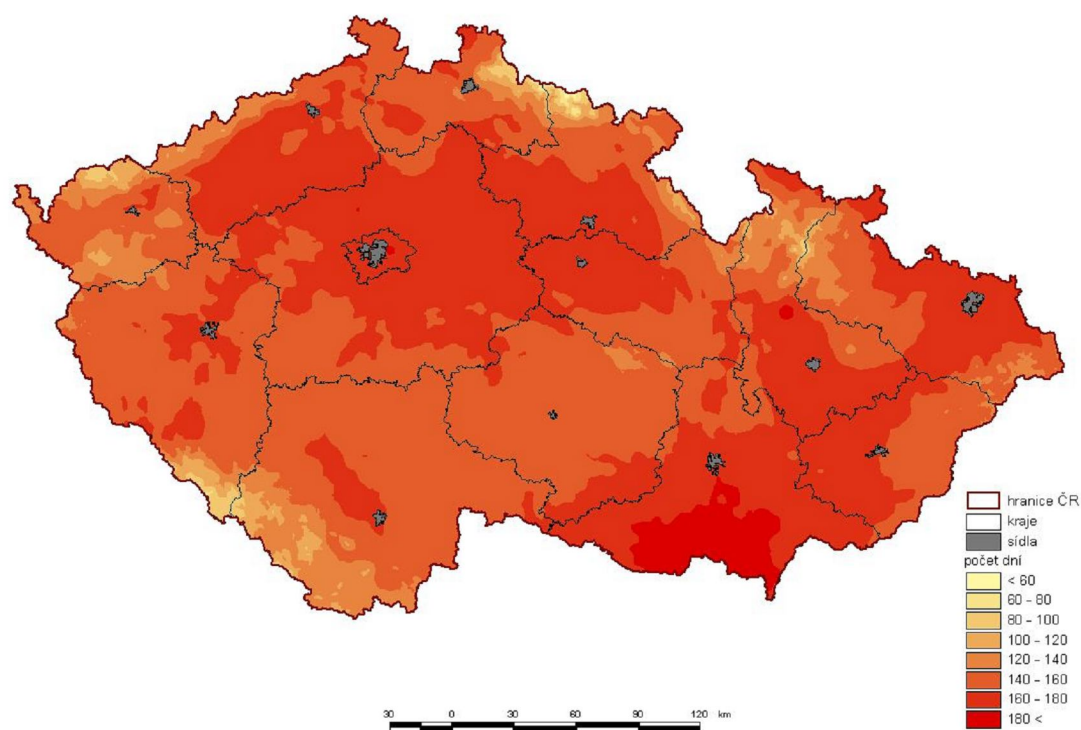
měřicku a Mělnicku, v okolí Pardubic, na Hané a v Dyjskosvrateckém a Dolnomoravském úvalu, kde se roční sumy pohybují mezi 2750 a 300 °C. V horských polohách okrajových pohoří však teplotní sumy nad 10 °C nepřesahují místy ani 1000 °C.



Obr.3 Mapa rozložení ročních teplotních sum nad 10 °C

Období s průměrnou denní teplotou vzduchu nad 10 °C trvá na území ČR zpravidla déle než 60 dní (Obr. 4). Pouze v nejvyšších partiích Krkonoš, Šumavy a Jeseníků má toto období kratší trvání. V zemědělsky využívaných oblastech republiky délka

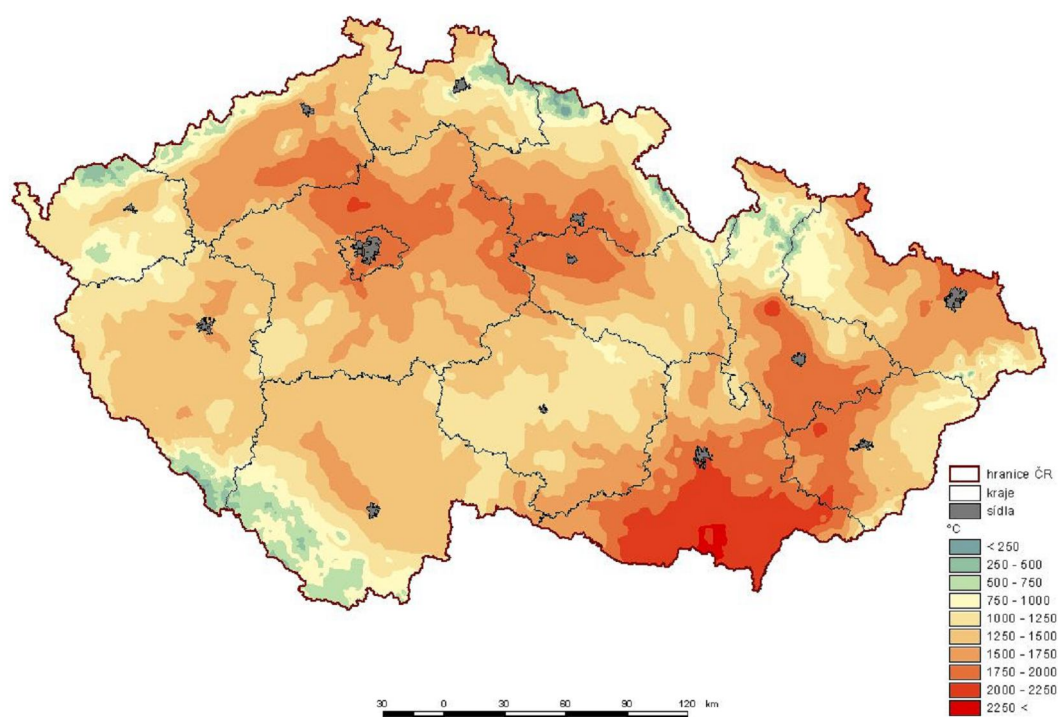
hlavního vegetačního období přesahuje 140 dní a na jižní Moravě, tj. na Mikulovsku a Znojemsku (Dyjskosvratecký úval) toto období trvá průměrně déle než 180 dní.



Obr. 4 Mapa délky trvání období s průměrnou denní teplotou vzduchu nad 10 °C

Roční teplotní sumy nad 15 °C na území ČR až na výjimky nepřesahují hodnotu 2250 °C. Výjimkou je část Mikulovska. Jižní Morava je územím s nejvyššími hodnotami ročních teplotních sum. Hodnoty

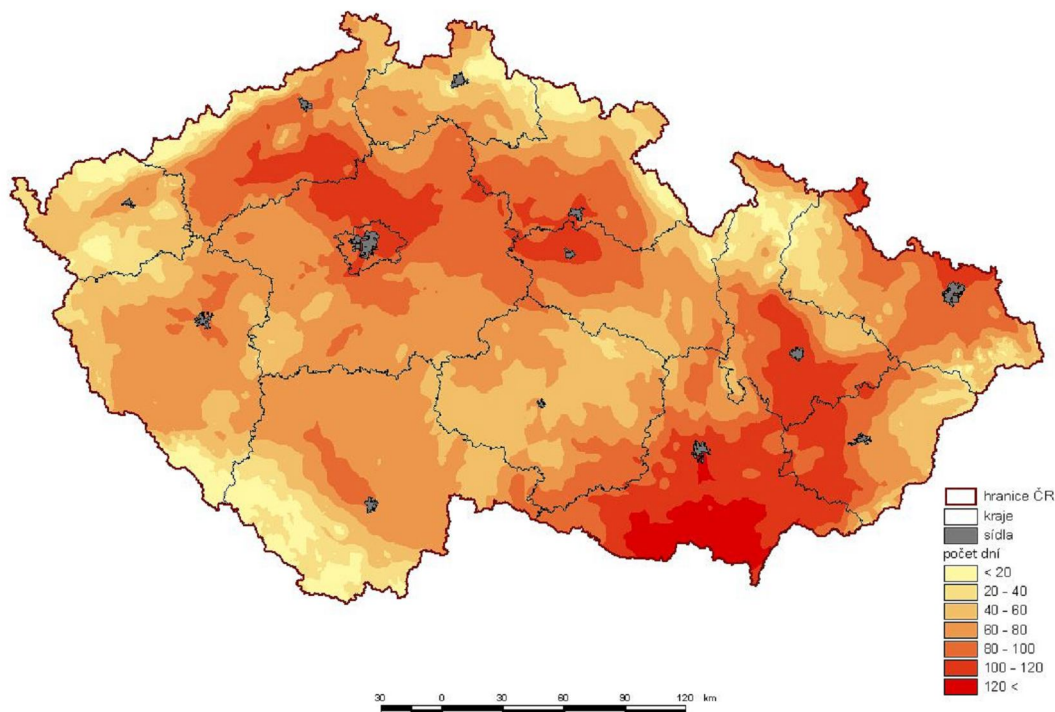
nad 2000 °C se ojediněle objevují také ve středních Čechách, na Litovelsku a Kroměřížsku (viz Obr. 5). Naopak v horských polohách činí roční sumy teplot nad 15 °C méně než 250 °C.



Obr. 5 Mapa rozložení ročních teplotních sum nad 15 °C

Vegetační léto (období s trvalým výskytem průměrné denní teploty nad 15 °C) trvá na většině území ČR do 120 dnů. Nejjižnější části Moravy však tuto délku trvání překračují (Obr.6). Území moravských úvalů,

Poohří, severní část Poodří, Osoblažsko, Mělnicko a část Polabí představují oblasti, kde období s průměrnou denní teplotou vzduchu nad 15 °C trvá 100-120 dní.



Obr. 6 Mapa délky trvání období s průměrnou denní teplotou vzduchu nad 15 °C

Závěr

Pro kvantitativní vyjádření celkového tepelného množství využitelného pro vývoj organismu se používá suma aktivních teplot. Z pohledu agroklimatologické rajonizace se využívají teplotní sumy např. nad 5, 10 nebo 15 °C. Hodnocení těchto teplotních agroklimatických ukazatelů pro území ČR bylo provedeno na základě dat z období 1961-2000 vytvořených v gridu 10 km. Datový podklad byl zpracován do mapových výstupů v prostředí GIS. V programu ArcMap 9.2 byly vytvořeny mapy, které názorně zobrazují prostorové rozložení sledovaných ukazatelů i délky trvání charakteristických období (Obr. 1 až 6). Prezentovány jsou výsledky výpočtů sum teplot ≥ 5 , 10 a 15 °C a období s trvalým

nástupem průměrných denních teplot nad tyto hranice.

Trvalý výskyt teplot vyšších nebo rovných 5 °C začíná prvním dnem období s průměrnou denní teplotou minimálně 5 °C, které trvalo minimálně 6 dnů, a končí dnem, kdy průměrná denní teplota klesla pod 5 °C na minimálně šest dní. Analogicky bylo postupováno i pro stanovení délky období s průměrnou denní teplotou minimálně 10 resp. 15 °C. Délka trvání období s hraničními průměrnými denními teplotami (5, 10 a 15 °C) s nadmořskou výškou klesá, stejně tak klesají i jejich roční sumy.

Období s průměrnou teplotou vzduchu nad 5 °C (velké vegetační období) trvá na většině území 200 až 220 dní (Obr. 2). Ob-

dobí s průměrnou denní teplotou vzduchu nad 10 °C (malé vegetační období) trvá na území ČR zpravidla déle než 60 dní, v zemědělsky využívaných oblastech přesahuje 140 dní a na jižní Moravě trvá déle než 180

dní (Obr. 4). Vegetační léto (období s trvalým výskytem průměrné denní teploty nad 15 °C) trvá na většině území ČR do 120 dnů (Obr. 6).

Poděkování

Práce vznikla jako výstup projektu MŠMT ČR č. 2B06101 s názvem „Optimalizace zemědělské a říční krajiny v ČR s důrazem na rozvoj biodiverzity“.

Seznam literatury:

- Brotan, J., Litschmann, T. (1996): Vliv různých způsobů stanovení denní průměrné teploty vzduchu na hodnotu teplotní sumy. In: Vývoj životního prostředí pod tlakem civilizačních procesů z hlediska bioklimatologie. XII. Československá Bioklimatologická konference, V. Břilovice 11.-13.9. 1996
- Krečmer a kol. (1980): Bioklimatologický slovník terminologický a explikativní. 1. vydání. Vydala Academia, nakladatelství ČSAV, Praha, 244 s.
- Kurpelová, M., Coufal, L., Čulík, J. (1975): Agroklimatické podmínky ČSSR, 1. vyd. Bratislava: Příroda, 270 s.
- Sobíšek, B. et al. (1993): Meteorologický slovník, výkladový a terminologický. 1. vyd. Praha: vyd. Academia, 594 s. ISBN 80-85368-45-5.
- Středa, T., Rožnovský, J. The effect of temperature sums on the onset of the phenological stage of „start of flowering“ of apricot (*Prunus armeniaca* L.) [Vliv teplotních sum na nástup fenofáze „počátek kvetení“ u meruňky (*Prunus armeniaca* L.)]. In Sborník z mezinárodního vědeckého semináře „Fenologická odezva proměnlivosti podnebí“, Brno 22. 3. 2006. Editoři: J. Rožnovský, T. Litschmann, I. Vyskot. ČBKŠ a ČHMÚ, Praha, 2006, s. 28, CD ROM. ISBN 80-86690-35-0.
- Tolász, R., et al. (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1 (CHMI), 978-80-244-1626-7 (UP).