

Charakteristika vegetačního období na jižní Moravě a její dlouhodobé změny (1961–2018)

Characteristics of the vegetation period in South Moravia
and its long-term changes (1961–2018)

Rostislav Fiala, Gražyna Knozová

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno

Abstrakt

Práce se zabývá stanovením termínu začátku a konce velkého vegetačního období podle teplotních charakteristik, kvantifikací teplotních a srážkových poměrů v daném období a srovnání získaných charakteristik a jejich změn v průběhu 58 let měření na šesti klimatologických stanicích jižní Moravy a sousedních regionů. Pro zjištění vegetačního období byly vypočteny sumy efektivních teplot a srážek vč. počtu dnů s výskytem srážky nad či pod určitou prahovou hodnotu. Na všech analyzovaných stanicích byl zjištěn trend rostoucí doby trvání velkého vegetačního období, na některých významný trend posunu začátku i konce období o 2 dny na dekádu. V případě úhrnů srážek převažuje trend mírného poklesu srážek. V některých charakteristikách se projevuje vliv geografie stanice a regionálnost.

Klíčová slova: jižní Morava, vegetační období, průměrná teplota, suma efektivních teplot srážky

Abstract

The work deals with the determination of the beginning and end of the large vegetation period according to temperature characteristics, quantification of temperature and precipitation conditions in the given period and comparison of acquired characteristics and their changes during 58 years of measurement at six climatological stations of South Moravia and neighboring regions. The sums of effective temperatures and precipitation, incl. number of days with a precipitation above or below a certain threshold. The trend of increasing the duration of the large vegetation period was found at all analyzed stations, while some of them showed a significant trend shift of the beginning and the end of the period by 2 days per decade. In the case of precipitation totals, the trend of a slight decrease in rainfall prevails. In some characteristics, the influence of station geography is reflected.

Keywords: South Moravia, vegetation period, average temperature, effective temperature sum, precipitation

Úvod

Jižní Morava patří k nejteplejším regionům v České republice a z morfologického hlediska se jedná o relativně homogenní území s lokálními výjimkami, které tvoří například Pálava, Chřiby či Dražanská vrchovina. V kontextu oteplování klimatu lze očekávat, že na jižní Moravě bude docházet k prodlužování vegetačního období, podobně jak je tomu v jiných oblastech Evropy ku příkladu v Německu (Chmielewski, Müller, Bruns, 2004) nebo v Polsku (Tomczyk, Szyga-Pluta, 2017). Z hlediska konkrétních geografických podmínek je důležité vyhodnotit, jak se pozorované změny projevují v regionálním měřítku.

Cílem práce je analýza dlouhodobých změn základních charakteristik vegetační sezóny v několika lokalitách reprezentujících jižní Moravu ve srovnání s vybranými lokalitami položenými ve vyšších polohách v sousedních regionech.

Materiál a metody

Ve studii byly použity řady denních údajů o průměrné teplotě vzduchu a úhrnu srážek, které byly homogenizovány metodou Štěpánka et al. (2012) - tzv. technické řady. Zpracovány byly data z období 1961 až 2018 ze šesti stanic Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ): Kuchařovice, Strážnice, Kroměříž, Vizovice, Bystřice nad Pernštejnem a Nedvězí. Stanice Kroměříž, Strážnice a Kuchařovice jsou položeny v nižších polohách, kde je typické teplejší a sušší podnebí charakteristické pro většinu území jižní Moravy. Stanice Vizovice reprezentuje nižší polohy oblastí Slovensko-moravských Karpat a stanice Bystřice nad Pernštejnem a Nedvězí jsou položeny ve vyšších polohách na Českomoravské vrchovině.

Tab. 1 Charakteristika polohy stanic ČHMÚ využitých ve zpracování

Název stanice	ID stanice	Okres	Geomorfologický celek	Nadmořská výška m n. m.	Klimatická oblast	
					Atlas podnebí ČS, 1958	Quitt, 2007
Bystřice nad Pernštejnem	B2BYSP01	Žďár nad Sázavou	Jevišovická pahorkatina	553	MT5	MW4
Kroměříž	B1KROM01	Kroměříž	Litenčická pahorkatina	233	T2	W2
Kuchařovice	B2KUCH01	Znojmo	Hornosvratecká vrchovina	334	MT11/ T2	W2
Nedvězí	B2NEDV01	Svitavy	Dolnomoravský úval	722	CH7	MW4
Strážnice	B1STRZ01	Hodonín	Vizovická vrchovina	176	T2	W2
Vizovice	B1VIZO01	Zlín	Hornosvratecká vrchovina	313	MT9	MW10

Tabulka 1 detailně shrnuje charakteristiku polohy jednotlivých stanic a jejich zařazení ke klimatickým oblastem. Kromě Quittovy klasifikace klimatu je uvedena také klasifikace podle Atlasu podnebí Československé republiky (1958), která akcentuje některé agroklimatologické prvky, ale vychází ze zpracování starších dat z období 1925-1950.

Pro uvedené stanice a roky (58 let) byly stanoveny data začátku a konce a délka trvání velkého vegetačního období (VVO5) a hlavního vegetačního období (HVO10).

Pro vymezení začátku a konce vegetačního období byla použita metoda aplikovaná v Atlase podnebí Česka (Tolasz, 2007), kde velké vegetační období bylo definováno jako sezona s převládající průměrnou denní teplotou 5 °C a více. Jelikož se na jaře i na podzim vyskytují střídající se teplejší a chladnější vlny, je nutné vyhodnotit, v kterém okamžiku na jaře začíná suma efektivní teploty převládat nad sumou záporné odchylky od prahové hodnoty (5 resp. 10 °C) v chladné vlně. Počátek období byl v každém roce stanoven tak, aby suma záporných odchylek v chladné vlně v daném období byla nižší než suma kladných odchylek od počátku období (tzn. pokud byla chladná vlna nevýrazná, byla součástí již započatého veg. období). Analogicky byl stanoven konec období (kdy záporná odchylka převažovala nad kladnou v případě výskytu teplé vlny).

Na počátku období VVO5 je uvažováno, že iniciační podmínky trvají alespoň po 5 dnů.

Konec období VVO5 a začátek i konec období HVO10 je uvažován s výskytem teplotních podmínek již po 1. dni. Výpočet sum kladných a záporných odchylek od prahové hodnoty a jejich vyhodnocení při chladné a teplé vlně však platí na začátku i na konci obou období stejně.

V rámci období VVO5 i HVO10 byly vypočteny:

- T_{AVG} - průměrná teplota,
- SET_5 , SET_{10} , SET_{15} - suma efektivních teplot nad 5, 10 a 15 °C,
- SRA_{VEG} - suma srážek,
- SRA_{PVR} - poměr úhrnu srážek za dané období k ročnímu úhrnu (%),
- počet dnů se srážkou:
 - o $DSP_{0,1}$, DSP_5 - pod 0,1 a 5 mm ($SRA < 0,1$ mm, $SRA < 5$ mm),
 - o DSN_1 , DSN_5 , DSN_{10} , DSN_{20} - nad 1, 5, 10 a 20 mm (např. $SRA \geq 1$ mm),
- průměrná a maximální délka uzavřeného období se srážkami pod 0,1 a 5 mm ($SRA < 0,1$ mm, $SRA < 5$ mm).

Výsledky

Velké vegetační období (VVO5) začíná na jihomoravských stanicích průměrně kolem 21. března, ve Vizovicích o týden později a na stanicích na Českomoravské vrchovině o další 2 týdny později

- v první polovině dubna (Tab. 2). V jednotlivých letech se datum začátku VVO5 výrazně měnilo, nejčasnější nástup byl zaznamenán v Kuchařovicích dne 10. února 1998 a nejpozdější 8. května 1979 v Nedvězí. Z dlouhodobého hlediska je na všech analyzovaných stanicích patrný posun začátku VVO5 do dřívější doby, u stanice Nedvězí dokonce statisticky významný trend 2 dny za 10 let.

Datum konce VVO5 se v jednotlivých regionech také liší. Průměr připadá na třech jihomoravských stanicích i ve Vizovicích na 9 až 11. listopadu, na stanicích na Českomoravské vrchovině o 2 týdny dříve na 27 a 29. října. Nejčasnější konec VVO5 se vyskytl v Nedvězí 28. září 1974 a nejpozdější ve Strážnici, Kroměříži i Vizovicích 10. prosince 2006. Z hlediska hodnocení trendu se konec VVO5 posunuje na všech analyzovaných stanicích ke konci roku (VVO5 se prodlužuje), u Nedvězí, Strážnice i Vizovic se jedná o statisticky významný trend kolem 2 dnů za dekádu.

Tab. 2 Začátek, konec a délka trvání velkého vegetačního období

Stanice	Začátek veg. období			Konec veg. období			Délka trvání veg. období [dnů]		
	Min.	Průměr	Max.	Min.	Průměr	Max.	Min.	Průměr	Max.
Kuchařovice	10. 2. (1998)	21. 3.	22. 4. (1997)	16. 10. (2003)	9. 11.	9. 12. (2006)	181 (1997)	235	270 (1998)
Strážnice	24. 2. (1972)	22. 3.	24. 4. (1997)	15. 10. (1997)	11. 11.	10. 12. (2006)	175 (1997)	235	268 (1990)
Kroměříž	22. 2. (1990)	21. 3.	22. 4. (1997)	15. 10. (1997)	11. 11.	10. 12. (2006)	177 (1997)	236	279 (1990)
Vizovice	25. 2. (1972)	28. 3.	24. 4. (1997)	12. 10. (1997)	10. 11.	10. 12. (2006)	172 (1997)	228	261 (1972)
Bystřice nad Pernštejnem	12. 3. (2011)	8. 4.	3. 5. (1982)	30. 9. (1974)	29. 10.	19. 11. (1996, 2015)	166 (1994)	204	248 (2014)
Nedvězí	16. 3. (2014)	12. 4.	8. 5. (1979)	28. 9. (1974)	27. 10.	19. 11. (2015)	166 (1972, 1980, 1994)	198	248 (2014)

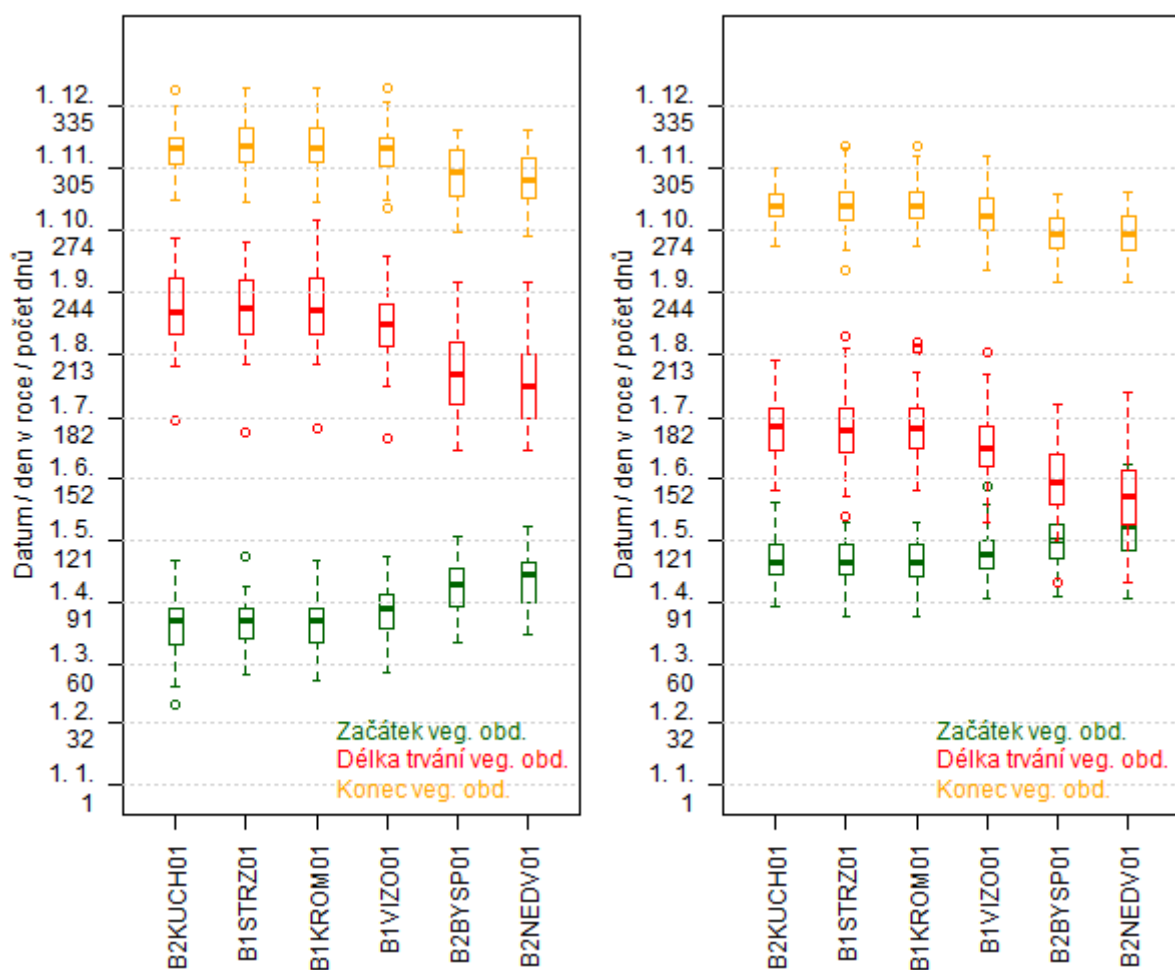
Pozn.: rok v závorce značí datum výskytu minima (maxima)

V návaznosti na data začátků a konců VVO5 se ve zkoumaných letech měnila doba trvání tohoto období. Průměrná délka trvání VVO5 je nejvyšší na stanici Kroměříž (236 dní) a nejnižší na stanici Nedvězí (198 dní). Nejkratší VVO5 se vyskytlo na stanici Nedvězí (166 dní) v letech 1972, 1980 a 1994, nejdelší v Kroměříži (279 dní) v roce 1990.

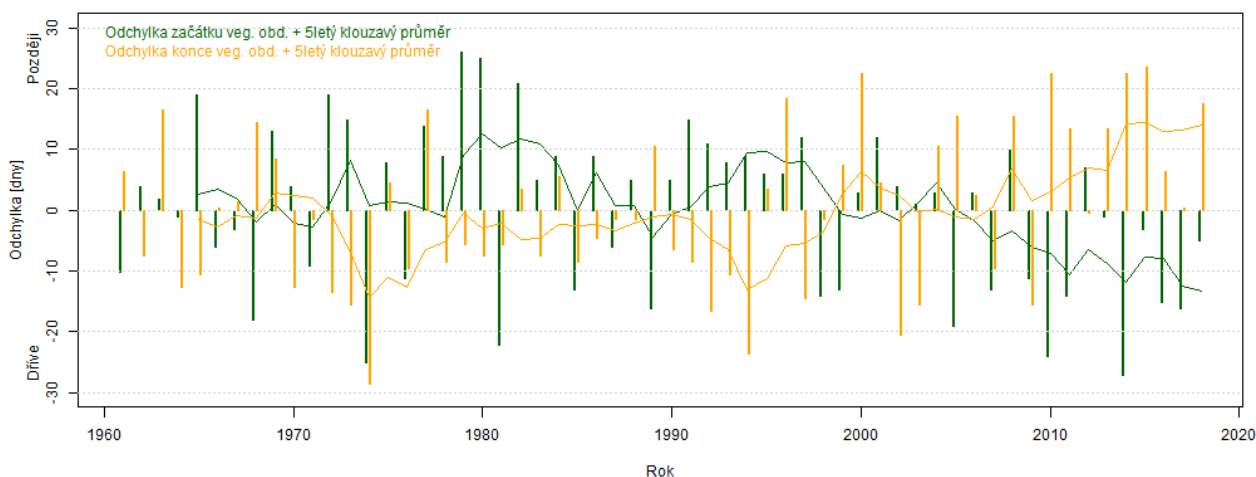
Na všech analyzovaných stanicích se rýsuje trend rostoucí doby trvání VVO5, nejvýznamnější na stanici Nedvězí, Bystřice nad Pernštejnem a Kroměříž.

Na obr. 1 jsou graficky znázorněny analyzované charakteristiky pro velké (VVO5) a hlavní vegetační období (HVO10), kde popsané rozdíly mezi sousedními regiony jsou velmi patrné.

Při porovnání meziročního kolísání začátku a konce VVO5 je viditelná odlišnost mezi stanicemi na jižní Moravě a na Vysočině, přičemž všechny stanice v jednom regionu se chovají obdobně. Vizovice korespondují se stanicemi jihomoravskými. Pro ilustraci je na obr. 2 a 5 průběh odchylek začátků a konců VVO5 od dlouhodobého průměru na stanici Strážnice a Nedvězí. Je zde vidět, že po roce 2000 jsou začátky VVO5 o něco časnější než dříve a konce se vyskytují později, což koresponduje s růstem délky VVO5. Nejvýraznější je tento proces na stanici Nedvězí.



Obr. 1 Začátek, konec a délka trvání VVO5 (vlevo) a HVO10 (vpravo)



Obr. 2 Odchylka začátku a konce VVO5 od průměru 1961–2018 na stanici Nedvězí

Z hlediska teplotních poměrů jsou na všech stanicích patrné růstové trendy jak v průměrné teplotě, tak v sumách efektivních teplot SET5, SET10 i SET15. Z analýzy dlouhodobých změn sum efektivních teplot vyplývá, že od 80. let 20. století na všech analyzovaných stanicích dochází k postupnému růstu sledovaných charakteristik a trendy nárůstu jsou statisticky významné (Tab. 3). Meziroční kolísání je analogické na všech stanicích, přičemž dosažené hodnoty výrazně závisí na nadmořské výšce a jsou vidět patrné rozdíly mezi klimatickými regiony. Nejvyšší průměrné hodnoty byly zaznamenány na jižní Moravě a zejména v Kroměříži, zatímco nejnižší v Nedvězí. Maximální SET₅, SET₁₀ i SET₁₅ se vyskytly na všech stanicích v roce 2018. Minimální SET₅ v roce 1980, SET₁₀ v roce 1978 a SET₁₅ v roce 1980.

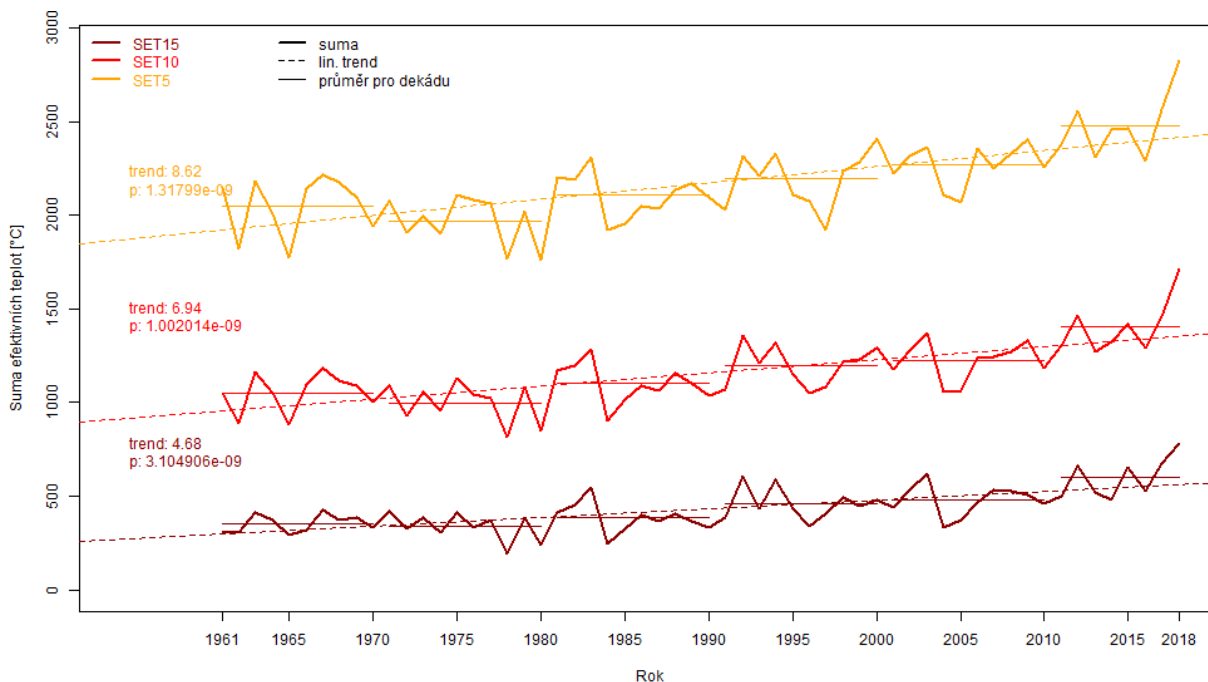
Tab. 3 Sumy efektivních teplot nad 5 °C (SET₅) a jejich trendy

Stanice	Minimum [°C]	Průměr [°C]	Maximum [°C]	Trend ¹ [°C/rok]	Trend po standardizaci ² [°C/rok]
Kuchařovice	1730,0	2177,8	2727,6	7,84 ***	5,67 ***
Strážnice	1759,4	2166,9	2822,9	8,62 ***	6,41 ***
Kroměříž	1737,6	2184,4	2822,2	8,77 ***	6,22 ***
Vizovice	1484,8	1942,0	2510,5	7,48 ***	5,30 ***
Bystřice nad Pernštejnem	1199,7	1634,4	2308,4	8,52 ***	5,85 ***
Nedvězí	1104,0	1528,1	2204,9	8,25 ***	4,90 ***

Pozn.: 1: trend 2: trend po standardizaci pův. hodnot na prům. délku VVO5, hvězdičky: stat. významnost trendu na hladině: *: 5 % ($p < 0,05$), **: 1 % ($p < 0,01$), ***: 0,1 % ($p < 0,001$)

Nárůst teplotních sum je ve velké míře ovlivněn prodlužující se délkou trvání vegetačního období, která je v jednotlivých letech proměnlivá, avšak zjištěné trendy platí i po standardizaci

teplotních sum na průměrnou délku vegetačního období. Na sledovaných stanicích tudíž prokazatelně dochází k významnému růstu efektivních teplot, zvláště v poslední dekádě (Obr. 3).



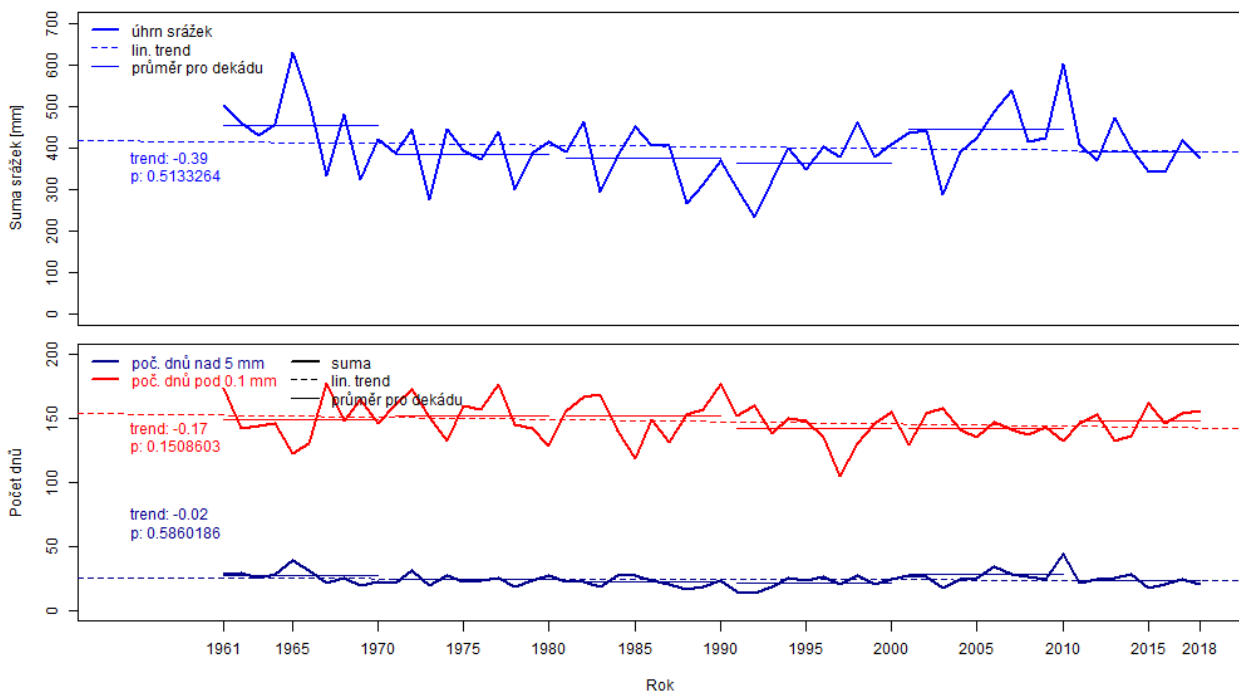
Obr. 3 Sumy efektivních teplot, jejich trend a průměry pro dekády za VVO5 na stanici Strážnice

Výsledky analýzy srážkových charakteristik vegetační sezony ukazují, že ve sledovaném období 1961 až 2018 většinou nelze zjistit významné trendy změn, přesto, že roční sumy srážek v poslední dekádě klesají. Úhrny srážek za vegetační sezonu jsou nejvyšší ve Vizovicích a nejnižší v Kuchařovicích. Maximální a minimální hodnoty se vyskytly v různých letech na různých stanicích (Tab. 4). Mezi vlhké patřil rok 2010, kdy maximální úhrny byly zaznamenány na 3 stanicích a mezi suché patřil rok 1992, kdy se minimální úhrny vyskytly na 4 stanicích.

Tab. 4 Sumy srážek za VVO5 a jejich trendy

Stanice	Minimum [mm]	Průměr [mm]	Maximum [mm]	Trend ¹ [mm/rok]	Trend po standardizaci ² [mm/rok]
Kuchařovice	215,8	380,0	680,9	0,94	0,50
Strážnice	232,0	403,0	628,9	-0,39	-0,87
Kroměříž	230,2	441,4	648,3	-0,32	-0,81
Vizovice	305,3	499,5	724,8	-1,01	-1,51
Bystřice nad Pernštejnem	202,2	392,6	589,5	1,00	0,38
Nedvězí	184,5	430,3	641,9	-0,77	-1,67 *

Pozn.: 1: trend 2: trend po standardizaci pův. hodnot na prům. délku VVO5, hvězdičky: stat. významnost trendu na hladině: *: 5 % ($p < 0,05$), **: 1 % ($p < 0,01$), ***: 0,1 % ($p < 0,001$)



Obr. 4 Sumy srážek a počet dnů se srážkou pod 0,1 mm a nad 5 mm, jejich trendy a průměry pro dekády za VVO5 na stanici Strážnice

Poměr úhrnu srážek za vegetační sezony k ročnímu úhrnu vypovídá o rozložení srážek během roku. Hodnoty tohoto ukazatele na třech jihomoravských stanicích překračují 75 %. Zejména v Kuchařovicích je patrná koncentrace srážek ve vegetačním období, kde maximální hodnoty dosahují kolem 93 %. Minimální hodnoty se vyskytují na stanicích Nedvězí (35 %) a Bystřice nad Pernštejnem (42 %). V jednotlivých letech poměr úhrnu srážek z vegetačního období k ročnímu úhrnu kolísá a na většině stanic nemá významné trendy. Výjimkou je stanice Nedvězí a Kuchařovice, kde se statisticky významně zvyšuje o 0,2, resp. 0,1 % ročně.

V další části práce byly zkoumány počty dní s určitou sumou srážek. Dní bezsrážkových (pod 0,1 mm) je nejvíce na jižní Moravě, kde jejich počet přesahuje průměrně 140 dní (Strážnice, Kuchařovice) a nejméně v Nedvězí, kde průměr činí 110 dní. Trendy dlouhodobých změn většinou nemají statistický význam, s výjimkou stanice Kroměříž, kde dohází k růstu. Maximální počet sledovaných dní byl zaznamenán ve Strážnici v roce 1967, kdy se během vegetační sezony nevyskytly žádné srážky ve 177 dnech (Obr. 4). Nejnižší počet bezsrážkových dní byl v 1997, kdy na 5 stanicích byly zaznamenány minimální hodnoty a velké území Moravy zasáhly letní povodně.

Zajímavé závěry vyplývají z analýzy počtu dní s úhrnem srážek pod 5 mm, tj. bezsrážkových dní a dní s nízkým úhrnem srážky, která se často rovná výparu a tudíž neposkytuje vegetaci dostatečné množství vláhy. Na čtyřech stanicích byl zjištěn významný rostoucí trend a to v Kroměříži, Vizovicích, Bystřici nad Pernštejnem a Nedvězí. Počet dní s úhrnem srážek menším

než 5 mm je největší na jižní Moravě (Kuchařovice, Strážnice) a nejmenší v Nedvězí. Maximální hodnota dosáhla v Kuchařovicích 248 dní v roce 1998. Minimální hodnota byla zaznamenána ve Vizovicích (130) v roce 1997, kdy i na 3 dalších stanicích byly minimální hodnoty.

V případě počtu dní se srážkami, které během vegetačního období přesáhly 1 mm, bylo v závěru analýzy zjištěno, že nejvíce se jich vyskytuje ve Vizovicích (průměrně 68 dní), a nejméně v Kuchařovicích a Bystřici nad Pernštejnem (průměrně 56 dní). Rozdíly mezi jednotlivými stanicemi nejsou velké a trendy změn nejsou významné. Maximální počet dní byl zaznamenán ve Vizovicích v roce 2001 (93), a minimální v Bystřici nad Pernštejnem v roce 1992 (33). V roce 1992 byly minima zaznamenány také na třech dalších stanicích.

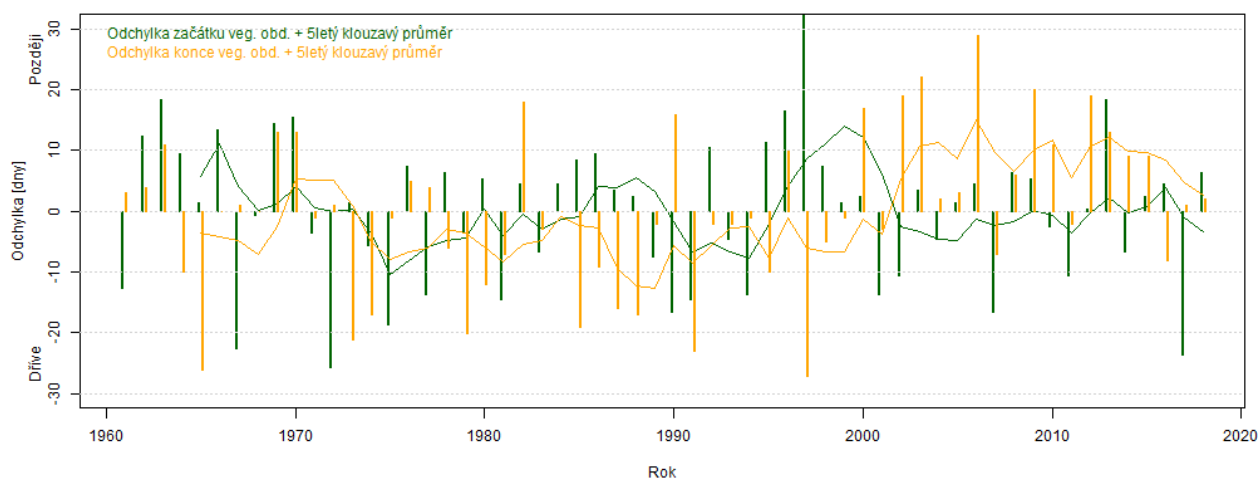
Počet dní se srážkami většími než 5 mm je také nejvyšší ve Vizovicích a nejnižší v Kuchařovicích. Maximální hodnoty se vyskytovaly v roce 2010 (3 stanice) a minimální v roce 1992 (4 stanice). Trendy změn většinou nejsou významné, s výjimkou Nedvězí, kde dochází k poklesu. Velmi podobné výsledky přinesla analýza počtu dní se srážkami většími než 10 mm. V tomto případě však klesající trendy byly zjištěny jak v Nedvězí, tak i ve Vizovicích. Dny s vydatnými srážkami, kdy úhrn srážek je větší než 20 mm, se vyskytují ve značně menší četnosti, ale i zde platí, že nejvíce je jich ve Vizovicích a nejméně v Kuchařovicích. Extrémní hodnoty se vyskytly na různých stanicích v různých letech a trendy změn nikde nemají statistický význam.

Závěrečné část práce, byla věnovaná délce suchých epizod, které se vyskytovaly během vegetačního období. V průměru bezsrážkové epizody trvají 3 až 4 dny, ale jejich maximální délka dosahovala na jednotlivých stanicích od 20 dní v Bystřici nad Pernštejnem v roce 1990 do 38 dní ve Strážnici v roce 1986. Délka epizody se srážkami pod 5 mm činí v průměru 8 až 11 dní. Nejdelší epizoda byla v roce 1969, kdy v Kuchařovicích trvala 78 dní a v Kroměříži 69 dní.

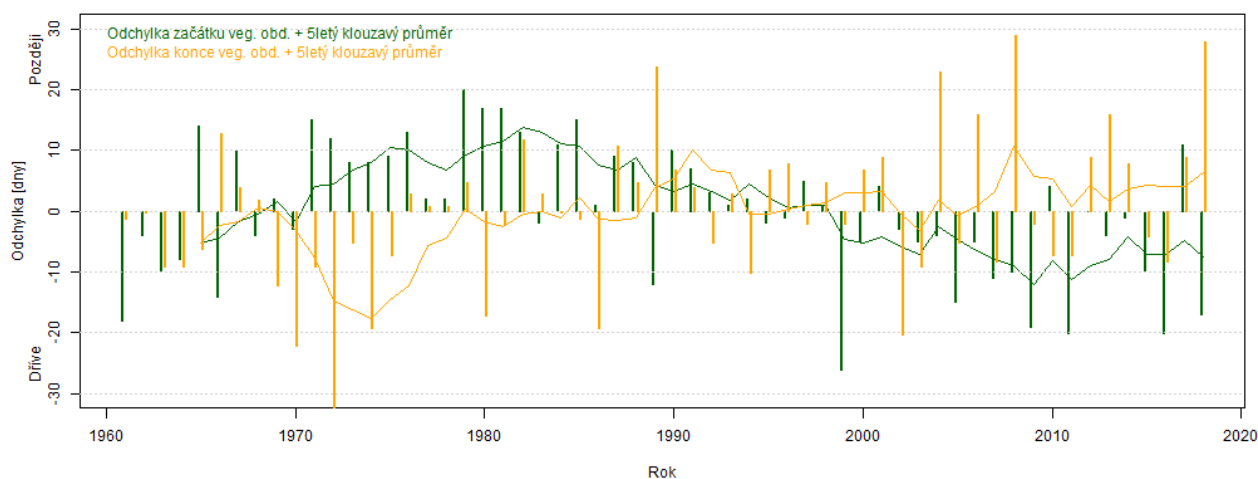
Diskuze

Některé dosažené výsledky lze porovnat se závěry podobných studií zaměřených na jiné regiony České republiky. V pracích kolektivu Potop et al., kde kritérium vymezení vegetačního období také byly pouze teplotní charakteristiky, se uvádí, že v posledních dekádách dochází k prodloužení vegetačního období, které je způsobeno zejména časnějším nástupem jara jak v Polabí (Potop et al., 2014), tak i ve středních Čechách (Potop et al. 2015). K obdobným závěrům dochází také autoři článků, ve kterých jsou použita fenologická kritéria vymezení vegetačního období, jak například Možný a Bareš (2006). V předkládané studii však bylo zjištěno, že v konkrétních lokalitách na jižní Moravě je prodloužení velkého vegetačního období, pozorované v posledních letech, způsobeno v čím dál ve větší míře pozdějším koncem sezony. Bylo tomu tak

na stanici Kuchařovice, Strážnice a Vizovice. Na druhou stranu v případě hlavního vegetačního období převažuje dřívější začátek, a to jak na jižní Moravě, tak i v sousedních regionech. Příklad na stanici Strážnice uvádí následující obrázky 5 a 6.

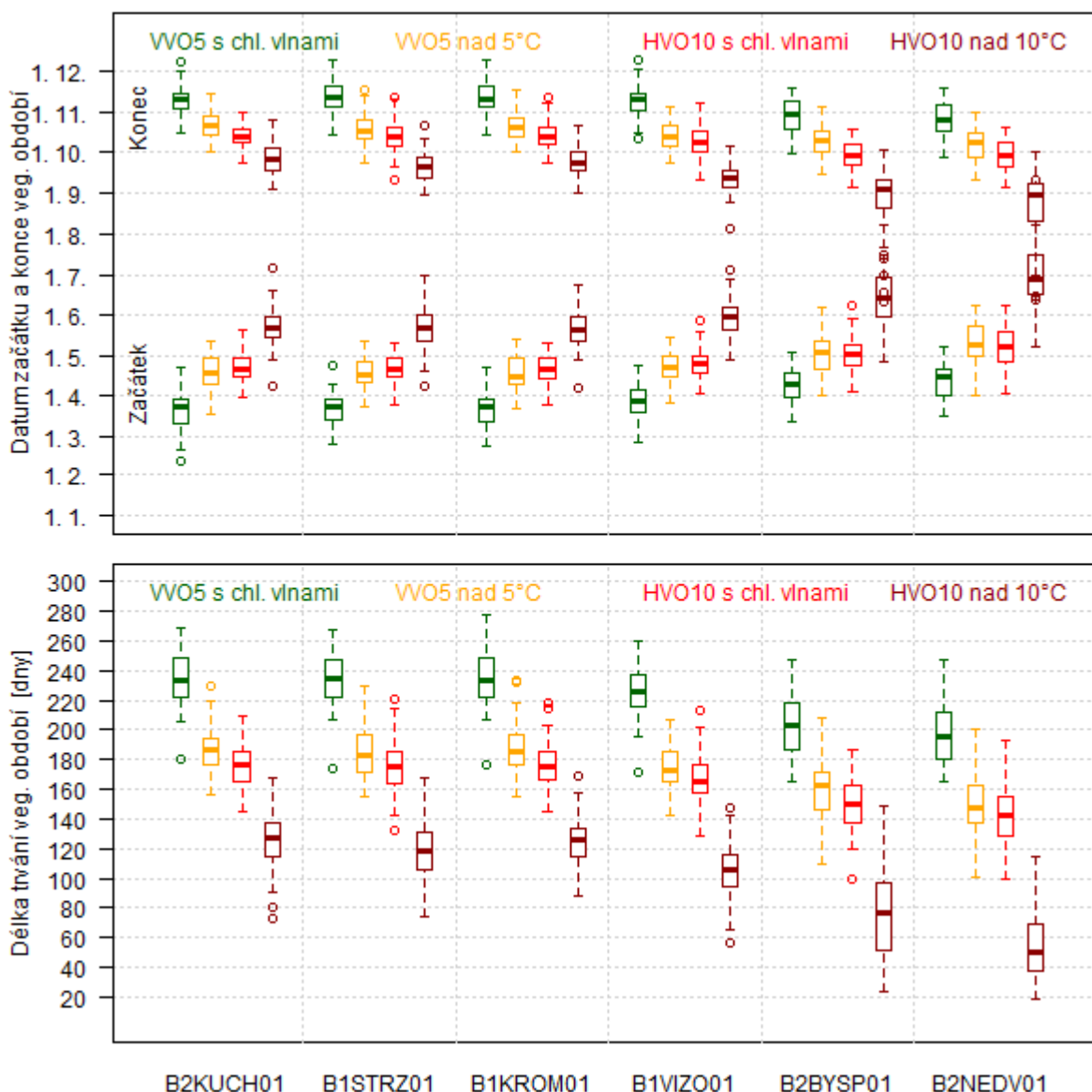


Obr. 5 Odchylka začátku a konce VVO5 od průměru 1961–2018 na stanici Strážnice



Obr. 6 Odchylka začátku a konce HVO10 od průměru 1961–2018 na stanici Strážnice

Z hlediska stanovení začátku a konce vegetačního období je důležité kritérium, podle kterého se dané období s prahovou hodnotou vymezí. Přístup zvolený v této studii bere v úvahu období, kdy teploty nad prahovou hodnotou převládají, avšak je možný i krátkodobý pokles (viz metodiku, Atlas podnebí Česka (Tolasz a kol., 2007)). V případě, že se vezme v úvahu homogenní nejdelší období s nejvyšší teplotní sumou bez poklesu pod prahovou hodnotu (tzn. bez chladných vln), lze získat termíny začátku a konce a tím i délky daných období velmi rozdílné (obr. 7).



Obr. 7 Datum začátku a konce veg. období dle různých kritérií v letech 1961–2018

Závěr

Na všech analyzovaných stanicích je trend rostoucí doby trvání VVO5, nejvýznamnější na stanici Nedvězí, Bystřice nad Pernštejnem a Kroměříž. Začátek období se posunuje do dřívější doby - u stanice Nedvězí je dokonce statisticky významný trend 2 dny za dekádu. Konec období se posunuje ke konci roku - u Nedvězí, Strážnice i Vizovic se jedná o statisticky významný trend kolem 2 dnů za dekádu. S prodlužováním délky trvání vegetační a rostoucí průměrnou teplotou sezóny souvisí i rostoucí suma efektivních teplot. Suma efektivních teplot nad 5 °C (SET₅) i nad 10 °C (SET₁₀) je ve Vizovicích v současné době obdobná jako na přelomu 60. a 70. let ve Strážnici a Kuchařovicích. Analogicky se na stanici Nedvězí vyskytují sumy ef. teplot SET₅ a SET₁₀ obdobné Vizovicím taktéž na přelomu 60. a 70. let. V případě úhrnů srážek je chování trendu ve studovaném období 58 let různorodé, vesměs klesající, avšak statisticky nevýznamné.

Jistou anomálií byla 1. dekáda 21. stol., která se na studovaných stanicích z trendu vymykala vyššími srážkami, jinak lze od 60. let sledovat pokles srážkových úhrnů. Z hlediska počtu dnů se srážkou nad různé prahové hodnoty (1, 5, 10 a 20 mm) jich bývá nejvíce na stanici Vizovice a nejméně na stanici Kuchařovice. Zřejmě se zde projevuje poloha stanic – Vizovice na západní návětrné straně Bílých Karpat, Kuchařovice na východní straně ve srážkovém stínu Vysočiny.

Literatura

Atlas podnebí Československé republiky, 1958, Praha, HMÚ, Ústřední správa geodézie a kartografie.

Chmielewski F.M., Müller A., Bruns E., 2004: Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961–2000, *Agricultural Forest Meteorol.*, 121, 1–2, 69–78.

Možný, M., Bareš, D., 2006, Trendy vegetačního období, In: Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I. (ed): „Fenologická odezva proměnlivosti podnebí“, Brno 22.3.2006.

Potop, V., Zahradníček, P., Türkott, L., Štěpánek, P., 2014, Časové změny vegetačního období Polabí, *Meteorologické zprávy*, 67 (5), 147-153.

Potop, V., Zahradníček, P., Türkott, L., 2015, Časové změny vegetačního období v Polabí, *Listy cukrovarnické a řepařské*, 131 (2), 66-70.

Quitt, E., 2007 in: Tolasz, R, a kol. Atlas podnebí Česka, Praha – Olomouc, ČHMÚ, Univerzita Palackého v Olomouci, 260.

Tomczyk A.M., Szyga-Pluta K., 2017: The period of intense vegetati on growth and maturing of plants in north-western poland, *Badania fizjograficzne (A68)*, 223–232.

Tolasz, R. a kol., 2007. Atlas podnebí Česka. Praha: Český hydrometeorologický ústav; Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1.

Štěpánek, P., Zahradníček, P., Brázdil, R., Tolasz, R., 2012: Metodologie kontroly a homogenizace časových řad v klimatologii. Český hydrometeorologický ústav, Praha. 118s.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory DKRVO ČHMÚ a grantu NAZV MZe č. QK1910165 „Moderní postupy v závlahovém režimu ovocných dřevin v podmínkách vodního deficitu“.

Kontakt:

Ing. Rostislav Fiala

Český hydrometeorologický ústav

Kroftova 43, BRNO

+420 541 421 027, rostislav.fiala@chmi.cz