

Srážky na jižní Moravě v období 2010–2012. Hraje roli celkové množství srážek nebo jejich rozložení v čase?

Precipitation in the region of southern Moravia (Czech Republic) in the period 2010–2012. Which factor plays a crucial role – total precipitation amount or its distribution in time?

Marie Doleželová¹

¹ *Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno*

Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na hodnocení srážek na vybraných lokalitách jižní Moravy v letech 2010, 2011 a 2012, které jsou kontrastní z hlediska celkových úhrnů. Roční srážkové úhrny jsou porovnány s průměry za různě stanovená třicetiletí, což umožňuje objektivní hodnocení těchto let jako nadprůměrně suchých či vlhkých. Analýza trendu za období delší než 50 let provedená dynamickým způsobem navíc ukazuje, zda celkové množství vody dostupné ze srážek vykazuje spíše klesající či rostoucí tendenci a nakolik je tato tendence v čase stabilní. Předmětem zájmu jsou rovněž případy výskytu vysokých srážkových úhrnů a období sucha. Zatímco u vysokých srážkových úhrnů je studována jejich periodicitu a synoptické příčiny jejich vzniku, u suchých období se jedná především o stanovení délky a frekvence výskytu. Vybrané charakteristiky extrémně vysokých/nízkých srážek jsou hodnoceny také v kontextu delšího období (1961–2012).

Klíčová slova: klimatické indexy, extremita, trend, sucho

Abstract

The study evaluates precipitation at various sites in the region of southern Moravia (SE part of the Czech Republic) in the years 2010, 2011 and 2012 that are in contrast in terms of annual precipitation sums. Compared with long-terms averages for periods 1961–2010, 1961–1990, 1971–2000 and 1981–2010, these annual precipitation sums can be evaluated as below or above-average. Dynamical trend analysis of annual and seasonal precipitation sums (i.e. trend analysis for 30-year periods shifted by 1 year) in the period 1961–2012 shows whether total

amount of water available from precipitation has decreasing or increasing tendency and whether this tendency is stable in time. Another object of this study are precipitation extremes – low and high as well. These extremes are described with the help of special indices that are also trend analysed in a dynamical way. In case of high extremes, periodicity is evaluated as well as synoptic conditions of their occurrence. Dry periods are studied in terms of length and frequency.

Keywords: climate indices, extremity, trend analysis, climatological drought

Úvod

Atmosférické srážky představují klimatologickou a meteorologickou charakteristiku, které je zejména v poslední době věnována značná pozornost. Především v oblastech zaměřených na zemědělskou produkci, ale i jinde, je obyvateli citlivě vnímáno jejich prostorové a časové rozložení a jeho případné změny. Na území jižní Moravy byla značná variabilita v celkovém množství srážek zaznamenána právě v posledních letech, kdy srážkově nadprůměrný rok 2010 ostře kontrastoval se suchým rokem 2011. Kromě těchto změn v celkovém množství vody dostupné ze srážek však lidskou společnost významně ovlivňuje také výskyt extrémních událostí zahrnující bouře spojené s přívalovými lijáky a dalšími doprovodnými nebezpečnými jevy, které mohou mít značné ekonomické dopady a působit škody na lidských životech. Velmi škodlivý je však i výskyt opačných extrémů spojených s dlouhými periodami beze srážek, která se vyznačují negativním dopadem na zemědělství, na stav ovzduší a potažmo na zdravotní stav populace. V předložené práci jsou tyto extrémní události studovány s pomocí určitých speciálních charakteristik, tzv. indexů extremity, které umožňují vyhodnotit jak jsou srážky v čase „koncentrovány“. Ohrožení zvýšeným výskytem srážkových extrémů je predikováno ve Čtvrté hodnotící zprávě IPCC (IPCC, 2007). Důležitost studia této problematiky vyplývá i z praxe, která ukazuje, že obyvatele jižní Moravy výskyt srážkových extrémů významně ovlivňuje (zemědělství, materiální škody...) a proto o něm chtějí být co nejlépe informováni.

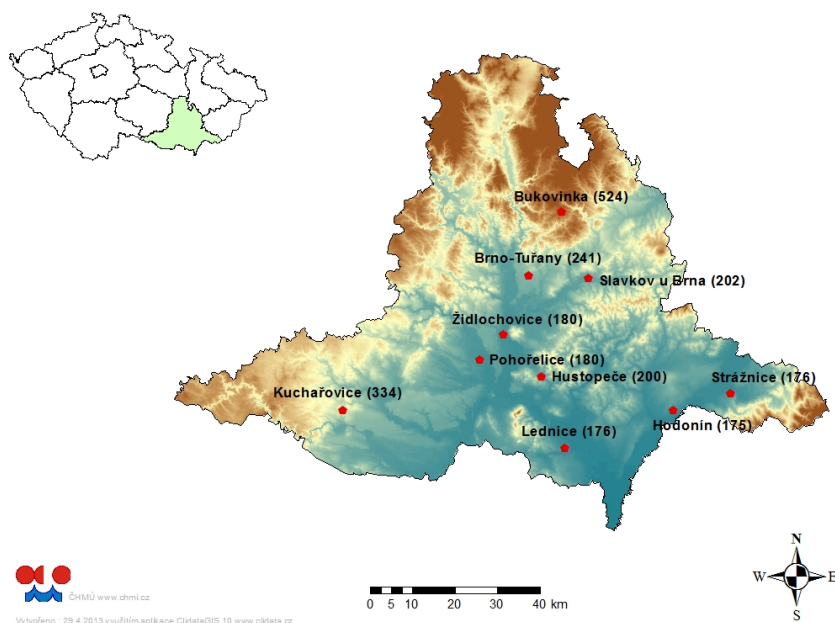
Materiál a metody

V předloženém příspěvku jsou zpracovány denní srážkové úhrny z deseti srážkoměrných a klimatologických stanic spadajících do sítě Českého hydrometeorologického ústavu na území jižní Moravy (viz obr. 1). Chybějící hodnoty jsou doplněny s pomocí software ProclimDB (Štěpánek, 2013) s využitím údajů z okolních stanic a kombinace různých charakteristik podle

metodiky popsané Štěpánkem a kol. (2012). Denní úhrny jsou využity k výpočtu měsíčních, sezonních a ročních sum pro roky 2010–2012, které jsou porovnány s dlouhodobými průměry pro období 1961–2010, 1961–1990, 1971–2000 a 1981–2010. Denní hodnoty posloužily také ke stanovení speciálních indexů, které dobře vyjadřují extremitu srážkového režimu. Výběr těchto indexů byl inspirován přehledem indexů extremity pro teplotu vzduchu a srážky, které uvádí např. Klein Tank et al. (2009). Definice indexů použitých v tomto příspěvku je uvedena v tab. 1. Studium časových změn v extremitě srážek bylo realizováno stanovením trendu jednotlivých indexů za období 1961–2012. Z důvodu absence normálního rozdělení bylo k analýze trendu užito neparametrických metod zahrnujících Mann-Kendallův test trendu (Mann, 1945; Kendall, 1970) a Senovu metodu odhadu velikosti trendu (Sen, 1968). Vzhledem k závislosti trendu na volbě analyzovaného období byl aplikován dynamický přístup, kdy byl trend vypočten pro 30-leté úseky posunované po jednom roce. Obdobného přístupu při analýze srážek využila např. Lupikasza (2010). Dynamickým způsobem byl analyzován také trend ročních a sezonních srážkových úhrnů a srovnání s výsledky pro indexy extremity umožnilo získat představu o vývoji celkového množství a „koncentrovanosti“ srážek v čase. Řady ročních maxim denních srážkových úhrnů byly proloženy teoretickým rozdělením GEV (Generalised Extreme Values), které v porovnání s jinými rozloženími (např. gamma či log-normální) nejlépe aproximuje uvedené hodnoty. S pomocí tohoto rozdělení byla odvozena doba opakování vysokých srážkových úhrnů v letech 2010–2012 a u vybraných případů byly rozebrány synoptické podmínky jejich výskytu.

Tab. 1 Přehled a definice indexů extremity použitých v této práci

Název indexu	Zkratka	Definice	Jednotka
Podíl srážkových úhrnů v extrémně vlhkých dnech	SUM_95_PERC	Podíl sumy srážkových úhrnů ve dnech s denním úhrnem větším než 95. percentil za období 1961–1990 na celkovém úhrnu.	%
Průměrná délka suché periody	SP_AVG	Průměrná doba trvání suché periody, tj. periody po sobě následujících dní s úhrnem pod 1 mm.	počet dní
Maximální délka suché periody	SP_MAX	Maximální doba trvání suché periody, tj. periody po sobě následujících dní s úhrnem pod 1 mm.	počet dní



Obr. 1 Umístění použitých meteorologických stanic v rámci Jihomoravského kraje
(v závorce uvedena nadmořská výška stanice)

Výsledky

Porovnání ročního úhrnu srážek v letech 2010, 2011 a 2012 s různě definovaným dlouhodobým průměrem je patrné z tab. 2–4. Tyto výsledky ukazují, že rok 2010 byl na všech studovaných lokalitách nadprůměrně vlhký, zatímco roky 2011 a 2012 lze označit spíše za suché. Roční úhrn srážek v roce 2010 se na jednotlivých stanicích a při srovnání s různými obdobími pohybuje v rozmezí 130–180%. Tento nárůst oproti normálu byl způsoben zejména měsícem lednem, jehož srážkový úhrn dosáhl přibližně 2krát až 2,5krát vyšší hodnoty než je obvyklé. Srážkově vydatné však byly také měsíce duben a květen, kdy byl na stanicích naměřen dvojnásobek úhrnu běžného pro tento měsíc. Na některých stanicích srážkové úhrny převýšily dlouhodobý průměr také v červenci, srpnu a popřípadě v září, a to přibližně v řádu 150–200%.

V roce 2011 se srážkový úhrn typicky pohyboval v rozmezí od 75% do 95% normálu, což souviselo s výskytem velmi suchého podzimu, zejména měsíce listopadu. Podzimní srážkový úhrn dosáhl přibližně jedné poloviny typické pro toto roční období (45–65% normálu) a úhrn měsíce listopadu byl jen v řádu jednotek mm. Sucho pokračovalo také v zimě a především na jaře roku 2012, kdy v měsíci březnu srážky opět téměř nevypadávaly. Roční bilance však byla vylepšena srážkově mírně nadprůměrným létem (100–130% normálu), což způsobilo, že srážkový úhrn za rok 2012 dosáhl 70–100% normálu.

Tab. 2 Roční úhrn srážek na vybraných stanicích jižní Moravy v roce 2010 a jeho porovnání s dlouhodobým průměrem¹

Stanice	hodo	strz	btur	buka	hust	kuch	ledn	poho	slab	zidl
Úhrn srážek (mm)	717,7	738,9	686,8	885,9	749,6	815,6	746,3	660,4	777,2	675,7
% z průměru 1961–2010	134,0	137,9	137,3	140,1	148,2	167,3	147,5	136,7	152,6	136,4
% z průměru 1961–1990	136,6	137,5	140,1	141,0	152,7	173,3	155,1	139,3	160,8	137,4
% z průměru 1971–2000	143,0	146,1	142,4	144,5	157,8	178,8	156,9	146,4	159,7	143,3
% z průměru 1981–2010	134,9	138,9	135,1	140,4	146,0	164,0	143,0	135,7	144,2	136,9

Tab. 3 Roční úhrn srážek na vybraných stanicích jižní Moravy v roce 2011 a jeho porovnání s dlouhodobým průměrem

Stanice	hodo	strz	btur	buka	hust	kuch	ledn	poho	slab	zidl
Úhrn srážek (mm)	508,3	469,6	392,7	482,7	424,2	372,0	442,4	373,6	459,5	406,7
% z průměru 1961–2010	94,9	87,6	78,5	76,3	83,9	76,3	87,4	77,3	90,2	82,1
% z průměru 1961–1990	96,7	87,4	80,1	76,8	86,4	79,1	91,9	78,8	95,1	82,7
% z průměru 1971–2000	101,3	92,8	81,4	78,7	89,3	81,5	93,0	82,8	94,4	86,3
% z průměru 1981–2010	95,5	88,3	77,3	76,5	82,6	74,8	84,8	76,7	85,3	82,4

Tab. 4 Roční úhrn srážek na vybraných stanicích jižní Moravy v roce 2012 a jeho porovnání s dlouhodobým průměrem

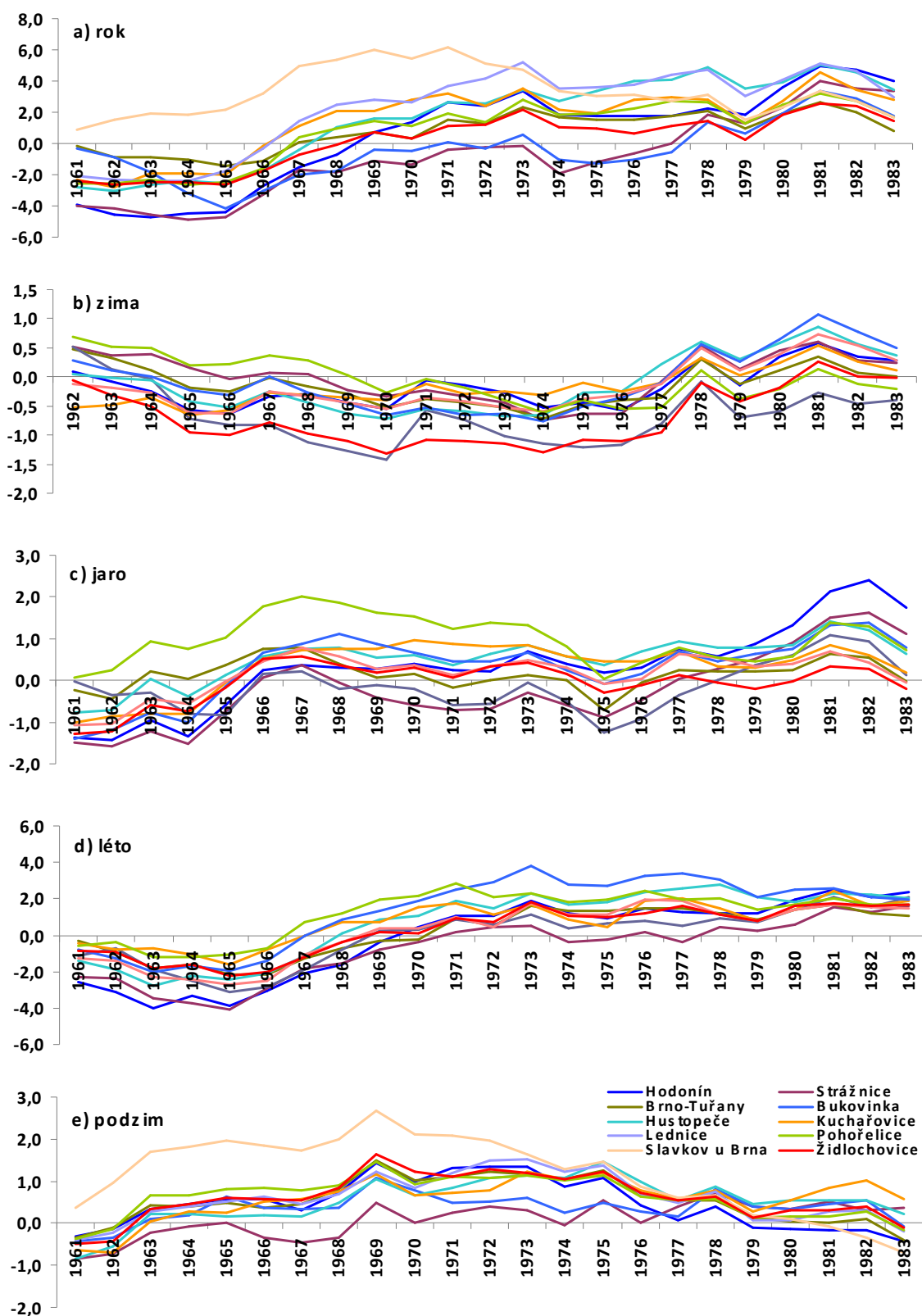
Stanice	hodo	strz	btur	buka	hust	kuch	ledn	poho	slab	zidl
Úhrn srážek (mm)	526,2	467,2	426,4	596,1	481,3	465,5	373,0	425,5	517,0	440,5
% z průměru 1961–2010	98,2	87,2	85,3	94,3	95,2	95,5	73,7	88,1	101,5	88,9
% z průměru 1961–1990	100,1	86,9	87,0	94,9	98,0	98,9	77,5	89,7	107,0	89,6
% z průměru 1971–2000	104,9	92,4	88,4	97,2	101,3	102,0	78,4	94,3	106,2	93,4
% z průměru 1981–2010	98,9	87,8	83,9	94,4	93,8	93,6	71,5	87,4	95,9	89,2

¹ hodo – Hodonín, strz- Strážnice, btur – Brno-Tuřany, buka – Bukovinka, hust – Hustopeče, kuch – Kuchařovice, ledn – Lednice, poho – Pohořelice, slab – Slavkov u Brna, zidl – Židlochovice.

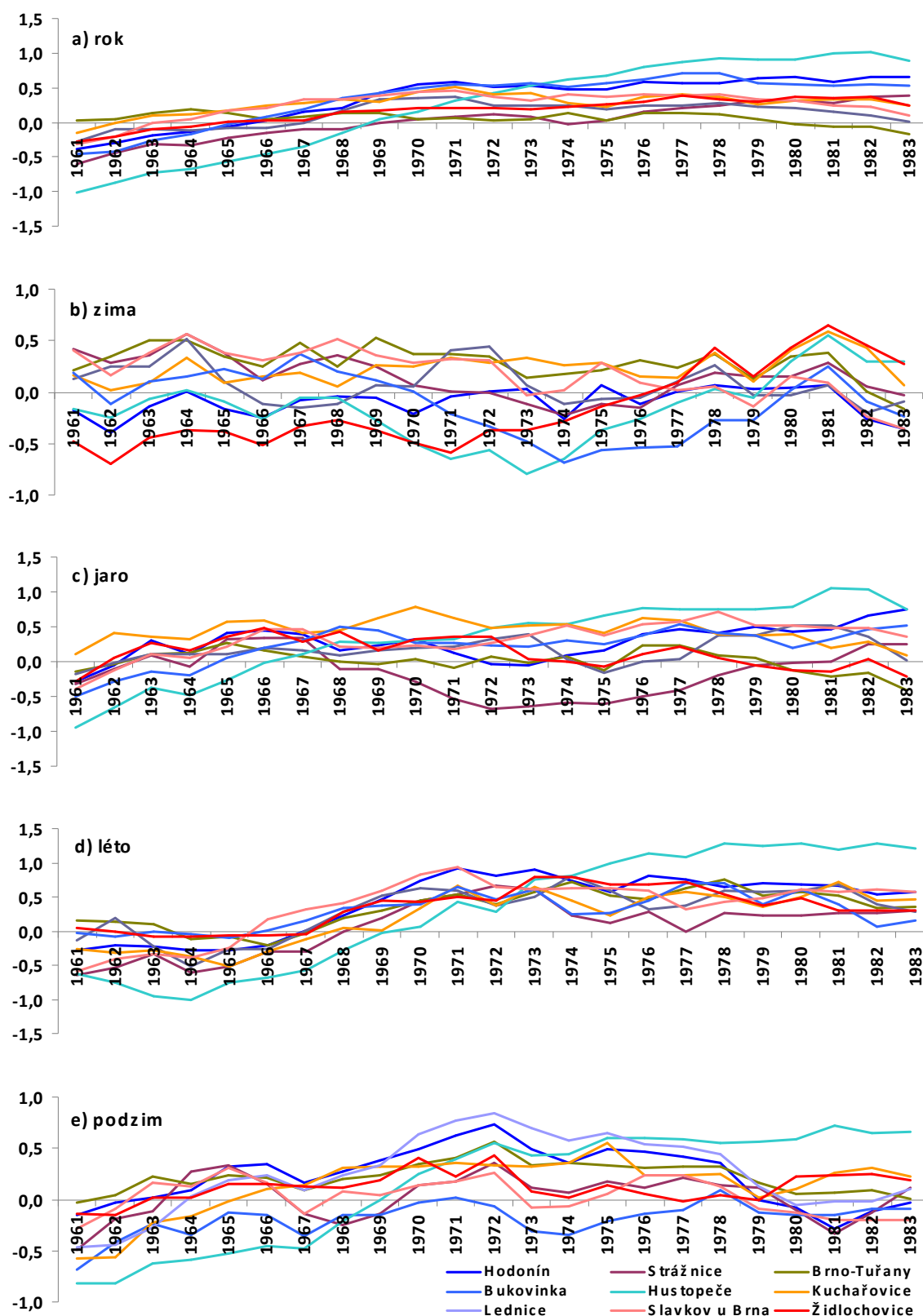
Z analýzy trendu srážkových úhrnů provedené dynamickým způsobem pro třicetileté úseky vyplývá, že množství srážek ve všech sezonách v posledních letech vykazuje kladný trend, který dosahuje maxima právě ve třicetiletí ukončeném rokem 2010 (1981–2010). V následujících dvou třicetiletích dochází v důsledku sucha k jeho zeslabení, avšak stále se udržují kladné hodnoty.

Nejvýraznější růstová tendence je patrná u ročních a letních hodnot. Srážkové úhrny roku vykazovaly od počátku 60. let 20. století záporný trend, který se dále zvyrazňoval až ke svému minimu v polovině 60. let. V Hodoníně a Strážnici tento záporný trend ve třicetiletích začínajících mezi lety 1961 a 1965 přesáhl hranici statistické významnosti. Velikost poklesu přitom činila přibližně 4,0 až 4,5 mm za rok. Poté však záporný trend zeslábl a přešel do kladných hodnot, které trvají až do konce období (viz obr. 2). Na stanicích Hustopeče a Lednice byl dokonce v období od druhé poloviny 70. let detekován statisticky významný kladný trend o velikosti 4,0 až 5,0 mm za rok. Obdobný vývoj vykázaly také letní hodnoty, jak ukazuje obr. 3. Statisticky významný záporný trend (cca 3,0 mm za rok) letních úhrnů byl v Hodoníně a Strážnici zjištěn mezi lety 1962 (resp. 1963) a 1966. Ve Strážnici byl navíc detekován významný kladný trend o velikosti asi 2,5 mm za rok zcela na konci studovaného období (ve třicetiletích s počátkem v roce 1981 a 1983).

Pozitivní trend v množství srážek je úzce spjat s rostoucí tendencí výskytu případů s vysokými denními srážkovými úhrny, což potvrzuje analýza trendu indexu založeného na podílu srážek ve dnech s úhrnem přesahujícím stanovenou mez 95. percentilu na celkovém úhrnu, zde označeného jako SUM_95_PERC. Vývoj znaménka trendu u letních hodnot je obdobný jako v případě běžných srážkových úhrnů. V závěru období se od ostatních stanic výrazně odlišují Hustopeče, kde je kladný trend velmi výrazně vyjádřen (viz obr. 3). Roční hodnoty vykazují kontinuální růst v průběhu celého období a narozdíl od léta se u nich tedy neuplatňuje „peak“ záporného trendu ve třicetiletích začínajících kolem roku 1965. Podobná jako u trendu srážkových úhrnů je také distribuce statisticky významných hodnot, které nejčastěji připadají na rok a na léto a vyskytují se v době od 70. let.



Obr. 2 Dynamický lineární trend (mm/rok) ročních a sezonních srážkových úhrnů na vybraných stanicích jižní Moravy (na vodorovné ose je uveden počáteční rok daného třicetiletí)



Obr. 3 Dynamický lineární trend (%/rok) ročních a sezonních hodnot podílu srážkových úhrnů v extrémně vlhkých dnech (SUM_95_PERC) na vybraných stanicích jižní Moravy (na vodorovné ose je uveden počáteční rok daného třicetiletí)

Nejvíce statisticky významných hodnot bylo detekováno v Hodoníně, Hustopečích a Lednici. V Hodoníně se významný kladný trend ročních i letních hodnot uplatnil ve všech třicetiletích od roku 1970 dále. V Hustopečích to bylo ve všech třicetiletích od roku 1973 pro rok a ve všech třicetiletích od roku 1975 v případě léta. Na stanici Lednice statisticky významný kladný trend kolísající od 0,4 od 0,7% za rok trvá od roku 1968 do současnosti. Statisticky významná rostoucí tendence podílu extrémních denních srážkových úhrnů na celkovém úhrnu se projevila rovněž na jaře, pro které byla v době od 70. let zaznamenána zejména v Hodoníně, Hustopečích a Slavkově u Brna (viz tab. 6). Trend jarních hodnot byl zcela na počátku studovaného období (tj. ve třicetiletích začínajících v první polovině 60. let) záporný, postupně se však zeslabil až se od 70. let stal kladným a vykazuje mírný nárůst až do konce studovaného období, který je nejvíce patrný v Hustopečích (viz obr. 3). V případě zimy se projevil průběh tvaru písmene “U” typický poklesem trendu ve druhé polovině 60. let a v první polovině následující dekády a následným mírným nárůstem. Statisticky významné hodnoty se však téměř nevyskytují. Na podzim byla zaznamenána růstová tendence vrcholící ve třicetiletí 1972–2001, kdy se vyskytují také statisticky významné hodnoty, jak je patrné z tab. 6. Potom trend poklesl a na konci období byl již na některých stanicích mírně záporný.

Tab. 5 Statisticky významný trend ročních a sezonních hodnot charakteristiky SP_AVG na vybraných stanicích jižní Moravy

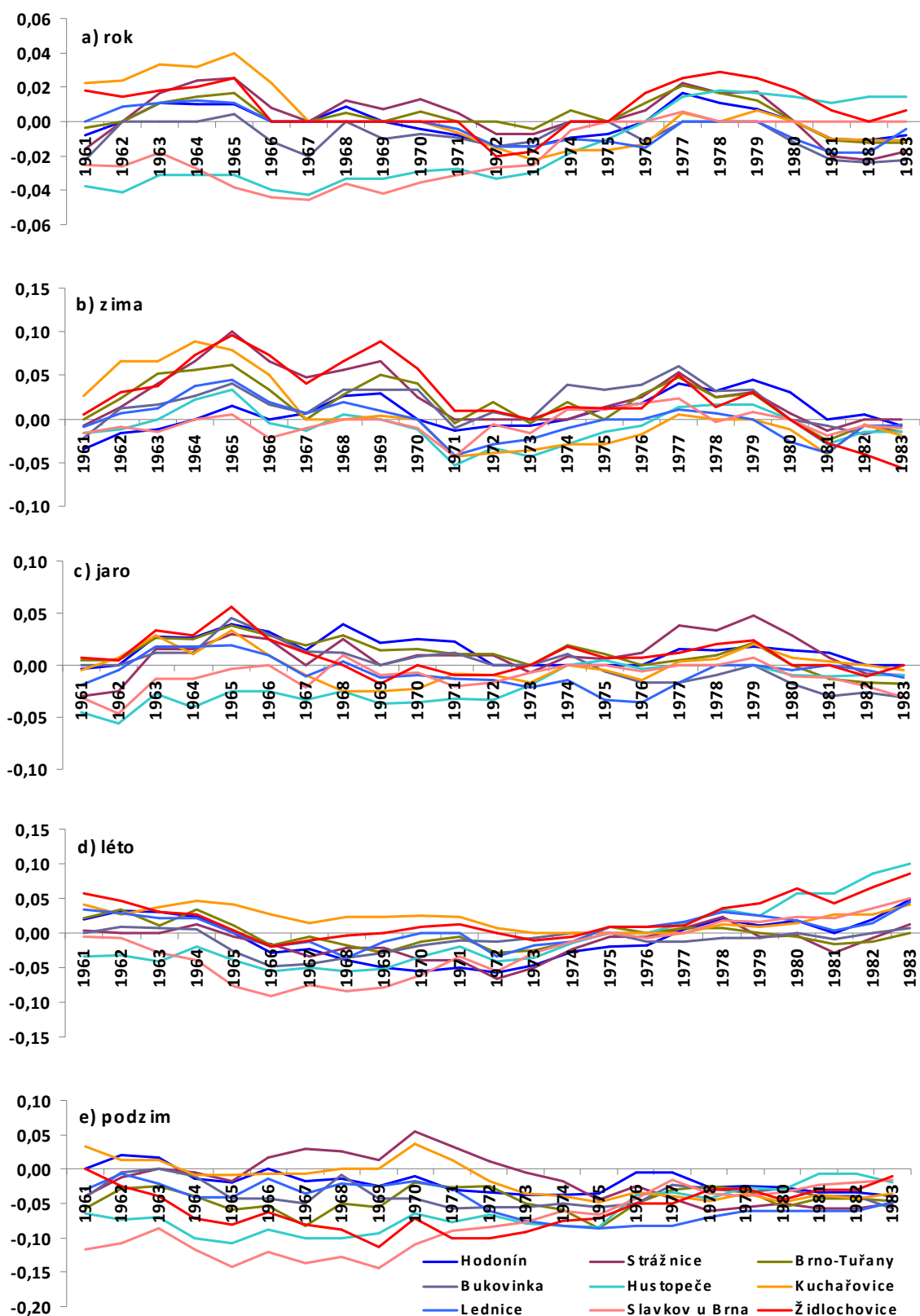
Stanice	Počátek třicetiletí s významným trendem, velikost trendu (dní za rok)				
	Rok	Zima	Jaro	Léto	Podzim
Hodonín	–	–	–	1968, +0,04	–
Strážnice	–	1965, +0,10	–	–	–
Hustopeče	1961, -0,04 1962, -0,04 1966, -0,04 1967, -0,04 1968, -0,03 1969, -0,03 1972, -0,03	–	1982,+ 0,09 1983, +0,10	–	1964, -0,10 1965, -0,11 1966, -0,09 1967, -0,10 1968, -0,10 1969, -0,09
Kuchařovice	–	–	1964, +0,05	–	–
Lednice	–	–	–	–	1975, -0,09
Slavkov u Brna	1966, -0,04 1967, -0,05 1969, -0,04	–	1966, -0,09 1967–1969, -0,08 1983, +0,05	–	1964–1970, -0,14 (1965, 1969) až -0,11 (1970)
Židlochovice	–	1965, +0,10	1983, +0,09	–	–

Tab. 6 Statisticky významný trend ročních a sezonních hodnot charakteristiky **SUM 95 PERC** na vybraných stanicích jižní Moravy

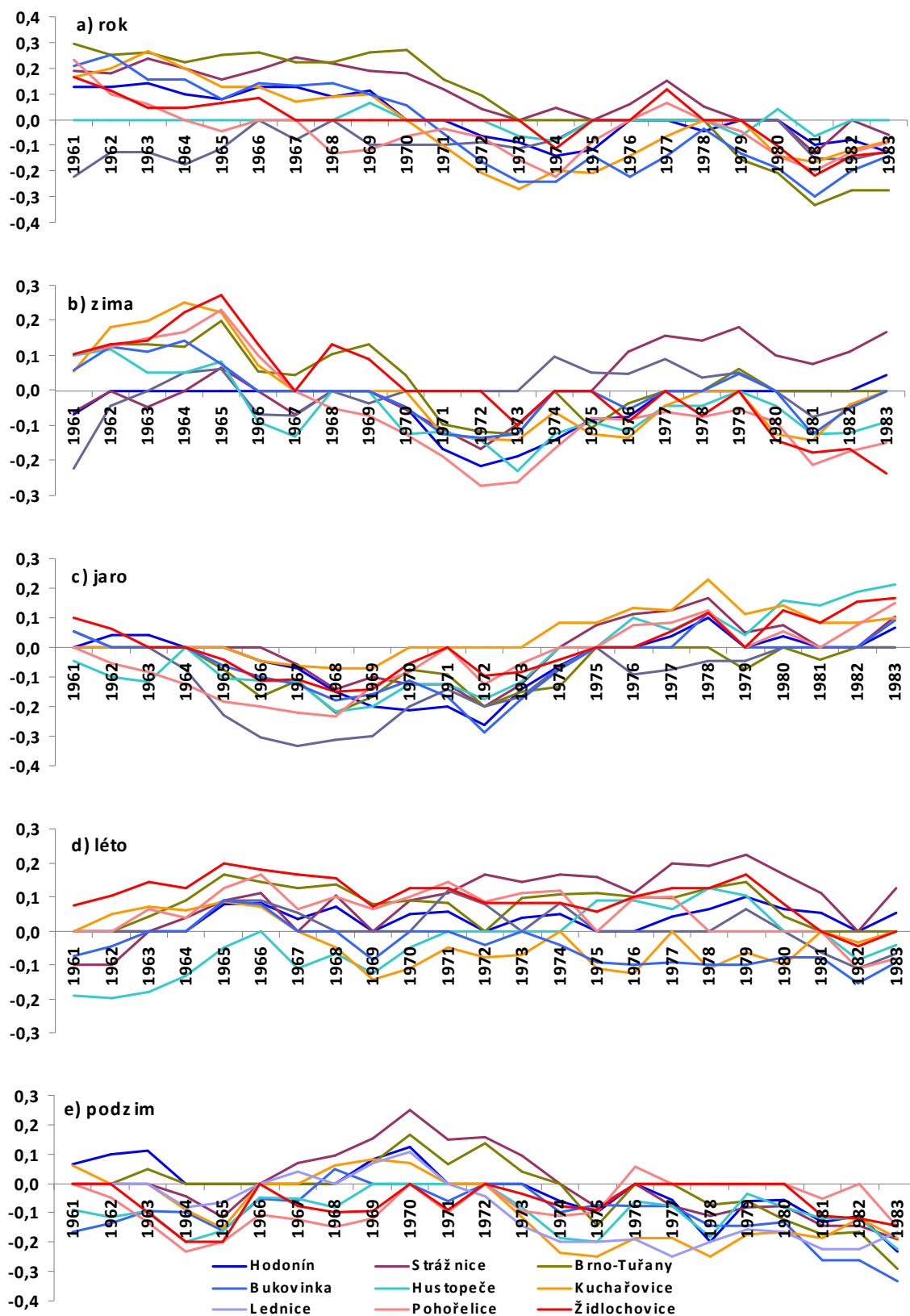
Stanice	Počátek třicetiletí s významným trendem, velikost trendu (% za rok)				
	Rok	Zima	Jaro	Léto	Podzim
Hodonín	1961, -0,39 1962, -0,30 1970–1983, +0,47 (1975) až +0,65 (1983)	–	1982, +0,66 1983, +0,76	1970–1983, +0,58(1975) až +0,93 (1971)	1971, +0,63 1972, +0,73
Strážnice	1961, -0,60 1962, -0,44	–	1973, -0,65 1974, -0,60 1975, -0,61	–	–
Brno-Tuřany	–	–	1974, +0,71 1978, +0,75	–	–
Bukovinka	1971, +0,37	–	–	–	–
Hustopeče	1961–1966, -1,01 (1961) až -0,46 (1966) 1973–1983, +0,52 (1973) až +1,01 (1982)	1973, -0,79	1961, -0,95 1975–1983, +0,66 (1975) až +1,05 (1980)	1961–1966, -1,01 (1964) až -0,63 (1961) 1975–1983, +0,99 (1975) až +1,29 (1982)	1961, -0,82 1962, -0,82 1963, -0,62 1976, +0,60 1980, +0,59 1981, +0,72 1982, +0,64 1983, +0,66
Kuchařovice	1970, +0,45 1971, +0,52 1977–1982, +0,32 (1980) až +0,40 (1977)	–	1970, +0,79 1971, +0,62 1976, +0,63	–	–
Lednice	1961, -0,47 1962, -0,42 1968–1983, +0,35 (1968) až +0,70 (1977, 1978)	1974, -0,69	–	1971, +0,65 1973, +0,61 1977, +0,70	1971, +0,77 1972, +0,84 1973, +0,70 1975, +0,65
Slavkov u Brna	1970, +0,44 1971, +0,45 1978, +0,41	–	1974, +0,52 1976–1980, +0,52 (1979, 1980) až +0,71 (1978)	1970, +0,84 1971, +0,94 1980, +0,61 1982, +0,61	–
Židlochovice	1961, -0,28	1962, -0,69	–	1973, +0,78	–

	1976, +0,30	1966, -0,52		1974, +0,78	
	1977, +0,38	1971, -0,59		1975, +0,68	
	1978, +0,34			1976, +0,69	
	1980, +0,37			1977, +0,72	
	1981, +0,35				
	1982, +0,37				

Výskyt suchých period vykazuje výraznější tendenci zejména na jaře, pro které se od poloviny 70. let projevuje kladný a dále se zesilující trend průměrné i maximální délky. V případě průměrné délky suchých period je tento kladný trend statisticky významný v Hustopečích a v posledním třicetiletí 1983–2012 také ve Slavkově u Brna a v Židlochovicích. V případě maximální délky suchých period pouze v Kuchařovicích ve třicetiletí 1978–2007 (+0,23 dne za rok). Přehled statisticky významných hodnot průměrné délky suchých period je uveden v tab. 5. U maximální délky suchých period statisticky významné hodnoty téměř nebyly detekovány. Průměrná i maximální délka suchých období se však velmi dobře shodují ve vývoji znaménka a síly trendu jarních hodnot, což je patrné z obr. 4 a 5. Mírně kladný trend na počátku 60. let 20. století byl vystřídán zápornými hodnotami v průběhu druhé poloviny 60. let a dále výše zmiňovaným kladným trendem, který se uplatňuje od poloviny 70. let a ke konci období ještě dále zesiluje. Shoda výsledků obou indexů je patrná také v zimě a v létě, naopak pro rok a podzim je vývoj znaménka trendu mírně odlišný, což je dokumentováno na obr. 4 a 5.



Obr. 4 Dynamický lineární trend (dní/rok) ročních a sezonních hodnot průměrné délky suchých period (SP_AVG) na vybraných stanicích jižní Moravy (na vodorovné ose je uveden počáteční rok daného třicetiletí)



Obr. 5 Dynamický lineární trend (dní/rok) ročních a sezonních hodnot maximální délky suchých period (SP_MAX) na vybraných stanicích jižní Moravy (na vodorovné ose je uveden počáteční rok daného třicetiletí)

V kontextu hodnocení let 2010 až 2012 lze konstatovat, že podzim 2011 byl z hlediska maximální délky suchého období rekordní na 5 stanicích, a to v Hodoníně, Hustopečích, Strážnici, Brně-Tuřanech a Bukovince. Souvislé období s denními srážkovými úhrny pod 1 mm zde trvalo 38–46 dní. V případě ostatních stanic bylo maximum za období 1961–2012 dosaženo v jiném roce, nejčastěji v roce 1969, jak je patrné z přehledu v tab. 7. Jádrem pozimního suchého období v roce 2011 je ohraničeno daty 27. 10. 2011 a 2. 12. 2011. Začátek a konec jeho nástupu se však mezi jednotlivými stanicemi mírně liší (např. ve Strážnici je začátek posunut již na 20. 10. 2011).

Na jaře 2012, které výrazně přispělo k podprůměrnosti ročního srážkového úhrnu za rok 2012, se maximální délka souvislého období bez srážek na jednotlivých stanicích pohybovala v rozmezí 20-37 dní. Tato délka se však u žádné ze stanic nevyrovnala rekordu za období od roku 1961, který byl nejčastěji zaznamenán v roce 1974 a dále také v roce 2007 či 2009 (viz tab. 7). Jádrem tohoto suchého období připadlo na druhou a třetí dekádu měsíce března (9. 3. 2012 – 28. 3. 2012). Nejdelší výskyt byl zaznamenán na stanici Lednice, kde trval od 9. 3. 2012 do 14. 4. 2012, tj. 37 dní.

Tab. 7 Maximální délka suché periody (SP_MAX) v jarní a podzimní sezoně na vybraných stanicích jižní Moravy

Stanice	SP_MAX (dní)			
	Podzim 2011	Rekord pro podzim za období 1961–2012 (rok výskytu)	Jaro 2012	Rekord pro jaro za období 1961–2012 (rok výskytu)
Hodonín	44	44 (2011)	22	37 (2009)
Strážnice	44	44 (2011)	27	37 (1974)
Brno-Tuřany	38	38 (1969, 2011)	26	39 (1974)
Bukovinka	38	38 (1962, 2011)	22	41 (2007)
Hustopeče	46	46 (2011)	26	35 (2009)
Kuchařovice	31	38 (1983)	20	40 (2007)
Lednice	37	39 (1977)	37	38 (1974)
Pohořelice	38	38 (1969)	21	49 (1974)
Slavkov u Brna	39	53 (1969)	26	34 (1976)
Židlochovice	34	38 (1969)	26	36 (1974)

Naopak nadprůměrný srážkový úhrn roku 2010 byl způsoben zejména lednem. Dne 8. 1. 2010 byl na jednotlivých stanicích dosažen denní srážkový úhrn o velikosti od 15,6 mm v Brně-Tuřanech do 39,6 mm v Židlochovicích, což při proložení teoretickým rozdělením GEV na většině stanic odpovídá periodě opakování delší než 100 let. Přesnou hodnotu však není vhodné uvádět, jelikož odhad je proveden z řad za období 1961–2012, tj. o délce 52 let. Výsledky indikující periodu opakování delší než 100 let tedy poskytují pouze řádovou informaci, nikoliv přesnou hodnotu. Synoptické podmínky, které zapříčinily vznik výjimečně vysokého srážkového úhrnu, zahrnovaly vliv tlakové níže, která na naše území postoupila ze západního Středomoří a poté pokračovala dále k severovýchodu. V průběhu celého dne bylo zataženo s vydatným sněžením, které později večer přecházelo v mrznoucí srážky. Synoptická situace byla podle katalogu povětrnostních situací pro naše území (Kolektiv HMÚ, 1972) klasifikována jako východní cyklonální situace (Ec).

Nadprůměrný srážkový úhrn byl zaznamenán také v jiných měsících roku 2010, a to v dubnu a květnu a na některých stanicích též v červenci a v srpnu. Dubnová, květnová a srpnová maxima denního úhrnu srážek však z hlediska doby opakování nepřekračují řád jednotek. Odlišná je situace u červencového maxima, jehož perioda opakování se u Bukovinky, Hustopečí, Kuchařovic, Lednice a Pohořelic pohybuje v rozmezí 40-100 let a v Brně-Tuřanech dokonce překračuje hodnotu 100 let. Výskyt těchto vysokých denních srážkových úhrnů nastal na jednotlivých stanicích buď dne 17. 7. 2010 či 23. 7. 2010. Dne 17. 7. 2010, kdy byl na předmětném území dosažen srážkový úhrn o velikosti od 5,6 mm ve Strážnici do 54,6 mm v Lednici, přecházela přes území Moravy směrem k východu studená fronta, která byla zejména v odpoledních hodinách doprovázena silnými bouřkami a místy i krupobitím. Velmi pomalý postup fronty vyústil ve vysoké srážkové úhrny, v důsledku čehož jinde na Moravě spadlo i přes 100 mm srážek. Synoptická situace byla klasifikována jako brázda postupující přes střední Evropu (Bp), stejně jako v případě dne 23. 7. 2010, kdy přes předmětné území postupovala zvlněná studená fronta. Ve večerních hodinách se od jihozápadu rozšířil déšť trvalého charakteru, který byl místy doprovázen i slabšími bouřkami. Nejvyšší denní srážkový úhrn v rámci analyzovaných stanic činil 69,0 mm a byl dosažen právě v Brně-Tuřanech, kde byla překročena perioda opakování 100 let. Oba červencové případy tedy byly spojeny se studenou frontou postupující v brázdě nízkého tlaku vzduchu přes střední Evropu směrem k východu.

Závěr

Předložená práce se zabývala hodnocením srážek na jižní Moravě v letech 2010, 2011 a 2012 v kontextu období 1961–2012. Zatímco rok 2010 se z hlediska celkového množství srážek jeví jako nadprůměrně vlhký, roky 2011 a 2012 jsou spíše podprůměrné, k čemuž přispěl zejména suchý podzim 2011 a suché jaro 2012. Analýza trendu provedená dynamickým způsobem ukazuje, že množství atmosférických srážek v posledních letech vykazuje spíše rostoucí tendenci, což je patrné hlavně a v létě a v roce jako celku. Toto zjištění dobře koresponduje s výsledky analýzy trendu charakteristiky založené na podílu srážkových úhrnů v extrémně vlhkých dnech, z čehož vyplývá, že zejména v letní sezoně roste význam extrémních srážkových událostí, které se stále větší měrou podílejí na celkovém srážkovém úhrnu. Na druhé straně však dochází také k prodlužování period sucha, což se však projevilo spíše na jaře a slaběji než v případě vlivu extrémních srážkových událostí.

Použité indexy vypočtené z denních srážkových úhrnů představují užitečný nástroj ke studiu rovnoměrnosti či nerovnoměrnosti distribuce srážek v čase a změn v extremitě srážkového režimu. Do budoucna by bylo vhodné tímto způsobem analyzovat rozsáhlejší oblast, což by umožnilo zjistit nakolik jsou získané výsledky stabilní v prostoru nebo naopak nahodilé mezi stanicemi.

Alarmující jsou výsledky analýzy trendu indexu založeného na podílu srážek z extrémně vlhkých dnů, neboť ukazují na rostoucí uplatnění srážek pocházejících z extrémních událostí. Takové srážky jsou jednak nebezpečné a také zemědělsky neefektivní v důsledku stoku velkého množství vody z území v krátkém čase. Z praxe navíc vyplývá, že výskyt vysokých srážkových extrémů je obyvatelstvem citlivě vnímán, nebož dnešní převážně kulturní krajina je tímto velice zranitelná a náchylná ke škodám. Získané výsledky potvrzují budoucí potřebu pečlivého monitoringu, zdokonalování přístrojové techniky k měření srážek a rozvoj metod studia srážkových intenzit.

Literatura

Kendall, M.G., 1970: Rank correlation methods. 4.vyd., Griffin, London.

Klein Tank, A. M.G., Zwiers, F. W., Zhang, X., 2009: Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. World Meteorological Organisation TD No. 1500. 52 pp.

Kolektiv HMÚ, 1972: Katalog povětrnostních situací pro území ČSSR. Praha, HMÚ. 40 s.

Lupikasza, E., 2010. Spatial and temporal variability of extreme precipitation in Poland in the period 1951–2006. *Int. J. Climatol.*, 30, 991–1007.

Mann, H.B., 1945: Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, Vol. 13, p. 245–259.

Sen, P.K., 1968: Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 63, p. 1379–1389.

Štěpánek, P., 2013: ProClimDB – software for processing climatological datasets, CHMI, regional office Brno, <http://www.climahom.eu/ProcData.html>

Štěpánek, P., Zahradníček, P., Brázdil, R., Tolasz, R., 2012: Metodologie kontroly a homogenizace časových řad v klimatologii. Český hydrometeorologický ústav. 118 s. ISBN 978-80-86690-97-1.

Internetové zdroje

IPCC: IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis. Dostupné online z <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch11s11-3.html>, cit. 29.4. 2013.

Kontakt:

Doleželová Marie, Ing., Mgr.

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno

Kroftova 43, 616 67 Brno

541 421 034, marie.dolezelova@chmi.cz