

Změna ročních a sezonních srážkových úhrnů v České republice v letech 1961-2012

The change of annual and seasonal precipitation totals in the Czech Republic
during 1961-2012

Jaroslav Střeščík¹, Jaroslav Rožnovský², Petr Štěpánek², Pavel Zahradníček²

¹ *Geofyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Praha,* ² *Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno*

Abstrakt

Z měsíčních hodnot srážkových úhrnů na 267 stanicích v ČR byla stanovena dlouhodobá změna těchto úhrnů na každé stanici za posledních 50 let. Celkové roční úhrny za celou republiku vykazují slabý vzrůst, který je ovšem překryt mnohem silnějším kolísáním z roku na rok. Dlouhodobá změna ročních úhrnů je na různých stanicích a v různých regionech různá. V jižních a západních Čechách přibývá srážek více, v Polabí a na velké části Moravy je pozorován spíše úbytek srážek. Dlouhodobá změna závisí jen slabě na celkovém srážkovém úhrnu na příslušné stanici či regionu. Nejvíce rostou srážky letní, naproti tomu jarní srážky klesají, v ostatních obdobích je změna nepatrná. Současně se slabě mění roční variace: maximum srážek se přesouvá z června na červenec a srpen.

Klíčová slova: srážky, dlouhodobé změny, regiony, sezóny

Abstract

Using the monthly values of precipitation totals at 267 stations in the Czech Republic a long-term change has been estimated at each station for the last 50 years. Annual totals for the whole country display a slight increase, however, supplemented by a much stronger fluctuations from year to year. Long-term changes in annual totals at different stations and in different regions are different. In southern and western Bohemia precipitation totals increased more, in Elbe lowlands and in a large part of the Moravia, rather a small decrease in rainfall has been observed. Long-term changes depend only slightly on the total rainfall at the respective station or in the region. Summer precipitation totals increased more than annual averages, while spring precipitation totals decreased, at other times seasons the change is negligible. At the same time, the annual variation changes slightly: maximum precipitation has shifted from June to July and August.

Keywords: precipitation, long-term change, regions, seasons

Úvod

Území České republiky má tu zvláštnost, že do něj žádná řeka nepřitéká. To znamená, že veškeré zdroje vody jsou atmosférické srážky a prameny, jejichž vydatnost ovšem závisí také na množství srážek. Je tedy jasné, že množství srážek, roční srážkové úhrny a jejich dlouhodobá změna, si zasluhují mimořádnou pozornost. V poslední době je velmi populární zkoumání klimatické změny, která se projevuje především jako globální oteplení. Předpokládá se, že globální teplota bude nadále stoupat a že tento vzestup bude v budoucnosti rychlejší. Současně s tím se uvažuje o dlouhodobém výhledu na množství srážek. Na rozdíl od teplot vzduchu se očekává mírný pokles srážek, který může v některých oblastech způsobit nežádoucí sucho. Před časem Kožuchowski a Marciniak (1990) předložili studii, podle níž v západní a severní Evropě srážky v poslední době rostou a porostou i nadále, v jižní a východní Evropě naopak klesají a klesat budou dále. Naše území leží v oblasti očekávaného poklesu. Tento trend byl potvrzen i novějšími výzkumy (Räisänen et al., 2004, Střeščík, 2013). V tomto příspěvku se zaměříme na vývoj srážkových úhrnů na území České republiky s přihlédnutím k místním rozdílům.

Materiál

Výchozím materiálem byly měsíční srážkové úhrny z tzv. technické řady 268 stanic na území ČR (Štěpánek, et al. 2011, 2013). Z těchto dat byly spočteny jednak roční a sezonní úhrny pro každou stanic, jednak průměrné úhrny pro každý rok za celou ČR a také pro jednotlivé regiony. Ty je možné vymežit různým způsobem. Lze např. využít rozdělení ČR na kraje, ať už podle starého či nového dělení. Vhodnější je však dělení na klimatické oblasti, které se používá pro tvorbu biometeorologické předpovědi (Novák, 2008, a na stránkách <http://www.biometeorologie.cz>). Na těchto stránkách se také publikuje biometeorologická předpověď – stupeň zátěže – pro každou tuto oblast zvlášť, což ve sdělovacích prostředcích není). Tyto oblasti nerespektují hranice krajů (starých ani nových), respektují však hranice okresů, tj. vždy celý okres je zařazen do příslušné oblasti. Je jich celkem sedm: Podkrušnohoří (okresy Děčín, Cheb, Chomutov, Karlovy Vary, Most, Sokolov, Teplice, Ústí nad Labem), západní a jižní Čechy (okresy České Budějovice, Český Krumlov, Domažlice, Klatovy, Písek, Prachatice, Strakonice, Tábor, Tachov), střední Čechy (okresy Benešov, Beroun, Česká Lípa, Kladno, Kolín, Kutná Hora, Litoměřice, Louny, Mělník, Mladá Boleslav, Nymburk, Plzeň město, Plzeň-jih, Plzeň-sever, Praha město, Praha-východ, Praha-západ, Příbram, Rakovník, Rokycany), východní Čechy (okresy Hradec Králové, Jablonec nad Nisou, Jičín, Liberec, Náchod, Pardubice, Rychnov nad Kněžnou, Semily, Trutnov),

Vysočina (okresy Havlíčkův Brod, Chrudim, Jihlava, Jindřichův Hradec, Pelhřimov, Svitavy, Třebíč), jižní Morava (okresy Blansko, Brno město, Brno-venkov, Břeclav, Hodonín, Kroměříž, Olomouc, Prostějov, Přerov, Uherské Hradiště, Vyškov, Zlín, Znojmo) a severní Morava (okresy Bruntál, Frýdek-Místek, Jeseník, Karviná, Nový Jičín, Opava, Ostrava město, Šumperk, Ústí nad Orlicí, Vsetín). Rozdělení České republiky do těchto oblastí ukazuje mapa na obr. 1.

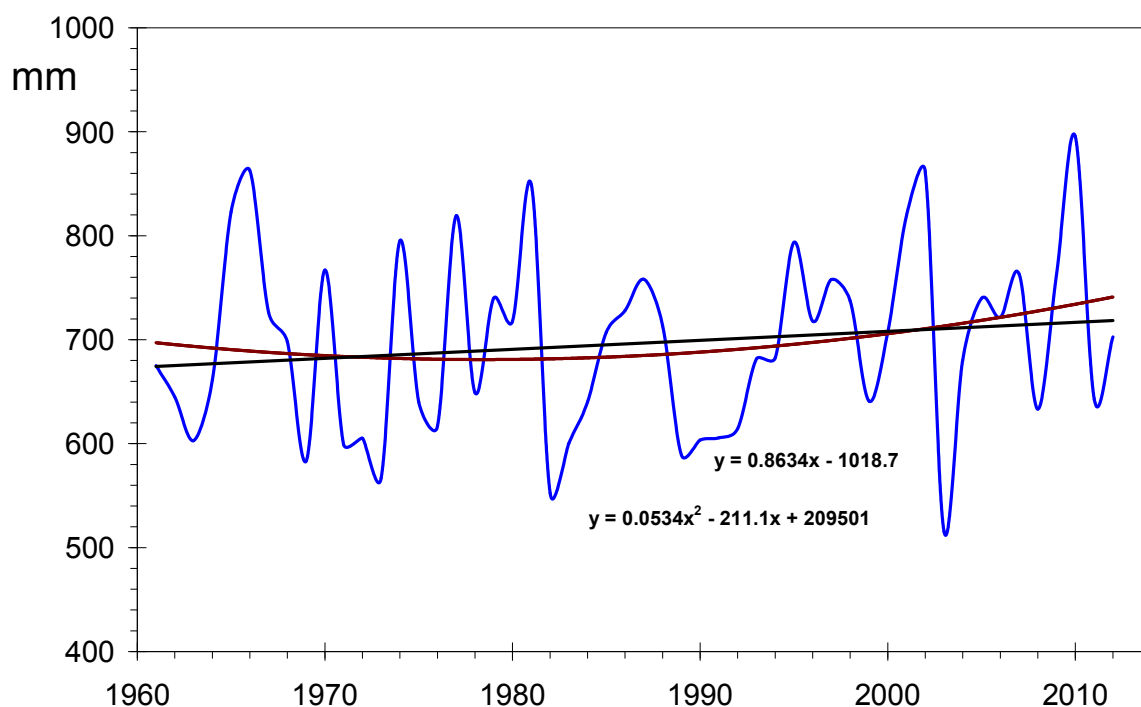


Obr. 1. Vymezení klimatických oblastí v České republice (převzato ze stránek <http://www.biometeorologie.cz>).

Výsledky

Průměrný roční srážkový úhrn pro celou ČR za celé období činí 695,5 mm. V jednotlivých letech dosahuje ovšem hodnot často velmi odlišných: v nejsušším roce 2003 pouhých 513 mm, v r. 1983 to bylo 551 mm, v nejdeštivějším roce 1966 plných 860 mm, v r. 2002 856 mm a v r. 1981 852 mm. V průběhu let 1961-2010 srážkové úhrny slabě rostou (obr. 2), ale tento růst je nepatrný vzhledem k silnému kolísání z roku na rok. Podle regresní přímky na obr. 2 (tj. jejího začátku a konce) činí vzrůst asi 50 mm, zatímco rozdíl mezi nejdeštivějším a nejsušším rokem je kolem 350 mm. Aproximace parabolou ukazuje, že růst se v poslední době zrychluje. Není zřejmá žádná periodicitu v rozsahu let či desetiletí, podle níž by se pravidelně střídaly deštivé a suché roky. Stejnou informaci o průběhu srážkových úhrnů za posledních 50 let dávají průměry za každou dekádu, případně za 20- nebo 30-letá období vzájemně se překrývající. Tyto jsou uvedeny v Tabulce 1.

Sklon regresní přímky ani výše uvedená hodnota přírůstku nejsou veličiny směrodatné, protože závisejí na absolutních hodnotách srážkových úhrnů. Správnější je poměr přírůstku (či lépe změny) k celkovému ročnímu úhrnu. Pro průměry za celou republiku činí tento procentuální vzrůst 5,9%.



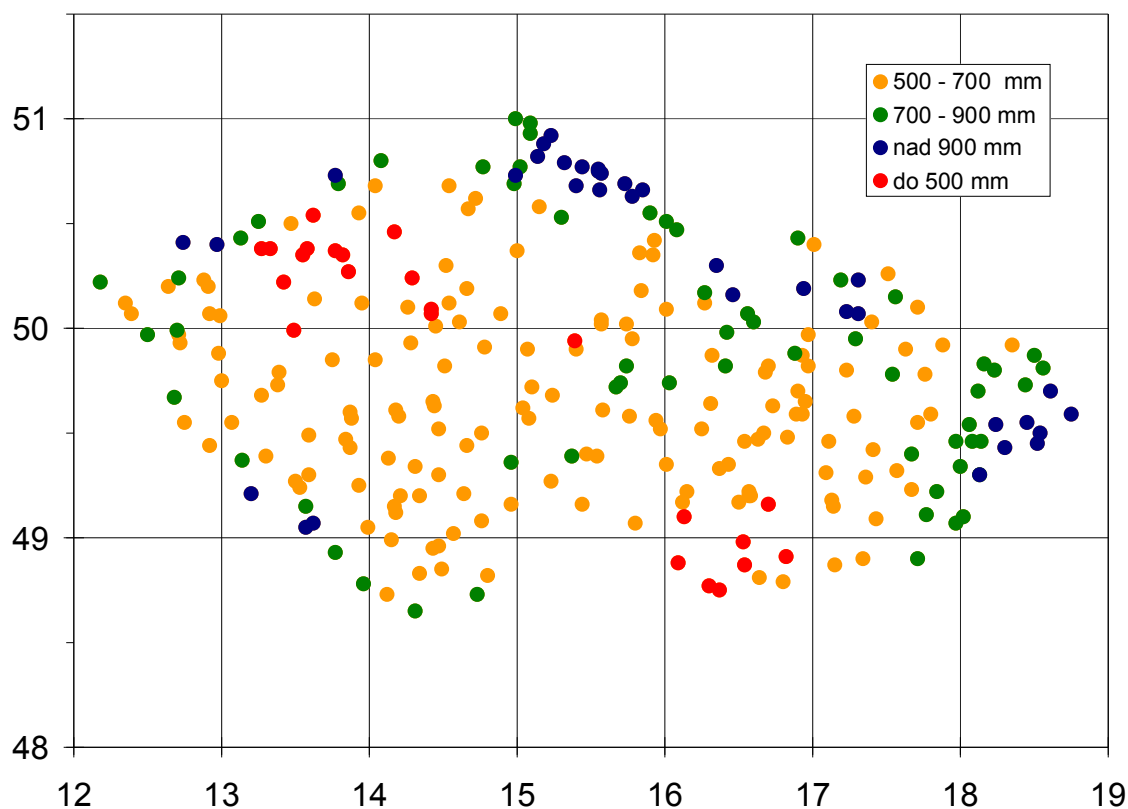
Obr. 2. Průběh ročních srážkových úhrnů v celé České republice za období 1961-2012. Zobrazena aproximace regresní přímkou (černě) a polynomem druhého stupně (hnědě).

Tabulka 1. Průměrné srážkové úhrny v jednotlivých dekadách a ve 20- a 30-letých obdobích pro celou Českou republiku.

1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010
702	673	673	693	736
1961-1980	1971-1990	1981-2000	1991-2010	
687	673	683	715	
1961-1990	1971-2000	1981-2010		
683	680	701		

Průběh ročních srážkových úhrnů pro jednotlivé stanice nebo regiony je podobný průměrnému průběhu za celou ČR. Jednotlivá maxima a minima si vcelku odpovídají. Suchý rok je suchý ve všech regionech a na všech stanicích, stejně tak deštivý rok, protože území České republiky není nijak velké. V absolutních hodnotách jsou ovšem značné rozdíly.

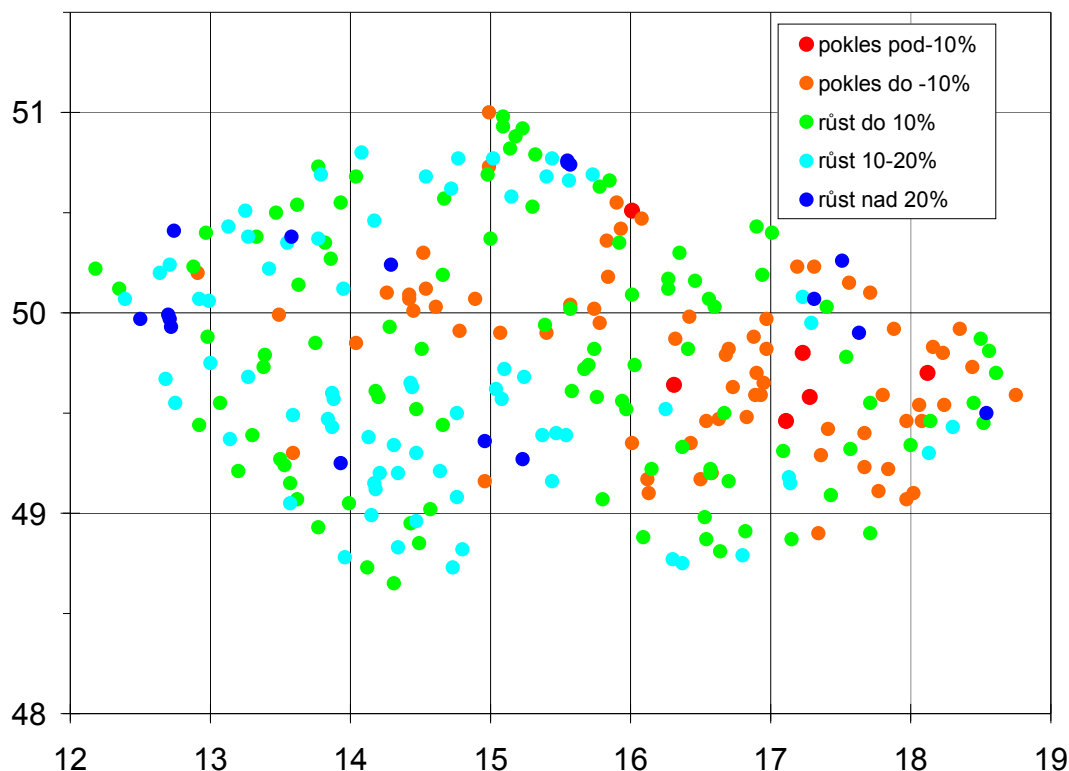
Nejvyšší srážkové úhrny jsou dosaženy na stanicích horských, především v severních pohraničních horách. Nejvyšší průměrné úhrny za celé období se vyskytují na stanici Vítkovice v Krkonoších (1447 mm) a na Lysé hoře v Beskydech (1422 mm), rekordně vysoký roční úhrn byl pozorován na Lysé hoře v roce 2010 (2127 mm). Nejnížší průměrné úhrny se vyskytují v nížinách, na stanici Tušimice v Podkrušnohoří (437 mm), a v Praze na Karlově (440 mm), rekordně nízký roční úhrn na stanici České Budějovice v roce 2008 (238 mm). Nejdeštivější region jsou východní Čechy (průměr 892 mm) a severní Morava (průměr 827 mm), nejsušší střední Čechy (průměr 556 mm) a jižní Morava (průměr 593 mm). Rozložení průměrných ročních srážkových úhrnů na území ČR je ukázáno na mapě na obr. 3. Obecně srážkové úhrny vykazují významnou kladnou korelaci s nadmořskou výškou (koeficient 0,72), zčásti též se zeměpisnou šířkou (koeficient 0,31), což je však dáno tím, že vyšší hory se nacházejí spíše v severních oblastech než v jižních..



Obr. 3. Rozložení průměrných ročních srážkových úhrnů za období 1961-2012 na území České republiky.

Změna srážkových úhrnů v průběhu 50 let, uvedená na obr. 2 a vyjádřená regresní přímkou platí jako průměr pro celou Českou republiku. V jednotlivých regionech je změna odlišná. Nejvíce rostou srážky v Podkrušnohoří (přírůstek 13,2 %) a v jižních a západních

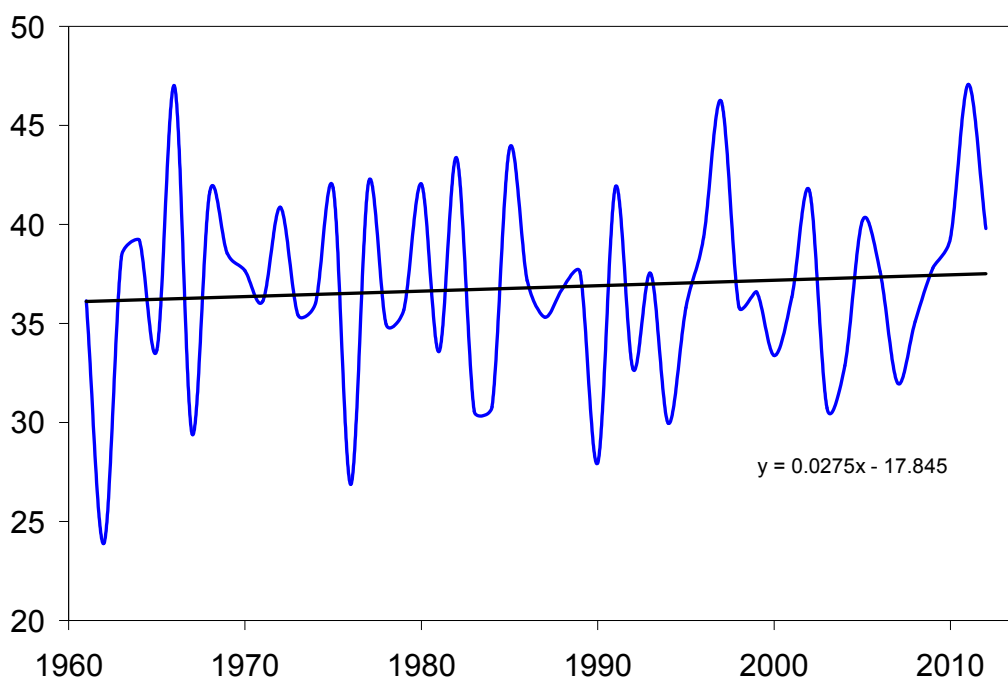
Čechách (přírůstek 10,2 %), naopak na jižní Moravě mírně klesají (pokles $-0,3$ %) a na severní Moravě jen nepatrně rostou (přírůstek 2,8 %). Tomu odpovídá také rozložení velikostí růstu či poklesu na jednotlivých stanicích (obr. 4). Zde jsou ovšem rozdíly větší. Rekordně vysoký růst byl pozorován na stanici Bohdanovice v Jeseníkách (32,4 %), rekordně největší pokles na stanici Nedvědice na Vysočině ($-20,4$ %). I přes poměrně malý rozsah území České republiky v zeměpisné délce lze pozorovat významnou zákonitost: v západní polovině státu srážky převážně rostou, s výjimkou Polabí a nejbližšího okolí, zatímco ve východní polovině jen mírně rostou a častěji klesají, s výjimkou jen horských oblastí (Jeseníky a Beskydy). Proto číselně vyjádřená změna srážkových úhrnů vykazuje významnou zápornou korelaci se zeměpisnou délkou (koeficient $-0,43$). Oblasti s pozorovaným vzrůstem nebo poklesem se neshodují s oblastmi s vyššími nebo nižšími celkovými úhrny srážek (koeficient je jen 0,14).



Obr. 4. Rozložení růstu a poklesu ročních srážkových úhrnů na území České republiky v období 1961-2012.

Nejvíce srážek spadne v létě (červen, červenec, srpen), v průměru 36,8 %. V jednotlivých regionech se toto procento jen mírně liší, relativně nejdeštivější léta jsou ve středních Čechách (39,2 %), nejsušší v Podkrušnohoří (33 %). Pro jednotlivé stanice jsou

ovšem rozdíly mnohem větší. Největší podíl srážek na letní období je pozorován v Žatci (44,9 %), rekordně nejdeštivější léto bylo ve Vítkově v Oderských vrších (63,3% v r. 1997). Naopak nejmenší podíl letních srážek má Vrbatova bouda v Krkonoších (20,3 %), rekordně nejsušší léto na Rýchorské boudě tamtéž (8,6 % v r. 1983). Procento letních srážek také značně kolísá z roku na rok (obr. 5). Celkově nejsušší léto bylo v r. 1962, kdy spadlo v létě jen 23,9 % ročního úhrnu, zatímco v r. 1966 a 2011 to bylo plných 47,0 %. Dlouhodobá změna je však nepatrná, podle regresní přímky podíl letních srážek vzrostl z 36,1 % na 37,5 %. Není také pozorována žádná periodicitá.

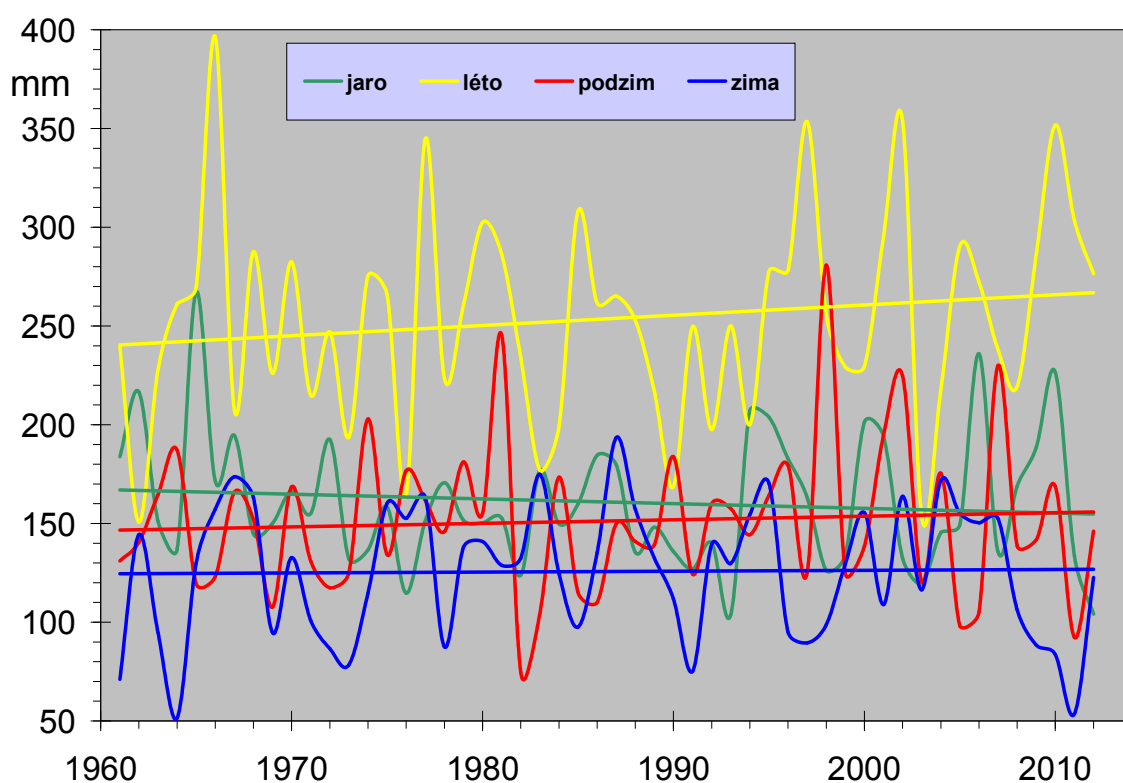


Obr. 5. Podíl srážkových úhrnů připadajících na letní měsíce v letech 1961-2012 pro celou Českou republiku.

Tabulka 2. Podíl srážkových úhrnů v jednotlivých ročních obdobích v jednotlivých oblastech.

Oblast	Jaro	Léto	Podzim	Zima
Celá Česká republika	23,5	36,8	21,9	17,8
Podkrušnohoří	22,8	33,4	23,0	20,8
Západní a jižní Čechy	24,1	38,7	21,0	16,2
Střední Čechy	24,2	29,0	21,0	15,8
Východní Čechy	22,2	33,5	22,7	21,6
Vysočina	23,5	36,5	21,3	18,7
Jižní Morava	23,9	37,6	22,4	16,1
Severní Morava	23,8	37,5	21,9	16,8

Na jaře (březen, duben, květen) spadne v průměru 23,5 % ročního úhrnu, nejvíce ve středních Čechách a nejméně ve východních Čechách, na podzim (září, říjen, listopad) 21,9 %, nejvíce ve východních Čechách a nejméně ve středních Čechách, a v zimě (leden, únor a prosinec předcházejícího roku) 17,8%, nejvíce ve východních Čechách a nejméně v jihozápadních Čechách.. Rozdíly jsou však malé, nejvýše o 1 – 2 procenta více nebo méně než je průměr pro celou Českou republiku. Rozložení srážek do jednotlivých ročních období pro jednotlivé klimatické oblasti je uvedeno v Tabulce 2.

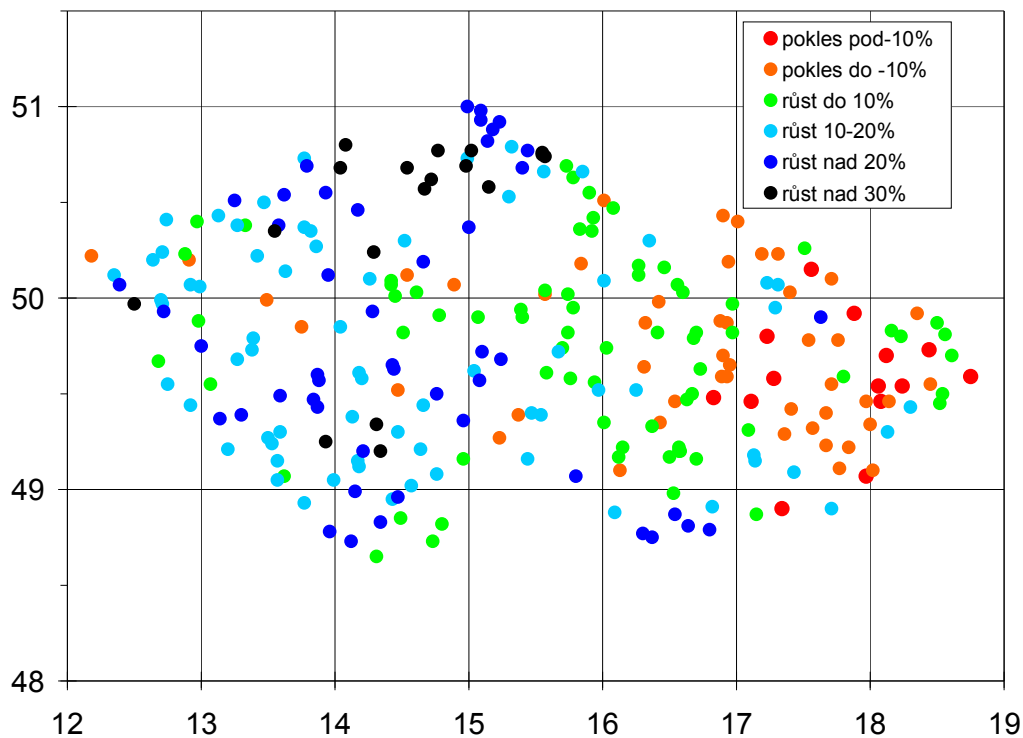


Obr. 6. Průběh sezónních srážkových úhrnů v celé České republice za období 1961-2012. Zobrazena aproximace regresní přímkou stejné barvy.

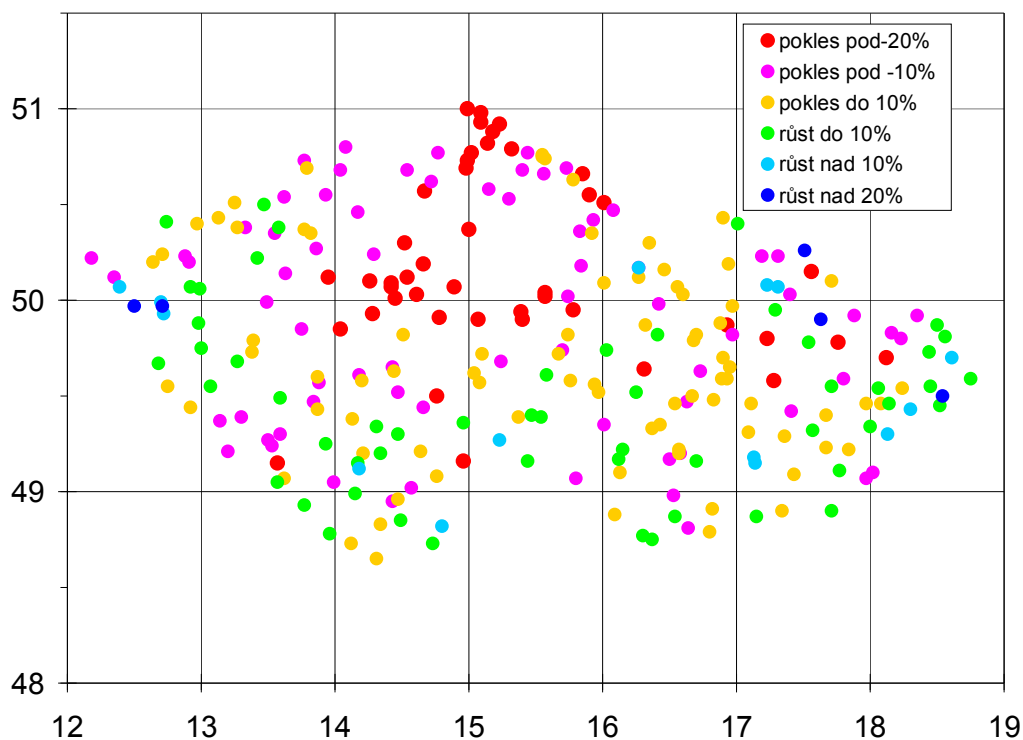
Změna sezónních srážkových úhrnů v průběhu období 1961-2012 se značně liší od průběhu srážkových úhrnů celoročních na obr. 2. Jednotlivá maxima a minima si vzájemně neodpovídají. To je celkem pochopitelné, je-li např. rok abnormálně suchý nebo deštivý, nemusí toto platit vždy pro každý měsíc toho roku. Suché jaro může být (ale nemusí) kompenzováno větším přidělem srážek v létě nebo na podzim. Ostatně i mnohé lidové pranostiky sázejí spíše na kompenzaci extrémů než na jejich pokračování v dalších měsících.

Jiný je také dlouhodobý trend srážkových úhrnů v jednotlivých sezonách (obr. 6). Nejvíce rostou srážky v létě, které spadnou převážně v podobě bouřek. Znamená to, že přibývá silnějších lijáků a přívalových srážek v letním období. Protože ty jsou omezeny jen na určité místo, v celkovém průměru se přece jen neprojeví tolik, jak by se snad dalo očekávat. Na jaře srážkové úhrny naopak klesají, což při větším poklesu může být nepříjemné pro zemědělce. V ostatních obdobích rostou, ale slaběji než je celoroční průměr. O rozdílech mezi regiony platí v případě sezónních srážek totéž co pro srážky celoroční: na západě je pozorován větší růst, na východě menší růst nebo pokles, toto platí i pro jednotlivé stanice. V létě, kdy je v celostátním měřítku růst vyšší, je tak v západních Čechách více stanic s výraznějším růstem, zatímco stanic s poklesem je méně a soustřeďují se převážně v moravských nížinách (obr. 7, srv. s obr. 4). Na jaře, kdy celostátně je pozorován pokles, rostou srážkové úhrny jen na málo stanicích v pohraničních horách, a to jen málo, naopak na velmi mnohých stanicích, zvláště na Moravě je pozorován pokles (obr. 8, srv. s obr. 4). Rozložení růstu a poklesu pro podzimní a zimní srážky se příliš neliší od rozložení pro celoroční srážky, jen v zimě je počet stanic s růstem a poklesem více vyrovnaný, a opět pokles se projevuje více na Moravě. Nejvyšší růst byl pozorován na stanici Jindřichov ve Slezsku (na jaře 35,2%, na podzim 52,8%, a v zimě 46,7%) a na Labské boudě v Krkonoších (v létě 44,7 %). Rekordní pokles byl pozorován na jaře v Tuhani u Mělníka (–44,7%, v létě v Olomouci (–16,7%), na podzim v Leštině u Zábřeha (–26 %) a v zimě v Nedvězí u Poličky na Vysočině (–49,0%).

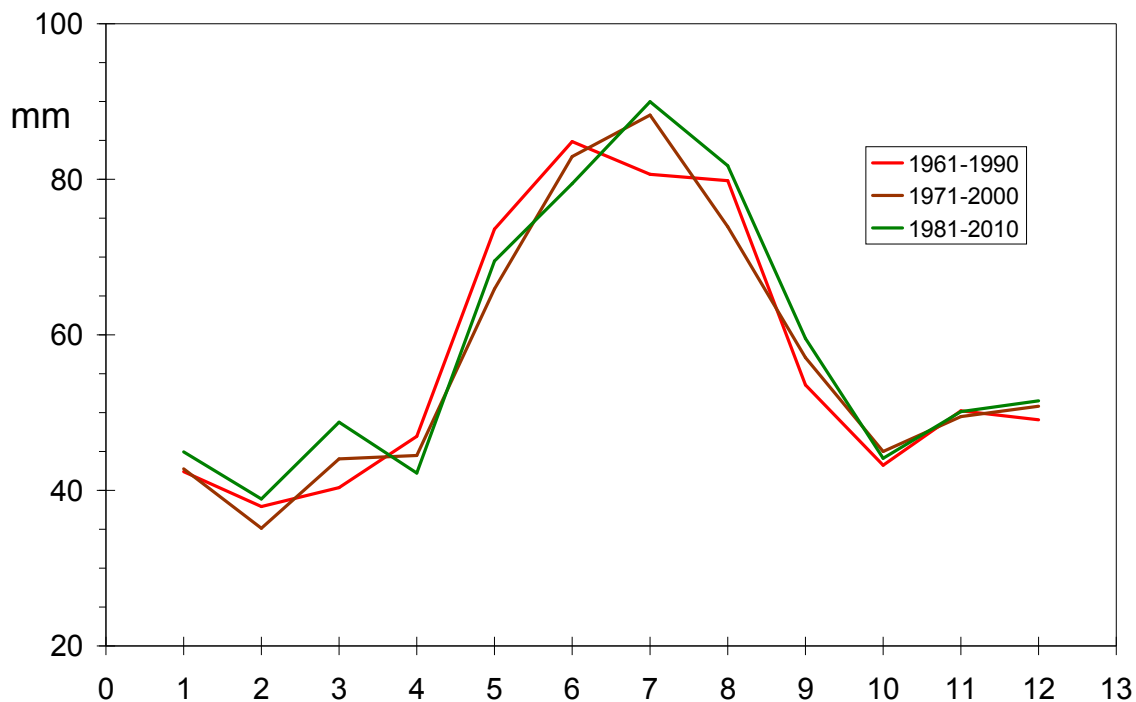
Stejně jako se liší průběh srážek v jednotlivých sezonách, liší se i průběh v jednotlivých měsících, a to i v rámci téže sezony, ovšem s tím, že průměr za tři měsíce musí dát průběh uvedený na obr. 6. Zakreslení všech měsíců do jednoho obrázku by však bylo příliš nepřehledné. Místo toho se zaměříme na změnu roční variace (průběhu srážkových úhrnů během roku) za sledovaných 50 let. Tato variace pro tři 30-letá překrývající se období je uvedena na obr. 9. V podzimních a zimních měsících je změna nepatrná, což souhlasí s regresními přímkami pro tato období na obr. 6. V jarních měsících je pozorován pokles, kompenzovaný neobvyklým růstem srážek v březnu, takže výsledný jarní pokles je poměrně malý. Nejnápadnější je růst letních srážek opět v souladu s grafem na obr. 6. Za pozornost stojí postupný přesun hlavního letního maxima: zatímco na počátku období bylo výrazné maximum v červnu, postupem času se přesunulo na červenec. Roční variace pro celé období vykazuje ploché maximum od června do srpna, s malým zvýšením v červenci. Jsou malé rozdíly mezi regiony: červnové maximum v porovnání s červencovým je výraznější v regionech jižních (jižní Morava, jižní a západní Čechy) (obr. 10).



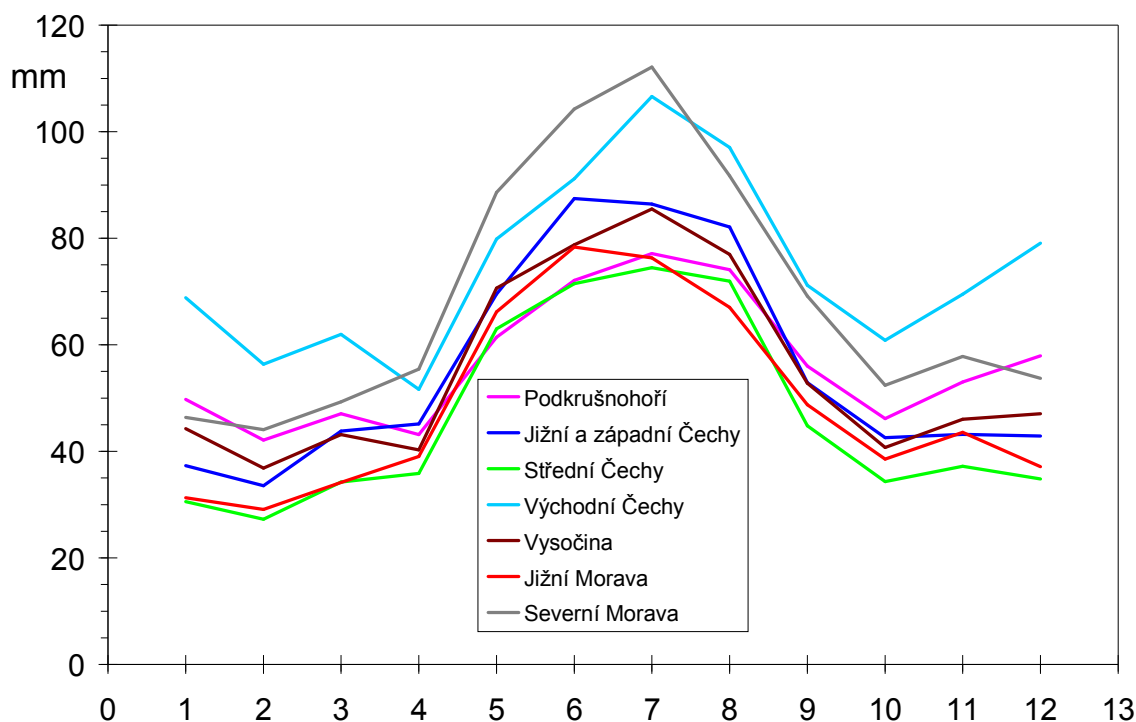
Obr. 7. Rozložení růstu a poklesu letních srážkových úhrnů na území České republiky v období 1961-2012.



Obr. 8. Rozložení růstu a poklesu jarních srážkových úhrnů na území České republiky v období 1961-2012.



Obr. 9. Průměrné měsíční srážkové úhrny na území České republiky ve třech 30-letých obdobích.



Obr. 10. Průměrné měsíční srážkové úhrny na území jednotlivých klimatických oblastí České republiky za celé období 1961-2012.

Diskuze a závěr

Navzdory často se opakujícímu tvrzení, že globální oteplení přinese do našich krajů méně vody a více sucha, průběh srážkových úhrnů za posledních 50 let tomu příliš nenasvědčuje. Srážkové úhrny celoroční pro celou Českou republiku naopak slabě rostou a nic nenasvědčuje tomu, že by se tento trend měl v následujících několika desetiletích podstatně změnit (není zřejmá žádná periodicitu). To ovšem neznamená, že vláhy je a bude dostatek. Především se tento růst, sám o sobě slabý a statisticky nevýznamný, nevyskytuje na celém území České republiky. Obecně v západní části srážky rostou o něco více než je celostátní průměr, ve východní části rostou méně a mnohde klesají. V tomto směru vývoj srážek souhlasí s celoevropským trendem popsáním dříve (Kozuchowski, Marciniak, 1990, Räisänen et al., 2004, Střeščík, 2013). V západní a severní Evropě mají srážky přibývat, ve východní a jižní ubývat. Naše území leží východně od tohoto rozhraní, přesto na západě se ještě projevuje mírný růst. I když velikost růstu nebo poklesu nekoreluje s celkovými ročními srážkovými úhrny, v moravských nížinách se kumuluje nízký roční úhrn srážek s jejich poklesem. Pro tyto oblasti tedy platí, že srážek ubývá a bude pravděpodobně ubývat i nadále.

Jinak je tomu se sezónními srážkovými úhrny. V létě srážek přibývá zřetelně více než celoroční průměr. Protože letní srážky jsou dány z větší části intenzivními lokálními boufkami, lze předpokládat větší výskyt právě těchto jevů. To má sice za následek přibývání množství letních srážek jako celku, ale protože voda spadne v krátké době najednou, větší část jí odteče a v krajině nezůstává. Více srážek tedy nepřináší větší zásoby vláhy. Naproti tomu na jaře je pozorován zřetelný pokles srážek. Proto na počátku vegetačního období můžou srážky chybět, zvláště v krajích, kde i tak jsou celkové úhrny nízké. Srážkové úhrny na podzim a v zimě, z pohledu vegetačního období méně zajímavé, slabě rostou, avšak méně než srážkové úhrny celoroční. Pro sezónní srážky v regionech platí totéž, co pro srážky celostátní: na západě spíše přibývají, na východě ubývají, a tento úbytek je výraznější v nížinách.

Literatura

- Kozuchowski, K., Marciniak, K., Tendencje zmian temperatury i opadów w Europie śródkowej w stuleciu 1881-1980. *Acta universitatis Nicolai Copernici, Geografia*, XXII, zesz. 73, 22-43, 1990.
- Novák, M., Biometeorologická předpověď ČHMÚ – současnost a budoucnost. *Bulletin (XXVIII. seminář) „Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí“*, Úpice 2007, elektronická publikace, 142-146, 2008.

Räisänen, J., Hansson, U., Ullerstig, A., Döscher, R., Graham, L.P., Jones, C., Meier, H.E.M., Samuelsson, P., Willén, U., European climate in late twenty first century: regional simulations with two driving global models and two forcing scenarios. *Climate dynamics* 27, 13-31, 2004.

Střeščík, J., The change of precipitation totals in different European localities during 1900-2000. Proceedings of the international conference “Environmental changes and adaptation strategies“, Eds. Šiška, Nejedlík, Hájková and Kožnarová, Skalica, September 2013, elektronická publikace, stránky nečíslovány.

Štěpánek P, Zahradníček P, Farda A. 2013. Experiences with data quality control and homogenization of daily records of various meteorological elements in the Czech Republic in the period 1961–2010. *Időjárás* 117: 123–141,

Štěpánek, P. - Zahradníček, P. - Brázdil, R. - Tolasz, R. 2011. Metodologie kontroly a homogenizace časových řad v klimatologii. Praha. 118 s. ISBN 978-80-86690-97-1.