

## **Změna hodnot dešťového faktoru na síti stanic v ČR v období 1961-2010**

The change of the rain factor on the net of stations in the Czech Republic during  
1961-2010

*Jaroslav Střešitík<sup>1</sup>, Jaroslav Rožnovský<sup>2,3</sup>, Petr Štěpánek<sup>2</sup>, Pavel Zahradníček<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Geofyzikální ústav ČAV, v.v.i, Praha;* <sup>2</sup> *Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno;*

<sup>3</sup> *Mendelova univerzita v Brně, zahradnická fakulta*

### **Abstrakt**

Výskyt srážek nevyjadřuje zcela přesně hodnocení vláhových poměrů v krajině. Zde byl proto použit Langův dešťový faktor sestavený z měsíčních a ročních průměrných teplot vzduchu a srážkových úhrnů na 267 stanicích v ČR za období 1961-2010. Hodnoty faktoru jsou na jednotlivých stanicích velmi různé, nejnižší jsou na jižní Moravě a v Polabí. v průměru za celou republiku vykazují během 50 let slabý pokles, který je ovšem překryt mnohem silnějším kolísáním z roku na rok. Největší pokles je pozorován v severních pohraničních horských oblastech. Langův faktor spočítaný pouze pro letní období vykazuje výraznější rozdíly mezi horskými oblastmi a nížinami, zejména jihomoravskými. Je pozorován silný pokles na celé severní Moravě, zvláště v horách, a jen slabý pokles, častěji slabý růst, na ostatním území České republiky.

**Klíčová slova: dešťový faktor, teplota vzduchu, srážkové úhrny, sucho**

### **Abstract**

Precipitation totals do not express precisely the humidity conditions in the landscape. Therefore the Lang's rain factor, constructed from monthly and annual average temperatures and precipitation totals on 267 stations in the Czech Republic during 1961-2010, has been used here. Its values are very different at different stations, the lowest they are at South Moravia and Labe lowlands. Its average for the whole territory displays a slow decrease during the 50 years, supplemented by strong fluctuations. The strongest decrease appears in the Northern boundary mountains. The same factor calculated only for summer displays stronger differences between highlands and lowlands, especially in South Moravian ones. Stronger decrease at North Moravia, especially in mountains, and very weak decrease at other parts takes place.

**Keywords: rain factor, air temperature, precipitation totals, drought**

## Úvod

V našich předcházejících studiích jsme zpracovali rozložení a změny průměrných ročních a sezonních teplot vzduchu na síti stanic na území České republiky za období 1961-2010 (Střeščík J., Rožnovský J., Štěpánek P., Zahradníček P., 2014a). Průměrné roční teploty zde rostou rychleji než teploty globální, přičemž růst je rychlejší v Čechách než na Moravě. Jsou také určité rozdíly mezi sezonami. V létě rostou teploty vzduchu na Moravě více než v Čechách. Současně jsme zpracovali totéž pro roční a sezonní srážkové úhrny na území ČR za stejné období (Střeščík J., Rožnovský J., Štěpánek P., Zahradníček P., 2014b). Srážkové úhrny v tomto období slabě rostou, v Čechách více než na Moravě, kde na některých místech klesají. Letní srážky rostou na západě rychleji než celoroční, na východě však i tyto spíše ubývají. Samotné srážky však nevyjadřují dostatečně přesně vláhové poměry v krajině. Pro přesnější posouzení těchto poměrů slouží různé veličiny (indexy), vytvořené zpravidla jako vhodná kombinace srážek a teplot, případně dalších meteorologických prvků. Nejjednodušší je Langův dešťový faktor, o něco složitější je Minářova vláhová jistota nebo Končekův index zavlažení, který zahrnuje také průměrnou rychlost větru (Sobíšek, 1993). Ukázalo se však, že rozdíly mezi výsledky získanými pomocí různých takových veličin nejsou příliš velké. Zde se proto omezíme pouze na Langův dešťový faktor. Všechny zmíněné veličiny byly před časem použity pro hodnocení vláhových poměrů na jižní Moravě (Dufková, 2003), avšak jen pro tři stanice v jihomoravské nížině za období 1961-1995.

## Materiál

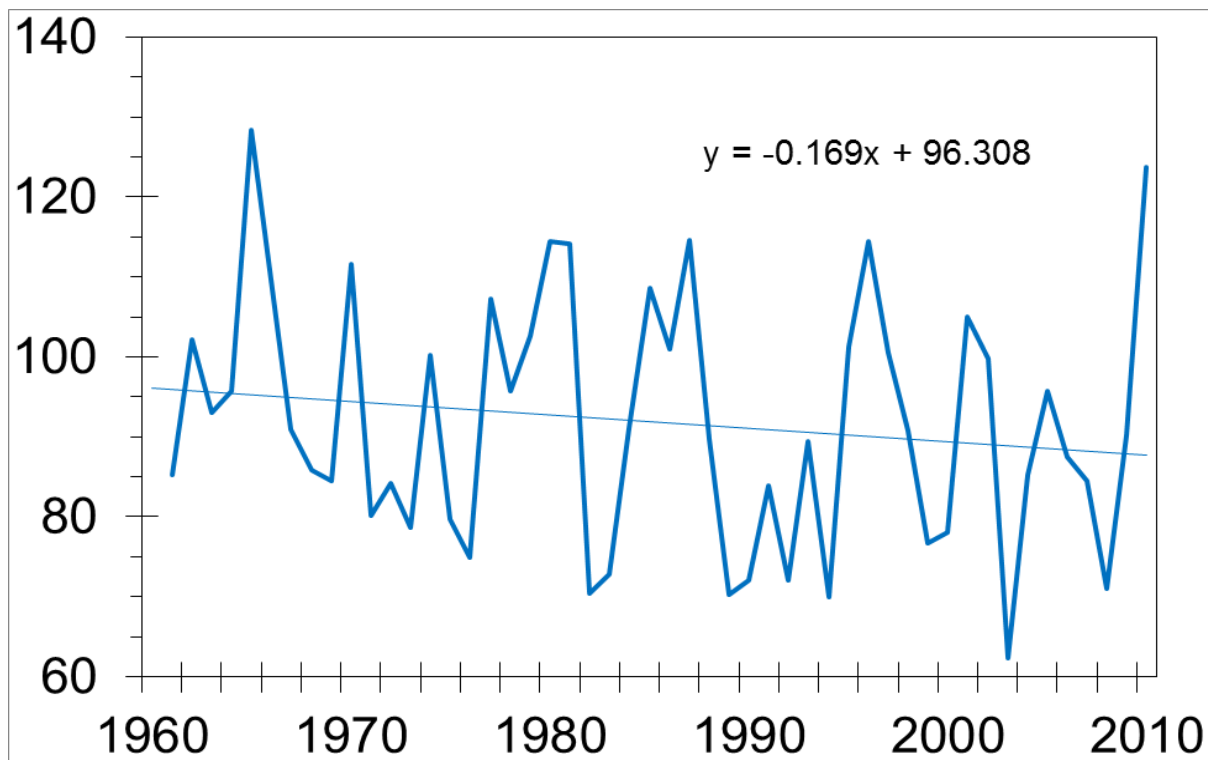
Východím materiálem byly průměrné měsíční teploty vzduchu a měsíční srážkové úhrny pozorované na 267 stanicích v ČR. Z těchto dat byly spočteny jednak roční a sezonní teploty a srážkové úhrny pro každou stanicí, jednak průměrné teploty a úhrny pro každý rok za celou ČR a také pro jednotlivé regiony. Z ročních hodnot teplot vzduchu a srážkových úhrnů na každé stanici byl pak spočítán Langův dešťový faktor. Ten je dán jednoduchým vztahem  $L = S/T$ , kde  $s$  je roční srážkový úhrn v mm a  $T$  je roční průměrná teplota vzduchu ve stupních Celsia (Sobíšek, 1993). Pro  $L < 40$  se podnebí na stanici považuje za aridní, pro  $L$  mezi 40 a 60 je semiaridní, pro  $L$  mezi 60 a 100 je humidní a pro  $L$  nad 100 je perhumidní (Dufková, 2003). Podle jiných pramenů je za semiaridní považováno podnebí pro  $L$  mezi 40 a 50, semihumidní pro  $L$  mezi 50 a 60, humidní pro  $L$  od 60 do 160 a perhumidní pro  $L$  nad 160. Krajina aridní a zčásti semiaridní vyžaduje zavlažování, perhumidní vyžaduje odvodnění. Ideální pro zemědělskou výrobu je  $L$  mezi 60 a 80 pro pole, mezi 80 a 120 pro obilniny a nad 120 pro píce. Langův faktor a interpretace jeho hodnot ovšem platí

spolehlivě pouze pro oblast, kde se teploty a srážky pohybují v rozmezí běžném v nížinách a středních polohách ve střední Evropě. Na dalekém severu a ve vysokých horách, kde jsou průměrné roční teploty blízké nule, dosahuje tento faktor extrémně vysokých hodnot, což jistě neznamená, že je nezbytně nutné odvodňování. Je-li průměrná roční teplota rovna přesně nule, nemá faktor vůbec smysl, a je-li záporná, lze si stěží představit, co vlastně vyjadřuje.

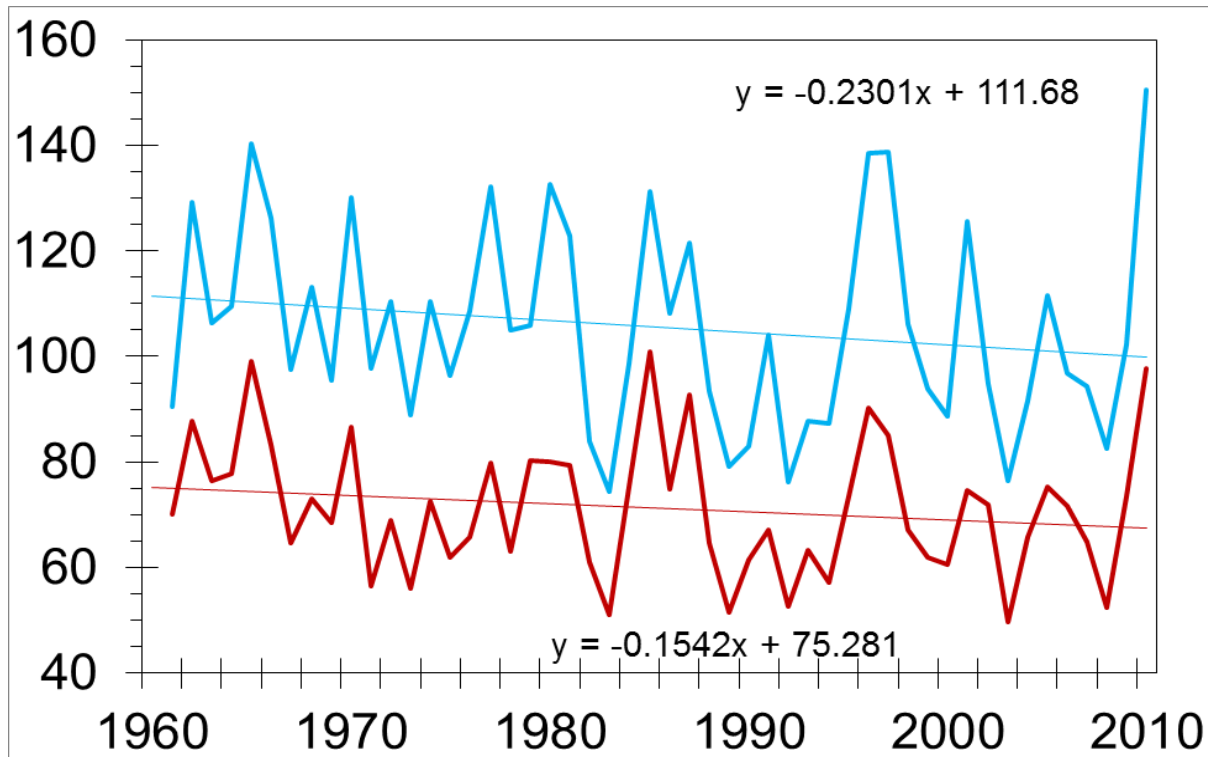
## Výsledky

Průměrná hodnota  $L$  spočtená ze všech stanic za celé období 1961 – 2010 je 92. Průměr ovšem mnoho neříká, hodnoty jsou velmi různé na jednotlivých stanicích či regionech a také velmi různé v jednotlivých letech. Např. průměr pro bývalý Jihomoravský kraj je  $L = 71$  (nejméně ze všech krajů), pro bývalý Východočeský kraj je  $L = 125$  (nejvíce ze všech krajů), jen těsně za ním je bývalý Severomoravský kraj s  $L = 113$ . Mnohem větší rozdíly jsou mezi stanicemi. Pro observatoř v Praze na Karlově je  $L$  pouze 45 vzhledem k nízkým srážkám a vyšším teplotám vzduchu (městský tepelný ostrov), což je nejnižší hodnota v ČR vůbec. Naproti tomu ve výškách kolem 1000 m nad mořem hodnoty  $L$  rychle rostou s výškou a dosahují běžně hodnot přes 200, nejvíce Labská bouda 611. To jsou ovšem průměry za celé období. v jednotlivých letech bývají hodnoty  $L$  nižší i vyšší. Nejnižší hodnota  $L$  byla dosažena v roce 2003, opět v Praze na Karlově, a to pouhých 23,5. Vůbec nejvyšší hodnota  $L$  byla pozorována na Labské boudě v r. 1980, celých 2206, což je však ve vysokohorském prostředí nedává příliš smysl.

Na obr. 1 je uveden průběh hodnot  $L$  spočtených jako průměry ze všech stanic pro každý rok. Průměrné hodnoty silně kolísají z roku na rok. Jako celek lze vláhové poměry v České republice hodnotit jako uspokojivé, v žádném roce Langův faktor neklesl do pásma semiaridní krajiny, pod hodnotu 80 požadovanou pro obilniny ovšem často klesá. v jednotlivých regionech a na jednotlivých stanicích je ovšem situace jiná. Při pohledu na obrázek se může zdát, že změna Langova faktoru je periodická, výpočet však žádnou významnou periodu neukazuje. Kromě silného nepravidelného kolísání lze pozorovat soustavný pokles, který sice v žádném roce nedosáhl hodnot semiaridní krajiny, nicméně naznačuje, že výskyt sušších let, kdy se hodnoty faktoru tomuto kritériu blíží, může být v dalších desetiletích pravděpodobnější. Nic totiž nenaznačuje, že tato dlouhodobá změna je periodická s nějakou dlouhodobou periodou, že by se tak někdy později mohly hodnoty dešťového faktoru opět zvyšovat.

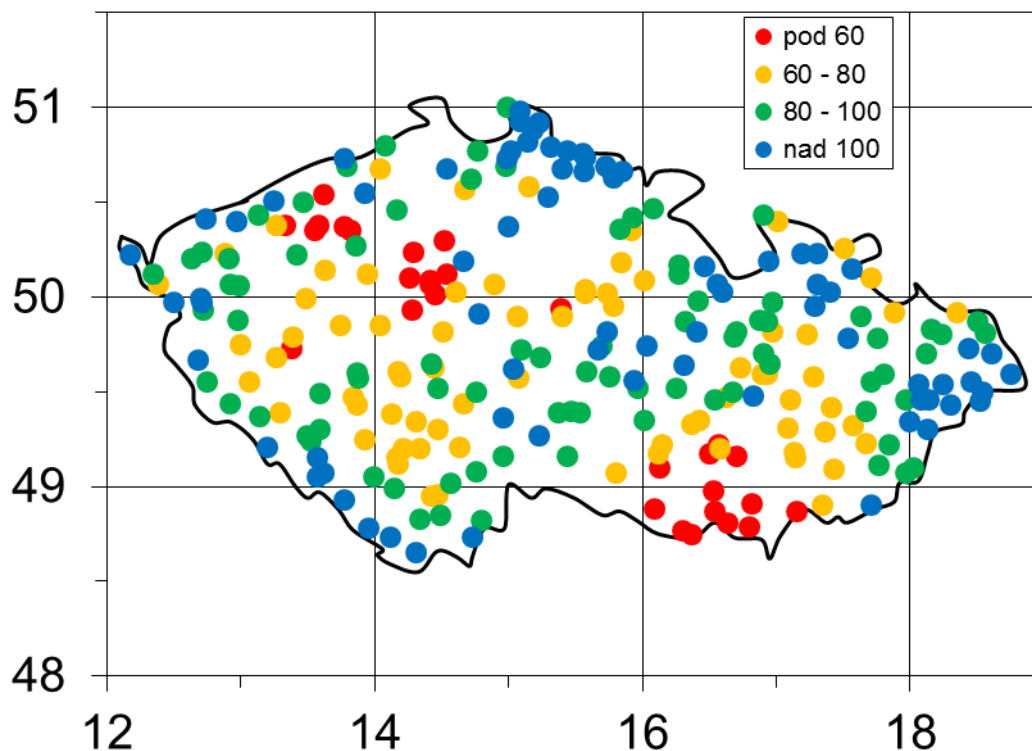


Obr. 1. Průběh průměrných hodnot Langova dešťového faktoru pro celou Českou republiku za období 1961-2010.



Obr. 2. Průběh průměrných hodnot Langova dešťového faktoru bývalý Severomoravský (modře) a Jihomoravský (červeně) kraj za období 1961-2010.

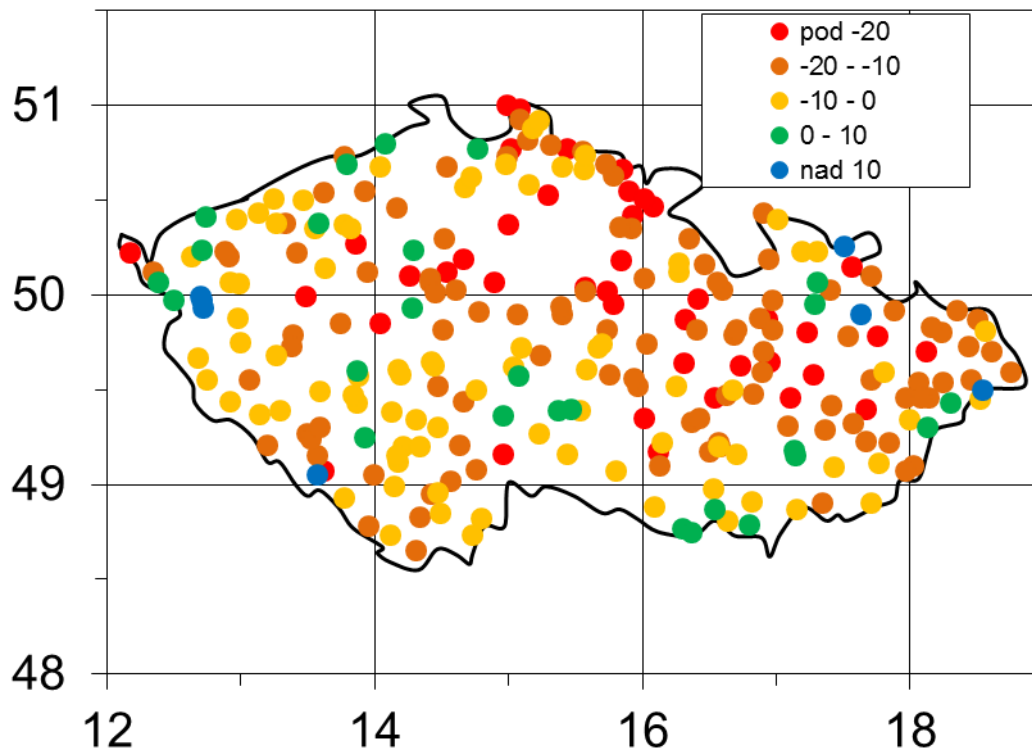
Na obr. 2 je uveden průběh hodnot  $L$  pro severní a jižní Moravu (území bývalých krajů Severomoravského a Jihomoravského). Hodnoty  $L$  jsou na jižní Moravě podstatně nižší než na severní a v některých letech už dosahují hodnot pod 60 a mohou se blížit hranici aridního pásma, což se na severní Moravě ani v jiných krajích nestává, resp. jen výjimečně. Do průměrů za Jihomoravský kraj jsou však započítány i okrajové oblasti jako Vysočina a Bílé Karpaty, kde jsou vyšší srážky a nižší teplota vzduchu, takže v nížinných oblastech lze očekávat hodnoty  $L$  ještě nižší. Naproti tomu na severní Moravě hodnoty  $L$  často přesahují hodnoty 100, a v horských oblastech Jeseníků a Beskyd, kde jsou srážkové úhrny vysoké a teplota vzduchu nižší, mohou přesáhnout hranici pro perhumidní oblast. Krátkodobé kolísání je ovšem vysoké v obou krajích, přičemž jednotlivé výkyvy jsou v obou krajích téměř shodné (korelační koeficient je 0,91). To je vzhledem k malému rozsahu území České republiky očekávatelné – suchý rok je stejně suchý na jižní Moravě jako na severní, a totéž platí pro deštivý rok. Kromě krátkodobého kolísání pozorujeme dlouhodobý pokles, ten je o něco rychlejší na severní Moravě než na jižní.



Obr. 3. Průměrné hodnoty Langova dešťového faktoru za období 1961-2010 na jednotlivých stanicích v České republice.

Na obr. 3 je nakresleno rozložení hodnot dešťového faktoru na území České republiky. Pro každou stanicí byly spočteny průměrné hodnoty za celé období. Na obrázku jsou barevně

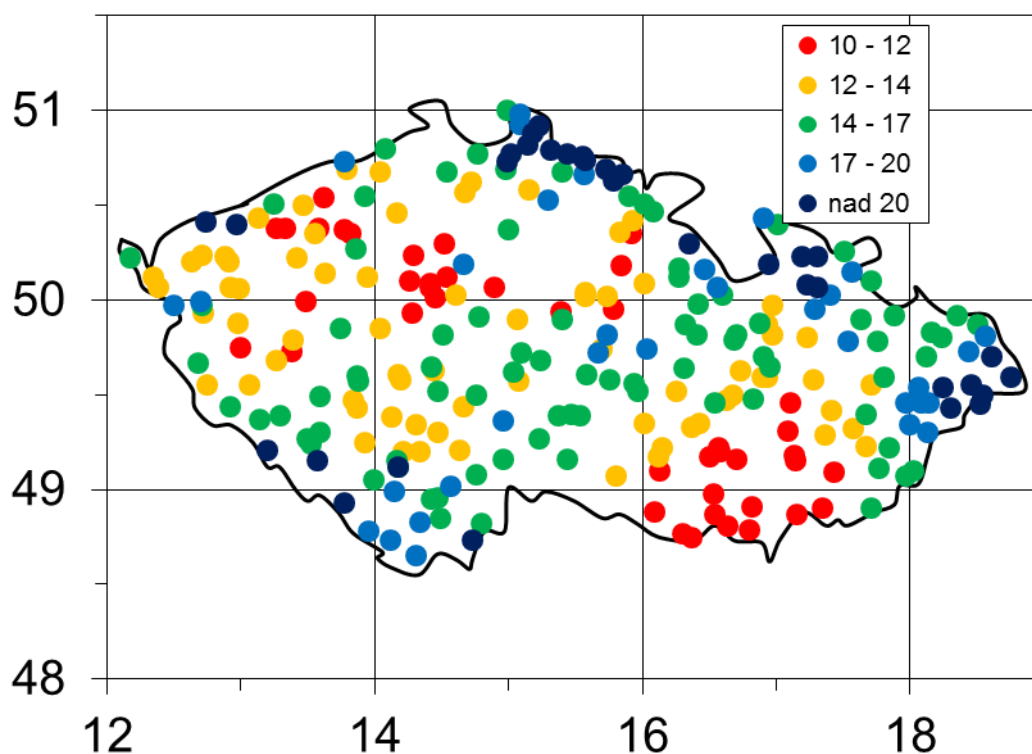
odlišeny tak, že „teplé“ barvy označují sušší oblasti a „studené“ vlhčí oblasti (tak tomu bude i na dalších obrázcích). Zřetelně se ukazuje, že nejnižší hodnoty  $L$  jsou v nížinách na jižní Moravě a také v Polabí a dolním Poohří, ne však na střední Moravě, nejvyšší ve všech horských oblastech, nejvíce na severu. Bylo by snadno možné nakreslit podobný obrázek zvlášť pro data za prvních 30 let (1961-1990) a za posledních 30 let (1971- 2010). Dlouhodobá změna je však poměrně malá, jak lze odhadnout už z obr. 1, a proto jen na velmi málo stanicích by se změnila barva kroužků.



Obr. 4. Průměrná relativní změna hodnot Langova dešťového faktoru za období 1961-2010 na jednotlivých stanicích v České republice.

Kromě samotných hodnot dešťového faktoru je důležitá jeho dlouhodobá změna. Je však třeba uvážit, jak tuto změnu vyjádřit. Číselně je popsána rovnicí regresní přímky. Z ní se pak dá odečíst hodnota na začátku a na konci sledovaného období. Toto je ovšem změna v absolutních hodnotách, což nepopisuje správně skutečnou změnu klimatu. To je vidět i na obr. 2, kde přímka pro jižní Moravu klesá pomaleji než pro severní Moravu. Jenže změna  $L$  o 10 jednotek např. ze 120 na 110 není totéž jako změna ze 60 na 50. Vhodnější je proto změna relativní, vztažená k průměrné hodnotě  $L$ , tedy  $\Delta L = (L_{2010} - L_{1961})/L_{prům}$ . Takto byla na každé stanici určena relativní změna hodnot dešťového faktoru v průběhu let 1961-2010. Rozložení relativní změny  $L$  na území České republiky je uvedeno na obr. 4. Je vidět,

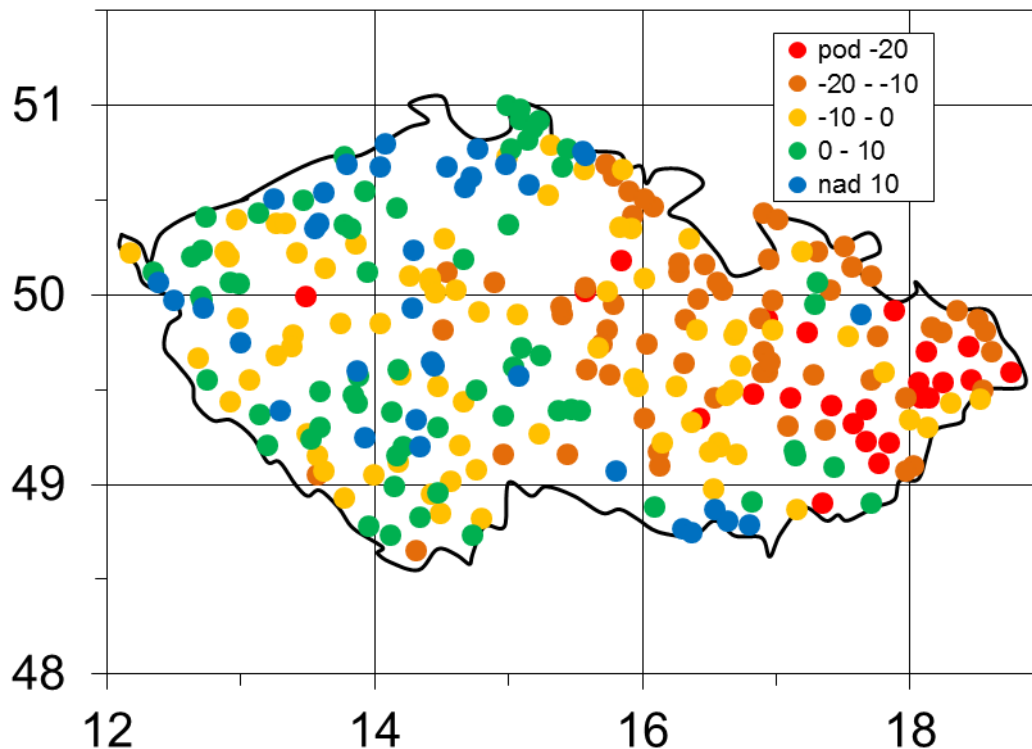
že na převážné většině stanic hodnoty  $L$  klesají, a to nejvíce v severních pohraničních horách (od Jizerských hor po Jeseníky). Silnější pokles na území, kde je srážek poměrně dostatek, nemusí být v přírodě na škodu. Silnější pokles je však pozorován též v nížinách v Polabí, na střední Moravě a na Ostravsku, což může do budoucna znamenat, že se i tyto oblasti časem mohou zařadit mezi ohrožené suchem. Naproti tomu v sušších oblastech jižní Moravy klesá dešťový faktor méně, což lze jen vítat. Jen ojediněle je pozorován vzrůst. Dalo by se spekulovat, že vzrůst v oblasti Pálavy, na Vysočině a v Krušných horách by mohl souviset s tepelnými elektrárnami (uhelnými i jadernými), které dodávají do ovzduší značné množství vodní páry a na návětrné straně nedalekých kopců pak mohou častěji vznikat bouřky.



Obr. 5. Průměrné hodnoty Langova dešťového faktoru pro letní měsíce za období 1961-2010 na jednotlivých stanicích v České republice.

Langův dešťový faktor můžeme s jistým omezením definovat i pro jednotlivá roční období. Pro průměrné teploty vzduchu blízké nule či dokonce záporné však ztrácí smysl a lze jej jen těžko interpretovat. To u nás platí pro zimní období. Pro letní období však není třeba obávat se nějakých komplikací. Takto jsme spočítali hodnoty  $L$  pro léto (červen, červenec a srpen) v každém roce na každé stanici. Číselné hodnoty jsou ovšem mnohem nižší než pro celoroční data, vzhledem k úhrnu srážek jen za tři měsíce a vyšším průměrným teplotám vzduchu, a nejsou tedy srovnatelné s hodnotami celoročními. Také hranice  $L$  pro aridní, semiaridní atd.

oblast nelze jednoduše transformovat z hodnot celoročních. Dlouhodobá změna je přibližně stejná jako pro celoroční faktor (obr. 1) a také krátkodobé kolísání je stejné, proto ji graficky neuvádíme. Rozložení hodnot letních faktorů na území ČR je uvedeno na obr. 5. Barevné rozlišení bylo provedeno zkusmo, aby bylo přibližně rovnoměrné zastoupení jednotlivých barev. Opět jsou vidět nízké hodnoty na jižní Moravě a v Polabí a dolním Poohří, zčásti též v celých západních Čechách, vysoké hodnoty v severních pohraničních horách a také na Ostravsku.



Obr. 6. Průměrná relativní změna hodnot Langova dešťového faktoru pro letní měsíce za období 1961-2010 na jednotlivých stanicích v České republice.

Jiná je relativní změna letního dešťového faktoru na jednotlivých stanicích v České republice (obr. 6). Na rozdíl od celoročního rozložení je významný pokles soustředěn převážně na celou Moravu a zčásti východní Čechy, včetně Jeseníků, Orlických hor a zvláště Beskyd, zatímco v celé západní polovině Čech (dokonce i v dolním Poohří) je slabý a často se pozoruje růst. V nejjihnější části Moravy (Pálava) faktor roste, což jistě vítají zemědělci v tomto kraji. Růst ovšem může být dán vyšším výskytem letních bouřek, možná v souvislosti s tepelnými elektrárnami, a ne trvalejším deštěm, což platí i pro některé oblasti v jižních a severních Čechách.



## **Závěr**

Průměrné hodnoty Langova dešťového faktoru jsou nejvyšší v severních pohraničních horách, nejnižší na jižní Moravě a v Polabí. Mezi jednotlivými roky je však značné kolísání. Jako celek je Česká republika mimo semiaridní oblast, v některých letech se jí však může přiblížit. Hodnoty dešťového faktoru v průběhu 50 let mírně klesají, nejvíce v severních nížinách tj. v Polabí, v dolním Poohří, na Hané a na Ostravsku, méně na jižní Moravě. Letní hodnoty klesají nejvíce na celé severní Moravě, méně na jižní Moravě, zatímco v Čechách, především západních, rostou. Hodnoty a trendy nalezené pro jižní Moravu potvrzují a doplňují výsledky získané dříve ze tří stanic za období o 15 let kratší. Bude-li nalezený trend dále pokračovat, na jižní Moravě se nebezpečí výskytu sucha příliš nezvýší, ale zvýší se v ostatních nížinných oblastech na Moravě.

## **Literatura**

- Dufková, J., 2003: Porovnání klimatologických indexů charakterizujících vlhkostní ráz krajiny. Zborník referátov „Funkcia energetickej a vodnej bilancie v bioklimatologických systémoch“, Ed. B. Šiška, D. Igaz, M. Mucha, Račková dolina, stránky nečíslovány.
- Sobíšek, B., a kol., 1993: Meteorologický slovník výkladový a terminologický, 1. vydání, Academia, Praha, 594 stran.
- Střeščík J., Rožnovský J., Štěpánek P., Zahradníček P., 2014a. Increase of annual and seasonal air temperatures in the Czech Republic during 1961-2010. Proceedins of the international conference “Mendel and bioclimatology”, Ed. J. Rožnovský, T. Litschmann, Brno, elektronická publikace, stránky nečíslovány.
- Střeščík J., Rožnovský J., Štěpánek P., Zahradníček P., 2014b. Změna ročních a sezonních srážkových úhrnů v České republice v letech 1961-2012. Sborník referátů konference „Extrémy oběhu vody v krajině“, Ed. J. Rožnovský, T. Litschmann, Mikulov, elektronická publikace, stránky nečíslovány.

## **Kontakt:**

RNDr. Jaroslav Střeščík, CSc.  
Geofyzikální ústav ČAV, v.v.i.  
Boční II 1401, 141 31 Praha 4  
Tel. 267103321, e-mail: jstr@ig.cas.cz