

Růst zimních teplot vzduchu v České republice v letech 1961-2010

Increase in Winter Air Temperatures in the Czech Republic between 1961 and 2010

Střešník Jaroslav¹, Rožnovský Jaroslav^{2,4}, Štěpánek Petr^{2,3}, Zahradníček Pavel^{2,3}

¹ Geofyzikální ústav AV ČR, Boční II 1401, 141 31 Praha 4 (emeritus)

² Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, Brno 616 00,

³ CzechGlobe – Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i, Bělidla 4a, Brno 603 00

⁴ Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, Zahradnická fakulta Mendelovy univerzity
v Brně, Valtická 337, 691 44 Lednice

Abstrakt:

Na základě analýzy průměrných měsíčních teplot vzduchu za období 1961 až 2010 můžeme konstatovat, že na našem území je statisticky prokázán jejich nárůst. Ovšem v jednotlivých ročních obdobích je toto zvýšení rozdílné, což platí i územně, tedy jsou rozdílné hodnoty nárůstu v Čechách a na Moravě. V létě rostou průměrné měsíční teploty vzduchu více na Moravě, kde je vyšší počet stanic se zvýšením přes 1°C, než v Čechách. Toto platí i pro jaro, ale rozdíl je mezi Čechami a Moravou není tak vysoký, na podzim je ještě nižší. Naopak v zimě je vyšší nárůst teploty vzduchu v Čechách, kde na většině stanic jde o zvýšení o více jak 0,5°C. Na Moravě je u většiny stanic nárůst kolem 0,3 až 0,4°C, u daleko menšího počtu stanic je zvýšení vyšší. Rozdíly ve zvyšování průměrné teploty vzduchu jsou i mezi jednotlivými měsíci zimy. Nejvýraznější nárůsty jsou v lednu, kde na části stanic v Čechách je to i více jak 1°C, na Moravě takových nárůstů není dosaženo, část stanic má zvýšení pod 0,8°C. V prosinci a v únoru je zvýšení podstatně nižší. Vzhledem k očekávanému růstu průměrných teplot vzduchu lze však očekávat, že v příštích desetiletích bude výskyt teplých zim vyšší. Růst teploty vzduchu v zimním období bude mít nepříznivé dopady v zemědělství.

Klíčová slova: globální oteplení, roční doby, zimní teploty vzduchu, mrazy, sucho

Abstract:

Based on the analysis of average monthly air temperatures between 1961 and 2010 it can be statistically proven that there is an increasing trend. The actual level of increase, however, is different for each season and is also specific for a particular region – there are differences between Bohemia and Moravia. In the summer, the average monthly air temperatures rise more significantly in Moravia, where there is a higher number of stations with increase of

over 1°C compared to Bohemia. This is also true for the spring, for which the difference is not so profound, and is yet smaller in the autumn. In contrast, in the winter there is a more significant increase in Bohemia, where most stations show an increase of over 0.5°C. In Moravia the increase is usually only around 0.3 to 0.4°C. Differences between the increases of average air temperature can also be seen across the individual winter months. Highest increase was found in January, where some stations in Bohemia show an increase of over 1°C, a value that was not observed in Moravia, where some stations have an increase of less than 0.8°C. In December and February, the level of increase in general is much smaller. However, given the predicted increase of air temperatures in the future in general, it can be expected that in the upcoming decades the number of warm winters will increase. Such increase of air temperatures in the winter is likely to have negative impacts for the agriculture.

Keywords: global warming, seasons, winter air temperatures, frosts, drought

Úvod

Klimatická změna, globální oteplení, to je vděčné téma, jímž se zabývá spousta klimatologů a také např. novinářů, politiků a jiných laiků. Globální teplota, tj. průměrná teplota vzduchu spočtená ze sítě stanic rovnoměrně rozložených po celé zeměkouli, se počítá od roku 1850. Od té doby stále roste, nejprve velmi pomalu, v posledních desetiletích se růst zrychluje (Pfister, 1992). Zatímco za 100 let od r. 1850 vzrostla průměrná globální teplota o 0,2°C, za dalších 60 let vzrostla již o 0,7°C (Brohan et al., 2006).

Za příčinu růstu teploty se nejčastěji považuje růst obsahu skleníkovatvorných plynů, hlavně CO₂, v zemské atmosféře (Smith, 1993, nebo Sun and Wang, 1996) vlivem lidské činnosti. Tento proces je nevratný a proto se předpokládá, že globální teplota v budoucnosti dále poroste stejně rychle jako dosud, ne-li rychleji (Hansen and Sato, 2004).

Růst teploty není všude stejný. Nejvíce roste v Evropě a v severní Americe, ještě více v Arktidě (kde způsobuje znatelný ústup zalednění), za 150 let až o 2°C, zatímco na jižní polokouli je růst menší než 0,5°C, ne však v Antarktidě. Předběžné studie naznačují, že i uvnitř Evropy, dokonce i na malých územích jako je Česká republika, není růst teploty vzduchu stejný. Toto vše platí pro průměrné roční teploty. Rostou samozřejmě i teploty spočítané pro jednotlivá roční období, jak uvádí Střeštík et al. (2014), je růst průměrné teploty vzduchu na našem území statisticky významný, ovšem je také rozdílný.

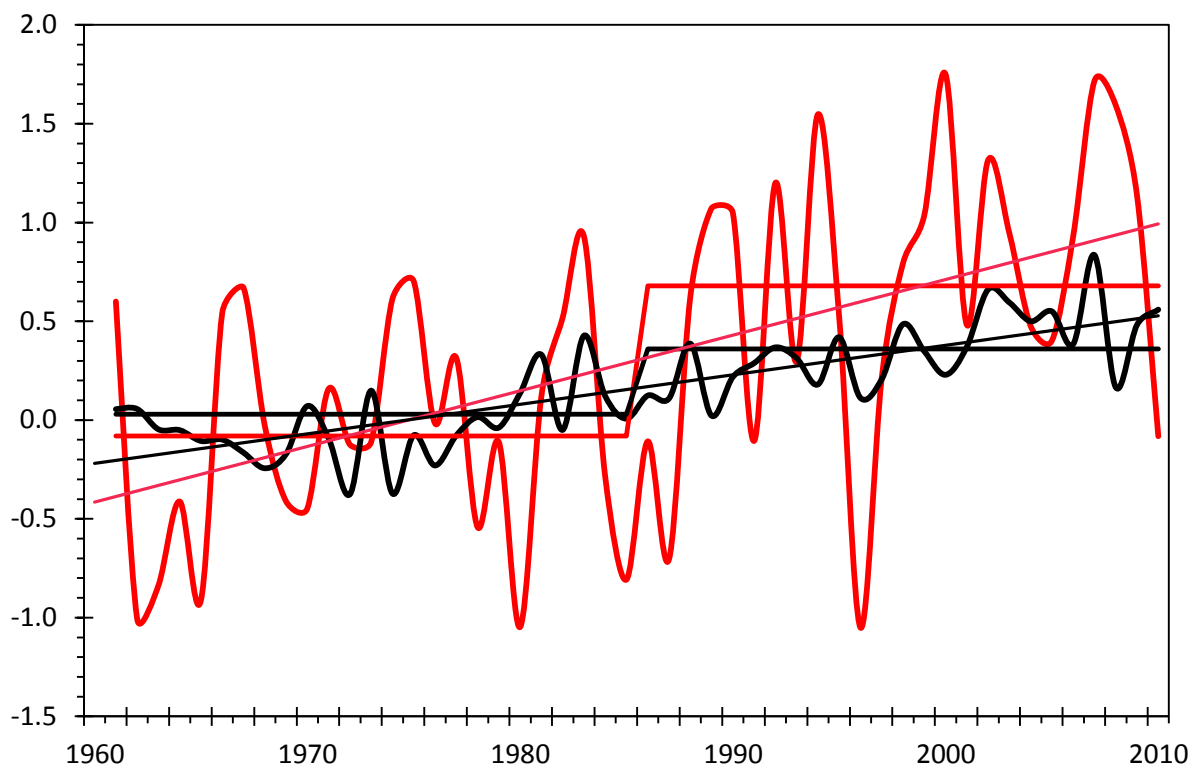
V našem příspěvku jsme se zaměřili na podrobnější analýzy růstu průměrných teplot vzduchu na síti stanic na území České republiky za 50 let hlavně v zimním období a jeho měsících.

Materiál a metody

Jako materiál byly použity údaje z tzv. technické řady měsíčních průměrných teplot vzduchu na 267 stanicích na území České republiky za období 1961-2010. Jde doplněné a homogenizované teplotní řady. Podrobnější popis použitých metod a jejich výstupů uvádí Štěpánek et al. (2011) a Štěpánek et al. (2013). Z těchto dat byly spočteny sezonní a roční průměry. Pro srovnání byly také použity roční hodnoty globální teploty vzduchu za stejné období. Z těchto dat pak byl na základě regresní přímky stanoven vzrůst teploty vzduchu na každé stanici a v každém období nebo měsíci.

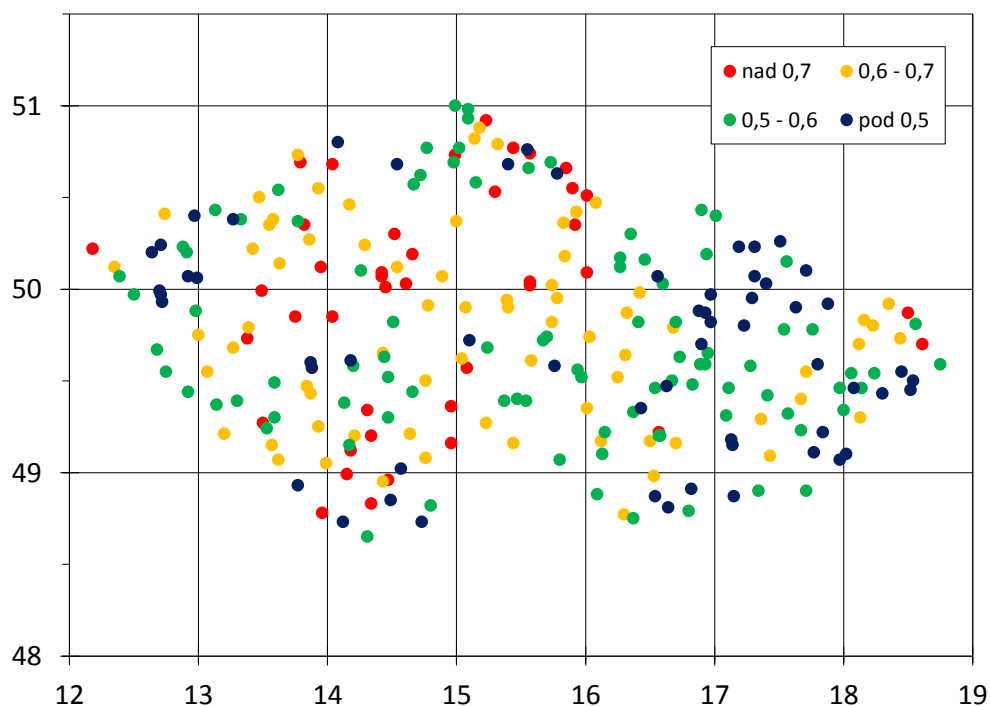
Výsledky

Průměrná roční teplota vzduchu pro celou Českou republiku (spočtená jako prostý průměr ze všech stanic) za celé období činí $7,6^{\circ}\text{C}$. V jednotlivých letech ovšem kolísá od $9,1^{\circ}\text{C}$ v roce 2000 do $6,3^{\circ}\text{C}$ v roce 1996. Jsou samozřejmě velké rozdíly mezi stanicemi, což je dáno především jejich nadmořskou výškou. Nejvyšší průměrná roční teplota $10,4^{\circ}\text{C}$ byla naměřena v Praze na Karlově, což je důsledek městského tepelného ostrova.



Obr. 1. Průběh průměrných ročních teplot vzduchu pro celou Českou republiku (červeně) a průběh globální teploty vzduchu (černě) spolu s regresními přímkami a průměry za období 1961-1985 a 1986-2010.

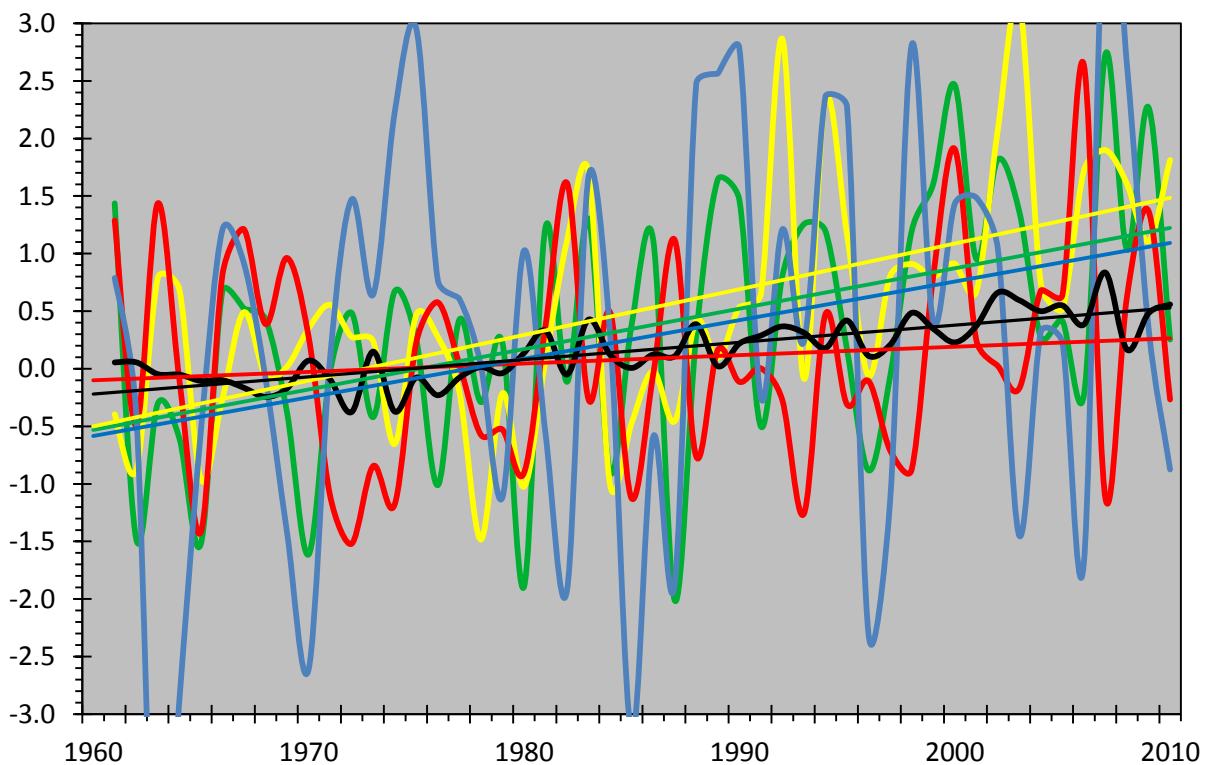
Na obr. 1 je nakreslen dlouhodobý chod průměrných ročních teplot vzduchu spočtených jako průměr ze všech stanic. Teploty jsou přepočítány tak, aby průměr za roky 1961-1990 byl roven nule. Současně je uvedena dlouhodobá změna globální teploty vzduchu. Ta se publikuje vztažená právě k průměru za období 1961-1990, proto i teploty ze sítě stanic v ČR byly takto upraveny. Globální teplota vykazuje mnohem menší kolísání z roku na rok. To proto, že jde o průměr z mnoha stanic po celém světě, takže hodnoty jsou svým způsobem vyhlazeny. Nicméně vzrůst za 50 let je patrný u obou, jak ukazují regresní přímky. Na obrázku je dobře vidět, jak teplota v České republice roste rychleji než teplota globální. Růst teploty je ovšem doprovázen značným kolísáním z roku na rok, které v ČR může činit až 2°C během 1-2 roku. Pro globální teplotu je toto kolísání mnohem menší. Není zřejmá dlouhodobá periodičita (pro periody v rozmezí 3-10 roků), která by naznačovala, že se teplejší a chladnější období pravidelně střídají. V první polovině období (1961-1985) byla průměrná teplota 7,3°C, ve druhém (1986-2010) 7,9°C, což je rozdíl statisticky vysoce významný. Pro globální teplotu je rozdíl mezi oběma částmi menší, avšak vzhledem k menšímu kolísání je i ten vysoce významný.



Obr. 2. Změna průměrné roční teploty vzduchu na jednotlivých stanicích mezi obdobími 1961-1985 a 1986-2010. Hodnoty jsou barevně odlišeny (viz legenda).

Růst průměrných ročních teplot vzduchu na jednotlivých stanicích se liší, někdy i podstatně, od průměrného růstu pro celou Českou republiku. Všechny 267 stanic jsme proto rozdělili do čtyř skupin podle velikosti růstu, a to tak, že ve dvou skupinách je růst rychlejší než průměr a v dalších dvou pomalejší. Rozložení stanic s rychlejším a pomalejším růstem na území ČR uvádí obr. 2. Stanice jsou označeny barevnými kroužky a to vždy tak, že „teplé“ barvy označují rychlejší růst a „studené“ pomalejší.

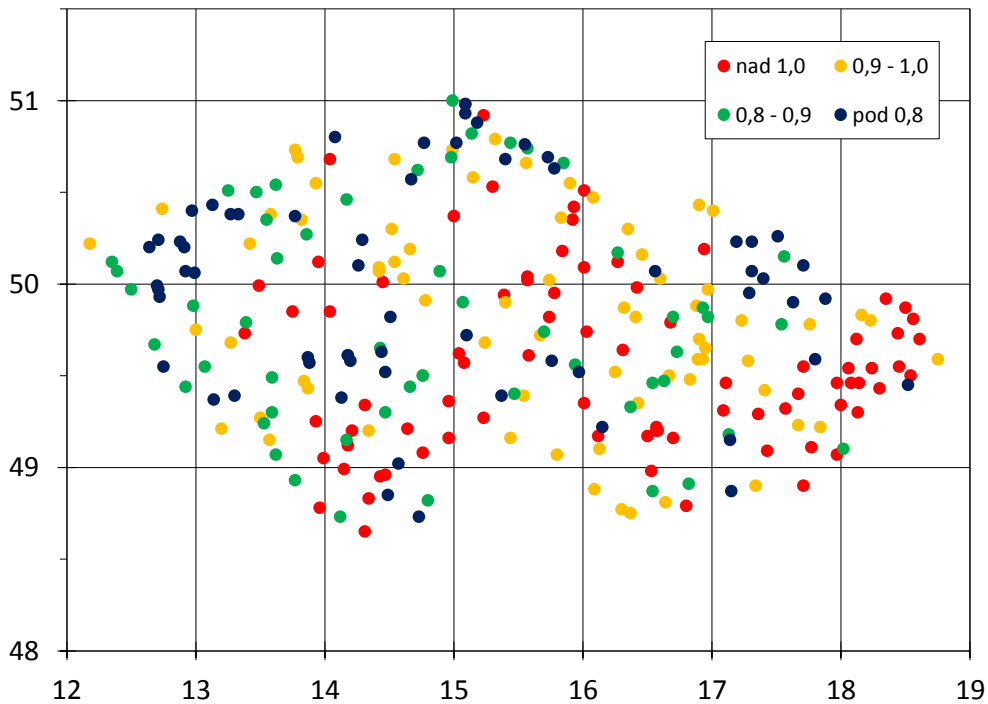
Rozložení stanic s rychlejším a pomalejším růstem není náhodné. Je velký rozdíl mezi stanicemi v Čechách a na Moravě. V Čechách pozorujeme obecně rychlejší růst, hodnoty nad $0,7^{\circ}\text{C}$ (na obr. 2 červeně) jsou běžné. Na Moravě naopak hodnoty nad $0,7^{\circ}\text{C}$ se vyskytují jen výjimečně. To znamená, že rychlost růstu teploty vzduchu závisí na zeměpisné délce, přesněji na vzdálenosti od oceánu. V Čechách se tedy globální oteplení projevuje více než na Moravě.



Obr. 3. Průběh průměrných sezonních teplot vzduchu pro celou Českou republiku (zeleně jaro, žlutě léto, červeně podzim, modře zima) a průběh globální roční teploty vzduchu (černě) spolu s regresními přímkami.

Toto vše platí o růstu celoročních průměrných teplot vzduchu. Teplota roste samozřejmě ve všech ročních obdobích, ne však vždy stejně. Růst v jednotlivých ročních obdobích ukazuje obr. 3. Z důvodu lepší přehlednosti zde na rozdíl od obr. 1 nejsou zakresleny průměry za poloviny sledovaného období. Protože průměr za sezonu je průměrem za tři měsíce, zatímco

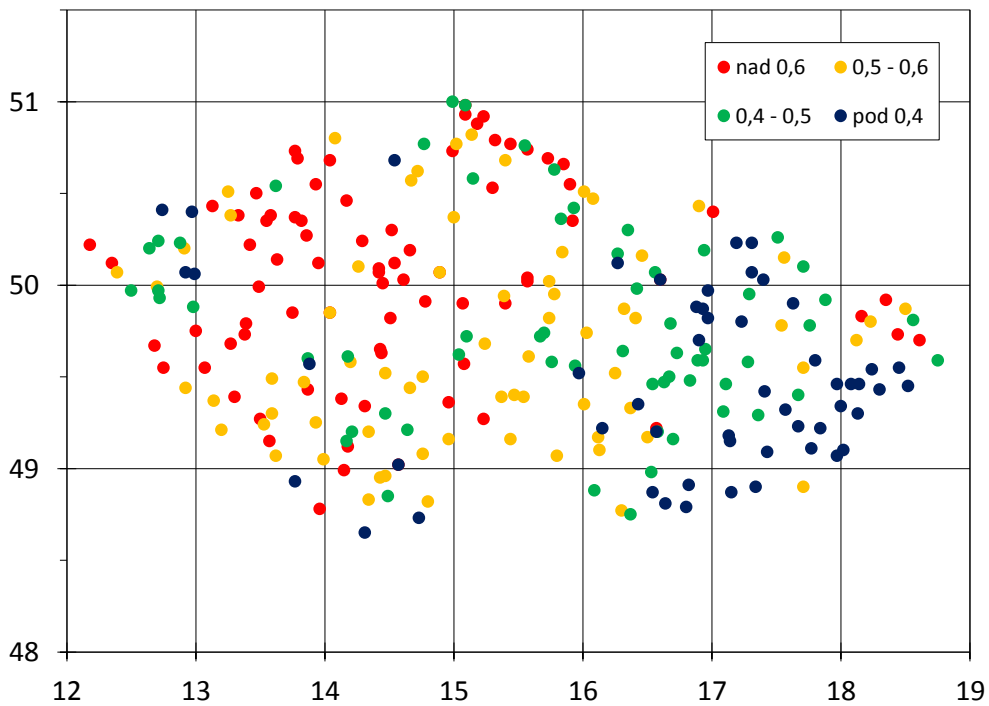
roční průměr za 12 měsíců, je kolísání mezi jednotlivými roky na obr. 3 větší než na obr. 1. Dlouhodobá změna je přesto patrná. Nejvíce rostou teploty letní, o něco méně zimní a jarní, velmi málo rostou teploty podzimní, dokonce pomaleji než teplota globální, a v této jediné roční době změna není statisticky významná.



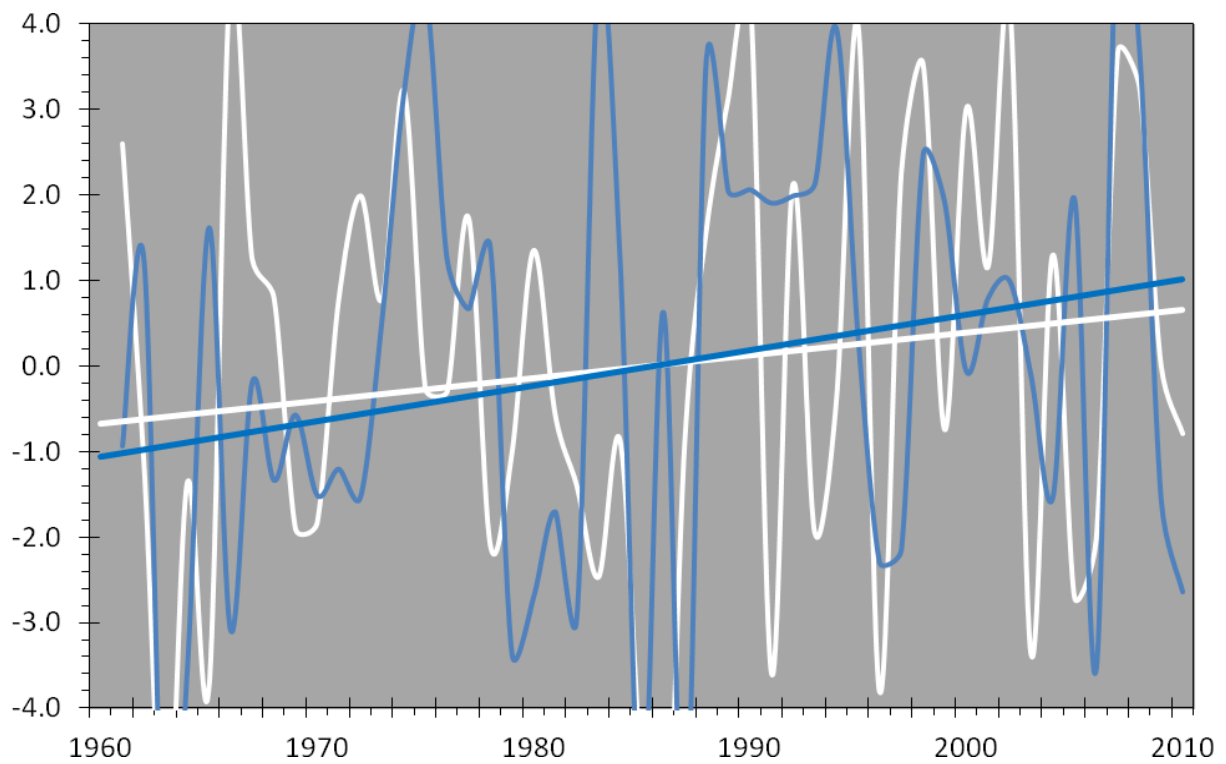
Obr. 4. Změna průměrné letní teploty vzduchu na jednotlivých stanicích mezi obdobími 1961-1985 a 1986-2010. Hodnoty jsou barevně odlišeny (viz legenda).

Stejně jako průměrné roční teploty vzduchu rostou i průměrné teploty vzduchu v jednotlivých sezónách různě na různých stanicích. Velikosti tohoto růstu pro letní teploty ukazuje obr. 4. Zřetelně je vidět nahromadění červených bodů, tedy rychlejšího růstu teploty, na Moravě a v jihovýchodní části Čech, zatímco dále na severozápad rostou teploty pomaleji.

V zimě je situace opačná, jak nám ukazuje obr. 5. Teploty rostou více v Čechách než na Moravě. Obrázek se podobá rozložení růstu celoročních teplot, ale rozdíl mezi Čechami a Moravou je výraznější. Rychlý růst je pozorován v celých Čechách a skoro všude spadá jeho číselné vyjádření do nejvyšší skupiny označené na obrázku jako červené body. Na Moravě se takový růst pozoruje jen na několika stanicích na Ostravsku, jinde je podstatně menší. Pro jarní teploty vzduchu platí v menší míře totéž, jen rozdíl mezi Čechami a Moravou je menší. Také pro podzimní teploty platí stejné rozložení růstu na jednotlivých stanicích, růst je však celkově mnohem menší a proto rozdíly mezi stanicemi nemají význam.

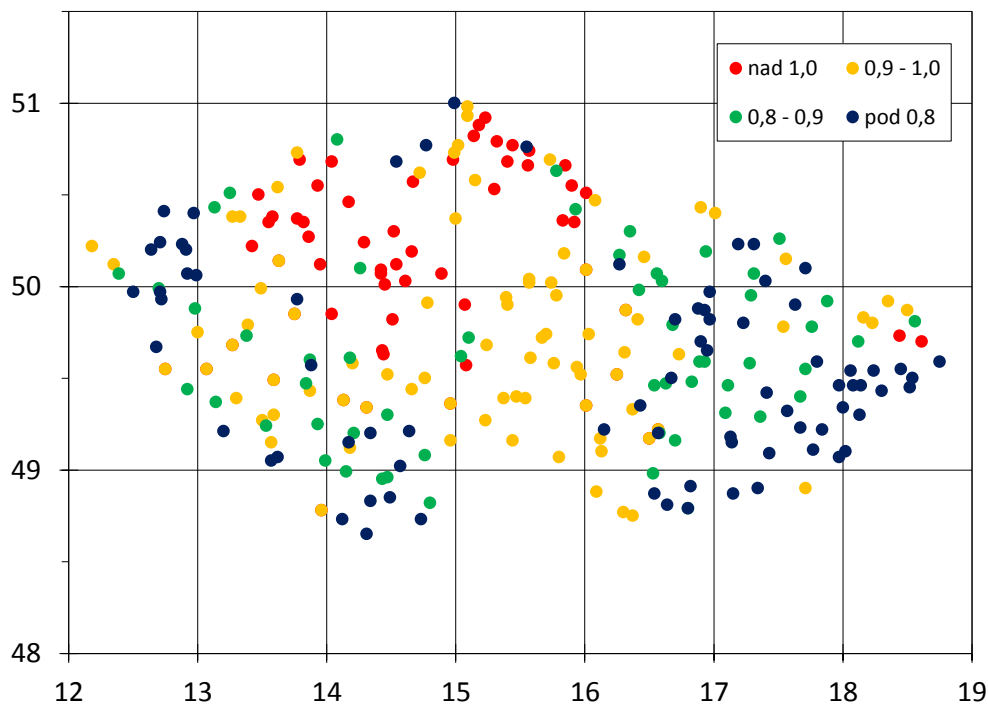


Obr. 5. Změna průměrné zimní teploty vzduchu na jednotlivých stanicích mezi obdobími 1961-1985 a 1986-2010. Hodnoty jsou barevně odlišeny (viz legenda).



Obr. 6. Průběh průměrných lednových (modře) a únorových (bíle) teplot vzduchu pro celou Českou republiku spolu s regresními přímkami.

Jsou také rozdíly v růstu průměrné teploty vzduchu i mezi jednotlivými měsíci v téže sezoně. V zimním období je nejvýraznější leden. V tomto měsíci rostou teploty nejrychleji, téměř tak rychle jako v létě. Naopak v prosinci a v únoru a také v březnu je růst mnohem pomalejší. Změna průměrných lednových a únorových teplot vzduchu pro celou ČR za roky 1961-2010 je uvedena na obr. 6. Kolísání mezi jednotlivými roky je ještě větší než pro celou sezonu, z důvodu lepší viditelnosti regresní přímky extrémní hodnoty přesahují rámeček obrázku. Také lednový růst teplot je různý na různých stanicích, jak ukazuje obr. 7. Rozložení je vcelku podobné rozložení růstu teplot za celé zimní období, ale na území Čech je rychlejší růst (červené body) omezen jen na severní polovinu.



Obr. 7. Změna průměrné lednové teploty vzduchu na jednotlivých stanicích mezi obdobími 1961-1985 a 1986-2010. Hodnoty jsou barevně odlišeny (viz legenda).

Rychlejší růst teploty vzduchu v lednu než v únoru má jeden zajímavý důsledek. Obvykle je nejstudenější měsíc v roce leden, ale někdy bývá únor studenější. Není to tak neobvyklé, studenější únor než leden se vyskytl v 17 letech z 50, což je celá třetina, z toho v prvním 25-letém období bylo takových roků 7, ve druhém 10, což je dáno tím, že průměrná lednová teplota vzrostla mezitím více než v únorová. Zřídka se vyskytl studenější prosinec než leden, bez rozdílu mezi první a druhou polovinou zkoumaného období.

Diskuze a závěr

Ukázali jsme, že i v poměrně krátkém období 50 let lze na území České republiky pozorovat nezanedbatelný růst teploty vzduchu. Tento růst je rychlejší než růst globální teploty a je navíc různý v různých ročních dobách i měsících a v různých regionech České republiky. Obecně teploty v Čechách rostou více než na Moravě, zvláště v zimě, naopak v létě rostou teploty více na Moravě. Je však třeba připomenout, že všecek tento růst je poměrně malý v porovnání s krátkodobým kolísáním z roku na rok. Nicméně mnohé studie ukazují, že i v mnohem delším předcházejícím období teplota také rostla, i když pomaleji. Kromě toho dosavadní průběh teplot vzduchu, ať už jde o celoroční, sezonní nebo měsíční průměry, nikterak nenaznačuje, že by se ke konci zkoumaného období zpomaloval či dokonce jevil tendenci k zastavení. Znamená to, že bude třeba do budoucnosti počítat s dalším růstem, nejméně s takovým, jako byl pozorován doposud, případně i rychlejším ve shodě s očekávaným růstem teploty globální. Potom dosud pozorovaná změna, která je v porovnání s krátkodobým kolísáním z roku na rok velmi malá, za dalších 50 let již velmi malá nebude. K růstu teplot vzduchu v budoucnosti musíme ještě připočítat slabý pokles srážek, byť alespoň prozatím mnohem slabší než dosavadní změna teploty vzduchu.

Růst teploty vzduchu, i když by se snad mohl zdát příjemný, není příznivý pro zemědělství. Vyšší teploty v létě, zvláště na Moravě, spolu s mírným poklesem srážek znamenají silnější výpar a tak přispějí k nedostatku vláhy a ohrožení suchem (viz např. Rožnovský and Kohut, 2004). Ale ani vyšší teploty v zimě nejsou pro zemědělství příznivé. V létě rozdíl dvou stupňů, např. mezi 30°C a 32°C celkem nic neznamena a člověk ho často ani nerozezná. Ale rozdíl mezi +1°C a -1°C je v přírodě významný. Jsou-li v zimě teploty nad nulou, pak srážky padají častěji v podobě deště nebo sněhu s deštěm a případný ležící sníh taje. Častěji se pak může stát, že sněhová pokrývka úplně zmizí a jestliže se v následujících dnech silně ochladí, lze se obávat holomrazů. Vážnější problém však je, že voda z dešťových srážek a z tajícího sněhu odchází v konečné fázi do řek a do moře už během zimy místo aby zůstávala v krajině. V dalších měsících pak zásoba vody chybí a rok tak začíná srážkovým deficitem. Této souvislosti si všimli naši předkové a zachytili ji v pranostikách. Všechny se shodují v tom, že teplá zima, a speciálně teplý leden, stejně tak deštivý leden, jsou pro budoucí úrodu nepříznivé. Studená zima s mrazy a se sněhem, pokud nejsou mrazy extrémní a sněhu příliš mnoho, je tedy pro budoucí úrodu prospěšná. Vzhledem k očekávanému růstu průměrných teplot vzduchu lze však očekávat, že v příštích desetiletích bude nepříznivých teplých zim více než v minulosti. Bude tedy třeba počítat s jejich nepříznivými důsledky v podobě

zvýšeného ohrožení suchem a bude třeba učinit předem opatření, která by tato nebezpečí snížila.

Literatura

Brohan P., Kennedy J., Harris I., Tett S. F. B., Jones P. D., Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850. *Journal of Geophysical Research*, 2006, 111, D12106, doi: 10.1029/2005JD006548.

Hansen J., Sato M., Greenhouse gas growth rates. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2004, 101, 16109-16114.

Pfister C., Monthly temperature and precipitation patterns in Central Europe from 1525 to the present. A methodology for quantifying man made evidence on weather and climate. In: Bradley R.S., Jones P.D. (eds.): *Climate since 1500 A.D.*, 1992, 118-143.

Rožnovský J., Kohut M., Drought 2003 and Potential Moisture Balance. *Contributions to Geophysics and Geodesy*, 2004, 34, 195-208.

Smith I. M., CO₂ and climatic change: An overview of the science. *Energy Conversion and Management*, 1993, 34, 739-735.

Štěpánek J., Rožnovský J., Štěpánek P., Zahradníček P., Increase of annual and seasonal air temperatures in the Czech Republic during 1961-2010. In: Rožnovský J., Litschmann T. (eds.): *Mendel and Bioclimatology. Conference proceedings, Brno, 3rd-5rd Sep. 2014*[CD-ROM]. Brno: 2014. ISBN 978-80-210-6983-1.

Štěpánek P., Zahradníček P. Farda A., Experiences with homogenization of daily records of various meteorological elements in the Czech Republic. *Időjárás*, 2013, 117, 123-141.

Štěpánek P., Zahradníček P., Huth R., 2011, Interpolation techniques used for data quality control and calculation of technical series. An example of Central European daily time series.

Kontakt

RNDr. Jaroslav Štěpánek, CSc.

Tel. 739812839, e-mail j.strestik@post.cz .