

40 LET MĚŘENÍ NA SOUKROMÉ METEOROLOGICKÉ STANICI V HRUŠOVÉ NA ORLICKOÚSTECKU

Josef Novák, 566 01 Hrušová, Novak.Trivium@seznam.cz

Stanislava Kliegrová, Český hydrometeorologický ústav, pobočka Hradec Králové, Dvorská 410, 503 11 Hradec Králové, stanislava.kliegrova@chmi.cz

Presenting 40 years of measurements at the private weather station in Hrušová, Orlickoústecko. The presented data sets were measured and analyzed at the Hrušová amateur weather station for the 1975–2014 period. The station is located at the coordinates of 49°54'59,46" N, 16°11'42,83" E and at an altitude of 291 m a.s.l. The average annual air temperature presents a statistically significant linear trend (+0.056 °C), and all average monthly air temperatures have positive linear trends. During the period, increasing numbers of tropical and summer days and tropical nights were recorded. The annual rainfall total presents an increasing linear trend which is not statistically significant. The monthly precipitation totals have different linear trends (both positive and negative, but their statistical significance was not tested). The extreme values of selected meteorological elements are mentioned in the paper.

KLÍČOVÁ SLOVA: stanice amatérská meteorologická – teplota vzduchu – teplotní trendy – srážky – Hrušová
KEYWORDS: Amateur weather station – air temperature – temperature trends – precipitation – Hrušová

1. ÚVOD

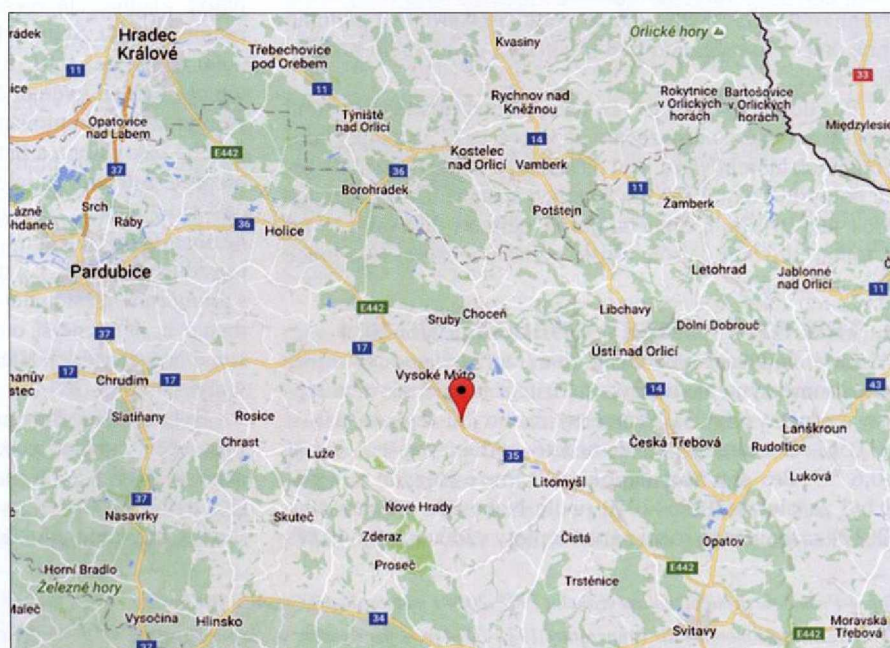
Amatérská meteorologická stanice v obci Hrušová v okrese Ústí nad Orlicí (obr. 1, 2) vznikala postupně od roku 1973 a pravidelné měření bylo na stanici zahájeno 31. 12. 1974, s přerušením v letech 1978–1982 z důvodu vysokoškolských studií a vojenské služby pozorovatele. Od počátku byla zřetelná snaha o takové způsoby měření, které by byly porovnatelné s profesionální meteorologickou službou, tedy podle platných metodických pokynů ČHMÚ a doporučení Světové meteorologické organizace. Dobrá poloha stanice s ohledem na reprezentativnost dat a možnost zastoupení v měření rodiči byly významným předpokladem pro dlouhodobá a systematická meteorologická měření, která tvoří současnou hodnotu výsledků této stanice. Na měrném pozemku soukromé meteorologické stanice byla na podzim roku 2013 vybudována ještě dobrovolnická automatická klimatologická stanice ČHMÚ, typ AKS 1 (automatická klimatologická stanice s počítačem pro vkládání prvků a jeví pozorovatelem). Obě stanice měří a prezentují data zcela nezávisle, amatérská stanice na webové stránce <http://www.pocasi-hrusova.cz/>.

Následující kapitoly jsou výsledkem zpracování vybraných meteorologických prvků ke 40. výročí založení stanice. Spoluprací na sepsání tohoto článku chtěli pracovníci oddělení meteorologie a klimatologie ČHMÚ v Hradci Králové také poděkovat a ocenit tak dlouholetou nezištnou práci dobrovolného pozorovatele pana PaedDr. Josefa Nováka, jednoho z těch poctivých a nadšených pozorovatelů, na kterých dlouhá léta stála, a i přes postupující automatizaci stále stojí dobrovolnická síť klimatologických stanic ČHMÚ.

2. POPIS LOKALITY A POUŽITÝCH PŘÍSTROJŮ

Pozemek stanice má souřadnice 49°54'59,46" s. š., 16°11'42,83" v. d. a nadmořskou výšku 291 m n. m. Podle klasifikace z Atlasu podnebí ČSR 1958 leží stanice (obr. 1, 2) v klimatické oblasti B3, mírně teplé, mírně vlhké, pahorkatinné, s mírnou zimou (Tolasz et al. 2007). V blízkosti stanice nedošlo během let měření k významnějším změnám prostředí například vlivem zástavby, vzrůstu lesa, a podobně.

Dále uváděné a zpracované údaje jsou naměřené v období 1975–2014 v Hrušové. Výjimku tvoří data z let 1978 až 1982, kdy na stanici nebyl přítomen pozorovatel. Toto období bylo doplněno pro většinu meteorologických prvků z dat profesionální stanice ČHMÚ v Ústí nad Orlicí, ale některé prvky, například výška sněhové pokrývky, mají řadu v tomto období přerušenu. Pro teplotu a vlhkost vzduchu byly hod-



Obr. 1 Mapa s umístěním meteorologické stanice v Hrušové u Vysokého Mýta.

Fig. 1. Map with the location of the weather station in Hrušová, Vysoké Mýto.



Obr. 2 Aktuální fotografie meteorologické stanice v Hrušové u Vysokého Mýta.

Fig. 2. Actual photo of the weather station in Hrušová, Vysoké Mýto.

noty získány z hodinových měření termohygrografu Metra 867 a z měření standardních meteorologických teploměrů v meteorologické budce ve dvou metrech nad zemí. Přístroje byly kalibrovány v souladu s pokyny ČHMÚ. Měření množství srážek byla prováděna standardním manuálním srážkoměrem Metra v pozorovacím termínu 07:00 SEČ. V roce 2010 byla manuální měření nahrazena měřením automatické meteorologické stanice Davis Vantage PRO+, ale s člunkovým srážkoměrem (typ MR3H-FC). Délka slunečního svitu se na meteorologické stanici měřila až od roku 2001. Nejprve, do konce roku 2010, Campbell-Stokesovým heliografem Metra 875 za použití originálních slunoměrných pásek s vyhodnocením délky slunečního svitu podle platných metodických pokynů ČHMÚ. Od roku 2011, až do zprovoznění AKS 1 v roce 2013, digitálním slunoměrem Davis, jehož chyba měření byla následně korigována podle slunoměru SD5. Měření tlaku vzduchu bylo prováděno týdenním mikrobarografem Metra 868 od roku 1990. Promrznutí půdy bylo měřeno pomocí Danilina půdního mrazoměru umístěného pod trávnikem na měrném pozemku stanice.

Pro doplnění uvedme, že přestože nepravidelné měření rychlosti a směru větru začalo již v roce 1977, výsledky kontinuálních měření větru jsou na stanici k dispozici až od druhé poloviny roku 2010, po instalaci senzorů Davis Vantage Pro+ nad střechu rodinného domu, celkově do výšky 10 m. Z tohoto důvodu nejsou větrné poměry v rámci práce vyhodnocovány.

3. TEPLOTNÍ POMĚRY V OBDOBÍ 1975–2014

Celé sledované období je charakterizováno sice mírně nerovnoměrným, ale trvalým nárůstem průměrné roční teploty vzduchu (obr. 3). Průměrný meziroční teplotní nárůst $+0,056\text{ }^{\circ}\text{C}$ znamená za desetileté období zvýšení téměř $+0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro srovnání například v Praze-Ruzyni na letišti byl za období 1986–2010 podle Nekováře a Pokorného (2012) zaznamenán roční nárůst teploty vzduchu $+0,048\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Lineární trend je statisticky významný, na hladině významnosti menší než 0,01. Rychlost oteplování byla nejmenší v 70. letech 20. století, dále od roku 1980 byl nárůst průměrné roční teploty nepřetržitý až do roku 1997, podstatně pomaleji se oteplovalo v letech 1998 až 2010, avšak poslední roky jsou opět ve znamení rychlého oteplování.

Průměrná roční teplota vzduchu (tab. 1) za sledované období byla $8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Od počátku měření až do roku 1987 se jednalo o období teplotně podprůměrné, pro období 1988 až 1997 dochází ke střídání let teplotně podprůměrných s roky nadprůměrně teplými a posledních 16 let, s výjimkou roku 2010, patří k teplotně nadprůměrným. Porovnáme-li teplotní normál 1901–1930 pro 290 metrů nad mořem, který má hodnotu $8,18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Stružka 1956), s posledními třiceti roky až do roku 2014, pak toto pozdější období má teplotní průměr vyšší o $0,33\text{ }^{\circ}\text{C}$. Průměrná roční teplota vzduchu v letech 1975–1984 dosahovala hodnoty $7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, ale další desetiletí (1985–1994) už bylo počátkem silného oteplování a průměrná hodnota byla $8,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Průměrná teplota vzduchu posledního desetiletí 2005–2014 je $9,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nárůst teploty vzduchu v posledních třech desetiletích byl menší než nárůst mezi prvním a druhým desetiletím pozorování. Nejstudnější ve sledovaném období byl rok 1980 s průměrnou roční teplotou vzduchu $6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, dále rok 1985 s teplotou $6,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a rok 1996 s teplotou $7,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Naopak absolutně nejteplejší rok 2014 měl průměrnou teplotu $10,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a rok 2000 $10,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Oba nejteplejší roky patří do posledních 15 let měření.

Zaměříme-li se detailněji na průběh teploty v jednotlivých měsících, a to na průběh podle dekád (desetidenních období), pak až poslední dekáda v lednu je nejchladnějším obdobím roku, s průměrnou teplotou vzduchu $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, počínaje poslední únorovou dekádou nastupují hodnoty teploty kladné. Nejteplejší částí roku je poslední červencová a první srpnová dekáda, s průměrnou teplotou vzduchu $18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teprve pro poslední prosincovou dekádu jsou typické záporné hodnoty teploty v průměru $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

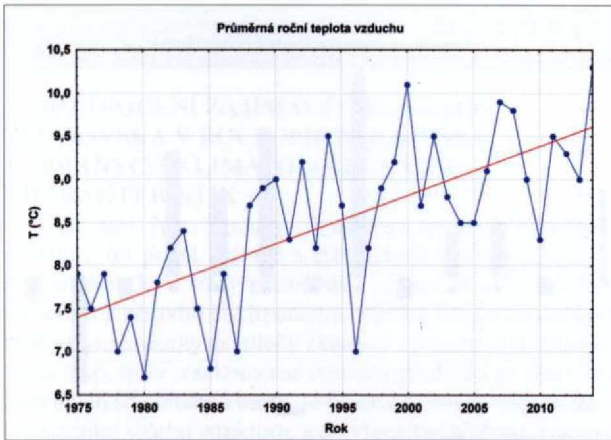
Lineární teplotní trendy v jednotlivých měsících jsou pouze kladné, ale různé měsíce v roce se oteplují různě rychle (obr. 4). Statistická významnost, na hladině významnosti menší než 0,01, byla zjištěna pro průměrnou měsíční teplotu dubna, května, června, července, srpna a listopadu. Nejvýraznější oteplování vykazují měsíce duben a červenec, značné pak i srpen a listopad. Statisticky významně se tedy otepluje zejména na jaře a v létě. Při analýze zimních měsíců bylo zjištěno, že v uplynulých 40 letech byl jednoznačně nejchladnější leden v roce 1987 (průměrná měsíční teplota vzduchu $-8,3\text{ }^{\circ}\text{C}$), a naopak nejteplejší leden v roce 2007 s průměrnou měsíční teplotou vzduchu $+4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Únor zaznamenal nejvýraznější oteplení v období 1995–2004 a prosinec se nejrychleji oteploval v období 1985–1994 a dále v období 2005–2014.

Byla zjištěna zřetelná tendence nárůstu počtu dní tropických (den, v němž maximální teplota vzduchu byla $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ nebo vyšší) a letních (den, v němž maximální teplota vzduchu byla $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ nebo vyšší), a dokonce i tropických nocí (noc, v níž minimální teplota vzduchu neklesla pod $20\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Tab. 1 Průměrná měsíční teplota vzduchu 1975–2014 z meteorologické stanice Hrušová.

Table 1. Average monthly air temperature 1975–2014 from the weather station in Hrušová.

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ROK
[$^{\circ}\text{C}$]	-1,2	-0,4	3,7	8,3	13,4	16,3	18,1	17,6	13,5	9,1	3,9	0,0	8,5



Obr. 3 Graf průměrné roční teploty vzduchu z meteorologické stanice Hrušová (1975–2014) s lineárním trendem.

Fig. 3. Graph of average air temperature at the weather station in Hrušová (1975–2014) with a linear trend.

Tropické noci se v 70. a 80. letech 20. století objevovaly výjimečně, v posledních deseti letech do roku 2014 bylo zaznamenáno osm tropických nocí. Zkracuje se období vegetačního klidu, tj. období s průměrnou denní teplotou pod 0 °C, které trvá v průměru 62 dní. Z hlediska teploty vzduchu se zima vyjadřuje tzv. mrazovým indexem zimy (MIZ), což je suma záporných průměrných hodnot denní teploty. Mezi dvě nejstudenější zimy patřila zima z let 1984/1985, s indexem 548, jednalo se o tzv. ostrou zimu, a z let 1986/1987, s indexem 486, tzv. tuhá zima. Nejteplejší zima byla zaznamenána na přelomu let 2013 a 2014, index 50 a dále 1987 a 1988, index 98, obě zimy byly tzv. přímořského typu. Teplých zim bylo u nás ve sledovaném období celkem osm (index 100–200).

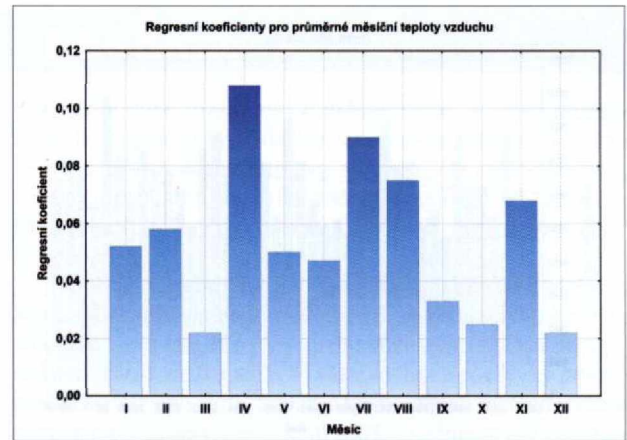
Zkoumány byly i počty charakteristických dní podle teploty vzduchu. Rychle narůstal počet dní s průměrnou denní teplotou 10 °C a víc, zhruba o jeden den za deset let. Takových dní je v roce v průměru 148. Dále narůstal i počet dní s průměrnou denní teplotou nad 20 °C, zhruba o jeden den za 20 let. Těchto velmi teplých dní je v roce průměrně 9. Také počet letních dnů za rok má vzestupnou tendenci, a to jeden den na každých 30 let. Průměrně je v létě takových dní 40, tropických dní pak průměrně šest.

Absolutní teplotní extrémny zaznamenané na stanici v období 1975–2014 byly: nejnižší teplota vzduchu –33,1 °C dne 9. 1. 1985, druhá nejnižší teplota vzduchu –26,3 °C dne 14. 1. 1987, nejvyšší teplota vzduchu +37,8 °C dne 27. 7. 1983, druhá nejvyšší teplota vzduchu +36,7 °C dne 13. 8. 2003.

4. SRÁŽKOVÉ POMĚRY V OBDOBÍ 1975–2014

Údaje o ročních srážkových úhrnech za období 1975 až 2014 jsou uvedeny na obr. 5. Vzestupný lineární trend není statisticky významný (na hladině významnosti větší než 0,1). Průměrný roční úhrn srážek je 647,9 mm (tab. 2).

Lineární regresní koeficienty měsíčních srážkových úhrnů jsou uvedeny na obr. 6, jejich statistická významnost



Obr. 4 Graf s regresními koeficienty pro průměrnou měsíční teplotu vzduchu z meteorologické stanice Hrušová (1975–2014).

Fig. 4. Graph of regression coefficients for average monthly air temperatures at the weather station in Hrušová (1975–2014).

nebyla zkoumána. Nevýraznější je nárůst měsíčních srážkových úhrnů v květnu a červenci, stále sušším měsícem se stává listopad. Z pohledu ročních období je srážková bilance nejdůležitější ve vegetačním období a pak v zimě, a to i s ohledem na sportovní aktivity. První polovina zimy je na srážky chudá, až v únoru a v březnu jsou srážkové úhrny dlouhodobě spíše na vzestupu. Uprostřed jara padajících srážek stále více ubývá, vlivem nedostatku zeleně a zvyšujícího se slunečního svítu dochází i při malé rychlosti větru k intenzivnímu vysušování půdy. Teprve závěr jara se stává stále vlhčí. Nejstabilnější měsíc na množství spadlých srážek v celém sledovaném období je na stanici červen. Ve zbývajících letních měsících je zaznamenán nárůst srážkových úhrnů, který je patrný i v září. Úbytek srážek byl zaznamenán v listopadu.

Na srážky byl nejbohatší rok 2010, s úhrnem 896,9 mm, nejsuššími byly roky 1982 se 476,8 mm a 1990 se 480,8 mm. Nejvyšší úhrn srážek ve vegetačním období (duben–září) byl v roce 1995 s úhrnem 587,1 mm. Nejnižší úhrn srážek ve vegetačním období 203,0 mm je z roku 1992. Průměrný úhrn srážek za vegetační období přitom činil 398,9 mm. Nejvlhčí rok podle Langova dešťového faktoru (Stružka 1956) byl rok 1987.

Nejdeštivější byl měsíc červen v roce 1997, s úhrnem 225,5 mm, nejsuššími měsíci listopad 2011 s 1,6 mm a únor 2003 s 2,4 mm srážek. Srážkově nejsušší jsou v průměru měsíce únor, říjen a duben, nejvíce srážek průměrně spadne v červenci a v srpnu.

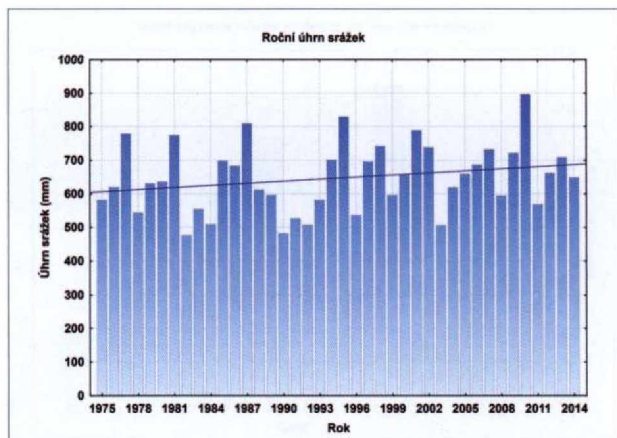
Počty dní za rok se sněhovou pokrývkou jeden cm a více mají v průměru spíše sestupnou tendenci (obr. 7, chybějící údaje za období 1978–1982, které byly zapříčiněny nepřítomností pozorovatele, nebyly doplňovány), ale meziroční variabilita je velká a zaznamenaný lineární trend není statisticky významný (na hladině významnosti větší než 0,1). Sněhová pokrývka se udrží v průměru 45 dní.

Nejvyšší výška sněhu 31 cm byla naměřena dne 30. 1. 1986. Největší počet dní se sněhovou pokrývkou jeden cm

Tab. 2 Průměrné měsíční úhrny srážek 1975–2014 z meteorologické stanice Hrušová.

Table 2. Average monthly precipitation total 1975–2014 from the weather station in Hrušová.

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ROK
[mm]	44,3	31,9	42,5	39,6	67,7	67,8	88,4	81,3	59,1	37,5	40,6	47,2	647,9



Obr. 5 Graf ročních úhrnů srážek z meteorologické stanice Hrušová (1975–2014).

Fig. 5. Graph of average annual precipitation totals at the weather station in Hrušová (1975–2014).

a více, 95 dní, bylo zaznamenáno v roce 2010. Naopak nejmenší počet dní se sněhovou pokrývkou, pouze čtyři dny byl zaznamenán v roce 1992.

5. EXTREMŮ V POČASÍ V OBDOBÍ 1975–2014

Nejvyšší hodnota tlaku vzduchu přepočteného na hladinu moře (1 044 hPa) ve zpracovávaném období byla naměřena dne 27. 12. 1996, nejnižší hodnota tlaku vzduchu přepočteného na hladinu moře (979, 6 hPa) byla naměřena 16. 12. 2011. Dne 30. 1. 2015 ve 14:45 SEČ byla zaznamenána na stanici dosud nejnižší hodnota tlaku vzduchu přepočteného na hladinu moře – 975,9 hPa.

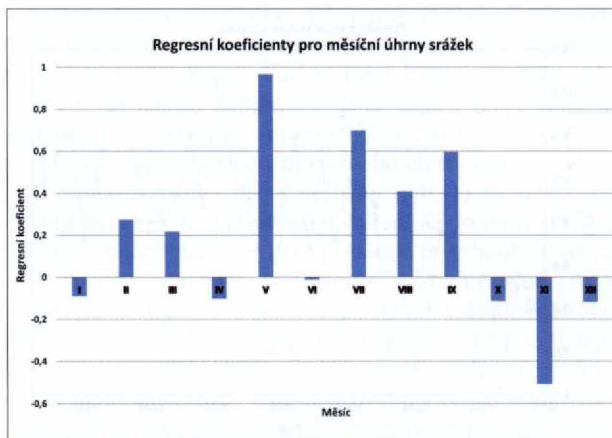
Nejnižší relativní vlhkost vzduchu 15 % je ze dne 18. 3. 1986. Nejhlubší promrznutí půdy 56 cm je z 18. až 20. února roku 2012, naopak do pouhých 9 cm půda promrzla 28. ledna v roce 2013.

Nejdéle slunce svítilo v roce 2003, a to 2 046 hodin, minimální svit byl zaznamenán v roce 2009, a to 1616 hodin. Podrobnější charakteristiky o slunečním svitu budou zpracovány až po 15 letech měření, tedy v roce 2016.

6. ZÁVĚR

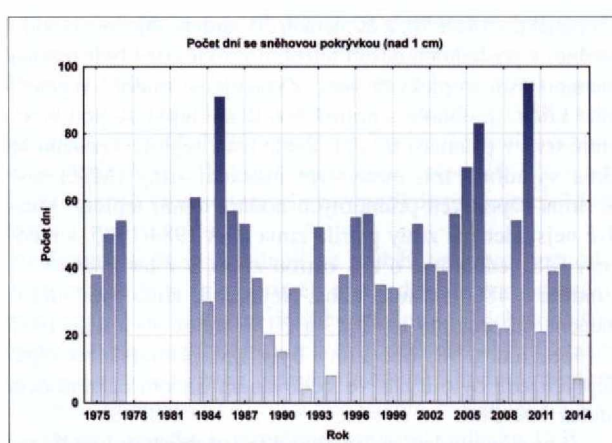
Období 1975 až 2014 je na základě výsledků měření z amatérské meteorologické stanice v Hrušové charakterizováno mírně nerovnoměrným, ale trvalým nárůstem průměrné roční teploty vzduchu se statisticky významnou hodnotou lineárního teplotního trendu + 0,056 °C za rok. Nejpozvolnější oteplování lze pozorovat v 70. letech 20. století, období 1980 až 1997 se vyznačuje rychlejším zvyšováním průměrné roční teploty vzduchu, ale to je vystředáno pozvolnějším oteplováním v letech 1998 až 2010. Poslední roky sledovaného období opět vykazují značně rychlý růst průměrné roční teploty vzduchu. Lineární teplotní trendy pro jednotlivé měsíce jsou kladné, s různě velkými hodnotami regresních koeficientů. Statisticky významné oteplování bylo zjištěno pro měsíce duben, květen, červen, červenec, srpen a listopad. Projevy oteplování lze rovněž dokumentovat na nárůstu počtu letních a tropických dní, dokonce i tropických nocí, na zkracování délky vegetačního klidu nebo nárůstu počtu dní s průměrnou denní teplotou nad +10 °C i nad +20 °C. Roční úhrny srážek v období 1975 až 2014 vykazují také vzestupný, ale ne statisticky významný trend a jejich variabilita je velká.

Poměrně jednoduchým rozbořením teplotních a srážko-



Obr. 6 Graf s regresními koeficienty pro měsíční úhrny srážek z meteorologické stanice Hrušová (1975–2014).

Fig. 6. Graph of regression coefficients for the monthly precipitation totals at the weather station in Hrušová (1975–2014).



Obr. 7 Počty dní se sněhovou pokrývkou (nad 1 cm) z meteorologické stanice Hrušová (1975–2014).

Fig. 7. Number of days with snow cover (above 1 cm) at the weather station in Hrušová (1975–2014).

vých dat za 40 let pozorování lze i na amatérské meteorologické stanici poukázat alespoň na některé zásadní trendy vývoje klimatu v České republice.

Poděkování:

Autoři upřímně děkují lektorům, kteří svými připomínkami velmi pomohli ke zkvalitnění předkládaného článku.

Literatura:

- NEKOVÁŘ, J., POKORNÝ, V., 2012. Vývoj teploty vzduchu v období 1961–2010 na vybraných stanicích pobočky Praha. *Meteorologické zprávy*, roč. 65, č. 5, s. 149–153. ISSN 0026-1173.
- STRUŽKA, V., 1956. Meteorologické přístroje a měření v přírodě. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. Edice: Vysokoškolské příručky. s. 280, 1 vyd. 519 stran + přílohy.
- TOLASZ, R. et al., 2007. Atlas podnebí Česka. Praha, Olomouc: Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-86690-26-1 a ISBN 978-80-244-3005-8.

Lektoři (Reviewers): RNDr. Radim Tolasz, Ph.D., RNDr. Miloslava Starostová