

DLOUHODOBÉ KOLÍSÁNÍ POČÁTKU VEGETAČNÍ SEZÓNY V ČR V LETECH 1876-2005

M. Možný¹ and J. Nekovář²

¹Český hydrometeorologický ústav, Observatoř Doksany, 41182 Doksany, ČR, martin.mozny@chmi.cz

²Český hydrometeorologický ústav, Praha, 14306 Praha 4, ČR, jiri.nekovar@chmi.cz

Since phenological networks in Czech Republic have been re-established in the 1950s, phenological time series are limited to a relatively short period in comparison with climatic time series where station series of temperature and precipitation reach back to the 1700s. In this study preliminary results are presented that attempt to integrate phenological observations of the sprouting of *Betula pubescens*, *Prunus avium* and *Sorbus aucuparia* in the Bohemia region for 130 years.

This paper describes the trends and fluctuations of the beginning of growing season in Czech Republic for the period 1876-2005. The beginning of the growing season based on phenology observations were represented by average of sprouting (BBCH 07) starting dates of *Betula pubescens*, *Prunus avium* and *Sorbus aucuparia*. Meteorological observations were represented by average of the starting dates of mean air temperature above 5 °C (large growing season) and 10 °C (main growing season). The mean linear trends in the beginning of growing season were negative, ranging from -1,3 days per decade for main growing season, -1,6 days per decade for large growing season, and -2,2 days per decade for sprouting.

Key words: phenology, growing season, climate change

1. Úvod

Proměnlivost počasí a dlouhodobé změny klimatu se odráží v dřívějším nástupu počátku vegetační sezóny v posledních letech v různých částech Evropy, ale i v USA a Kanadě (Ahas, 1999, Beaubien et al., 2000, Menzel et al., 2001). Analýza dat ze sítě IPG (Mezinárodní fenologické zahrádky) za období 1969 – 1998 ukázala, že průměrný počátek vegetační doby pro Evropu se posunul o 8 dnů dopředu (Chmielewski et al., 2002). Pozorovaný trend se shoduje se změnami teplot vzduchu a je považován za důsledek globálního oteplování. Zvýšení průměrné teploty vzduchu za období únor až duben o 1 °C způsobuje dřívější nástup vegetační doby o 7 dnů (Chmielewski et al., 2001).

K určení počátku vegetační sezóny se vedle fenologických dat hojně využívají klimatologická měření teploty vzduchu. Důvodem je nedostatek kvalitních fenologických pozorování před rokem 1950 (Bareš a kol., 2006). Navíc u starších řad je často nutné integrovat pozorování z více lokalit do jedné řady (Rutishauser, 2004). Z klimatologických měření se nejčastěji používá datum prvního nástupu průměrných denních teplot vzduchu trvale nad 5 a 10 °C. Období ohraničené průměrnou denní teplotou vzduchu nad 5 °C je nazýváno velkým vegetačním obdobím, nad 10 °C hlavním vegetačním obdobím (Kurpelová a kol., 1975).

Při analýze 41 německých klimatologických stanic v letech 1951-2000 byl zjištěn trend dřívějšího nástupu velkého vegetačního období o 0,13 dne za rok, hlavního o 0,09 dne za rok. Nejvyšší posun byl zaznamenán u minimálních teplot vzduchu pod 0 °C, jejich poslední jarní výskyt se posunul dopředu o 0,24 dne za rok (Menzel a kol., 2003). Tendence vývoje vegetace v lesních porostech Moravy za období 1991-2004 je uvedena v práci Bagara a kol., 2006. Při analýze teplotní řady z observatoře v Doksanech v letech 1951-2005 byl zjištěn trend dřívějšího nástupu velkého vegetačního období o 0,22 dne za rok, hlavního o 0,11 dne za rok (Možný a kol., 2006).

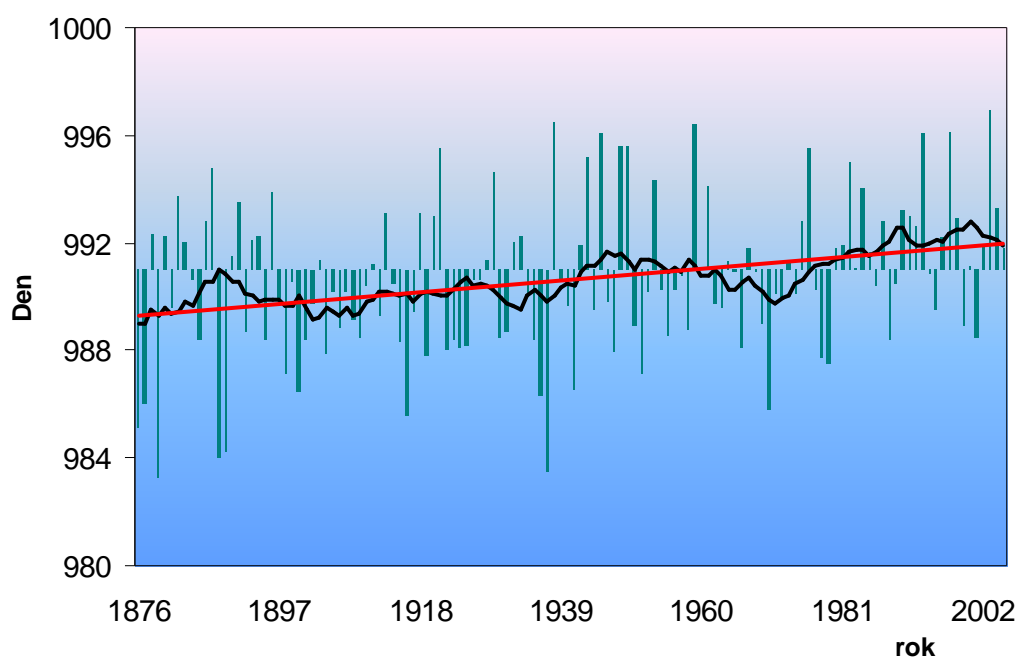
2. Výsledky

Pro tento příspěvek byla použita fenologická a meteorologická pozorování z let 1876-2005 z Polabí, konkrétně z okresu Litoměřice z nadmořské výšky 150 - 190 m n.m.. Dostupná fenologická pozorování lesních dřevin byla integrována do jedné reprezentativní řady využitím řady z Lovosic

(1876-1915), Roudnice nad Labem (1891-1950) a Doksan (1951-2005). Z meteorologických pozorování byla využita homogenizovaná teplotní řada z Doksan – Lovosic a tlaková z Prahy – Klementina. Pro zobrazení trendů v grafech časových řad byla použita metoda regresní analýzy, pro vyhlazení (odstranění šumu) metoda „Savitzky - Golay“.

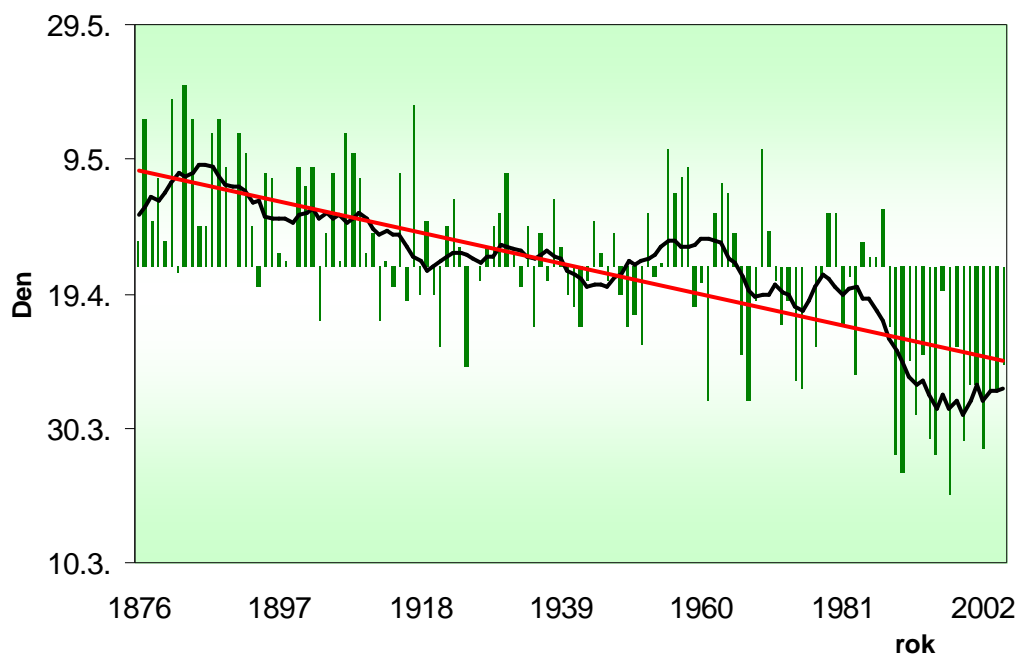
Prvotní příčinou změn počasí je sluneční záření, bohužel pro analyzované období (130 let) nebyla k dispozici dostatečně dlouhá homogenní řada těchto pozorování. Z obr. 1 je patrný statisticky významný vzestupný trend průměrného tlaku vzduchu za únor až duben (+ 0,02 hPa za rok). Změny tlaku do jisté míry odráží změny cirkulačních podmínek v dané oblasti.

Obr. 1 Chod průměrných hodnot tlaku vzduchu za období únor až duben na stanici Praha – Klementinum v letech 1876 - 2005



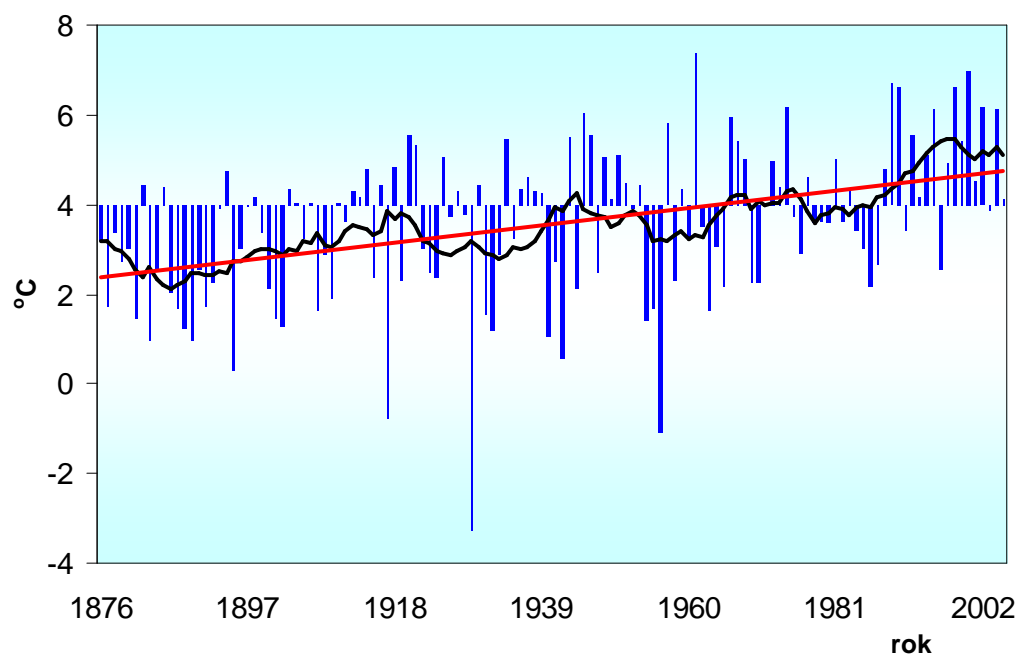
Za začátek vegetačního období byl použit průměrný počátek fenofáze rašení (BBCH 07) u vybraných lesních dřevin (*Betula pubescens*, *Prunus spinosa* a *Sorbus aucuparia*). Z obr. 2 je patrný statisticky významný trend dřívějšího nástupu vegetačního období (trend - 0,22 dne za rok). V posledních dvaceti letech bylo šestnáct roků s dřívějším nástupem vegetačního období. Počátek vegetačního období dobře koreluje s průměrnou teplotou vzduchu za únor až duben ($r = 0,69$). Zvýšení této teploty o 1 °C způsobuje dřívější nástup vegetační doby o 5 dnů.

Obr. 2 Počátek vegetačního období vymezeného podle fenofáze rašení lesních dřevin v letech 1876 – 2005



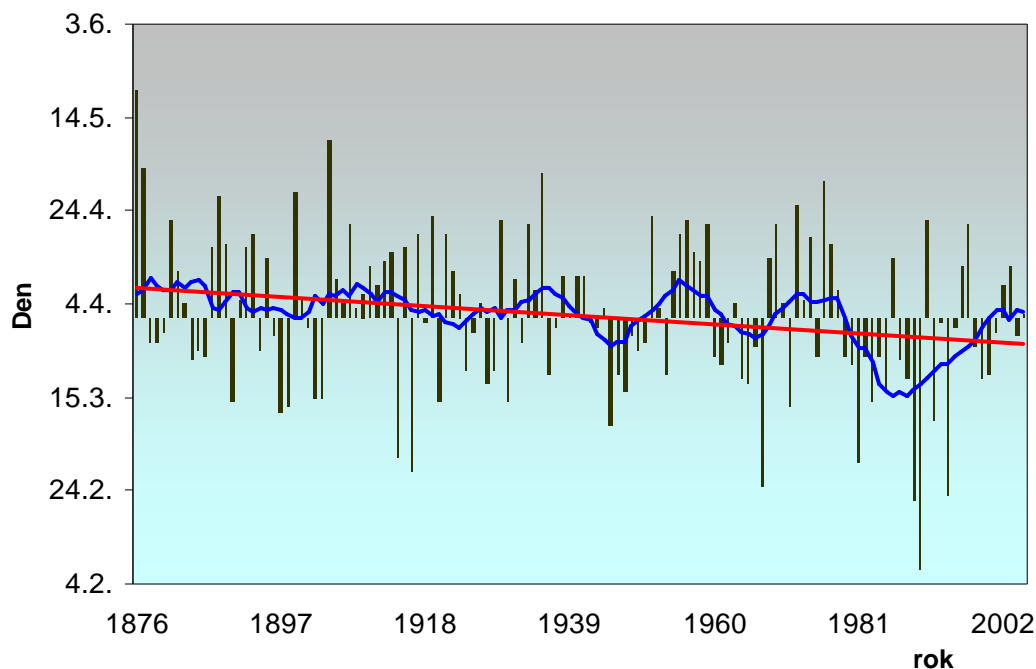
Na obr. 3 je patrný statisticky významný trend zvyšování průměrné teploty vzduchu za únor až duben (trend + 0,02 °C za rok). Za toto období bylo v posledních dvaceti letech patnáct roků teplotně nadnormálních.

Obr. 3 Chod průměrné teploty vzduchu za období únor až duben na stanici Doksany – Lovosice v letech 1876 - 2005



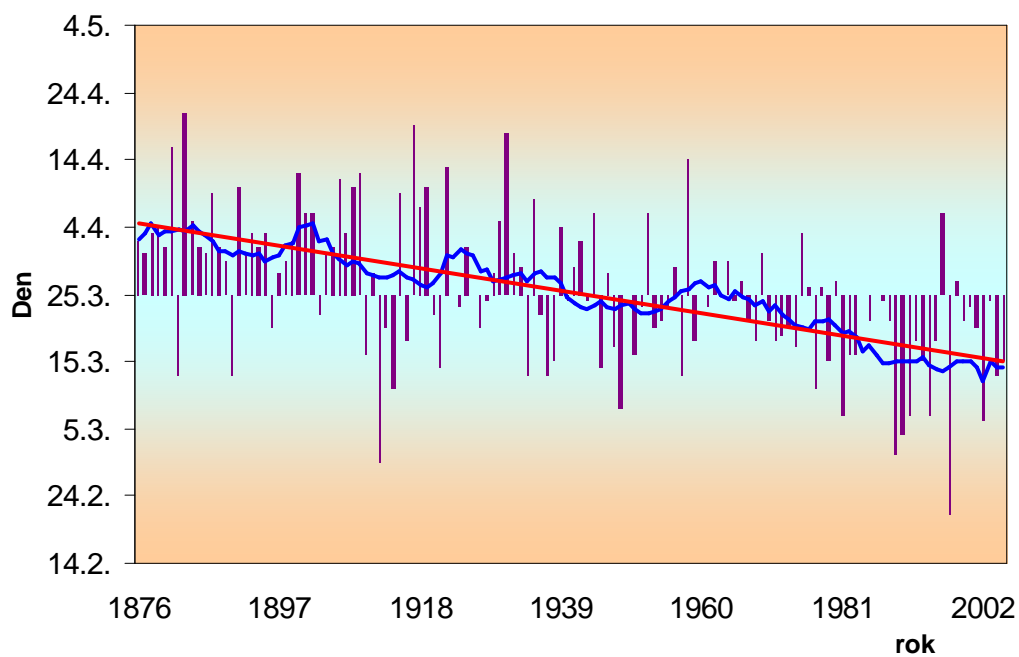
Nástup vegetačního období významně ovlivňuje i termín posledního výskytu jarních mrazových dnů (dnů s minimální teplotou vzduchu pod 0 °C). Na obr. 4 je patrný statisticky významný trend dřívějšího výskytu těchto mrazových dnů (trend -0,09 dne za rok). V posledních dvaceti letech bylo jedenáct roků s dřívějším výskytem mrazových dnů.

Obr. 4 Termíny výskytu posledních jarních mrazových dnů na stanici Doksany – Lovosice v letech 1876 - 2005



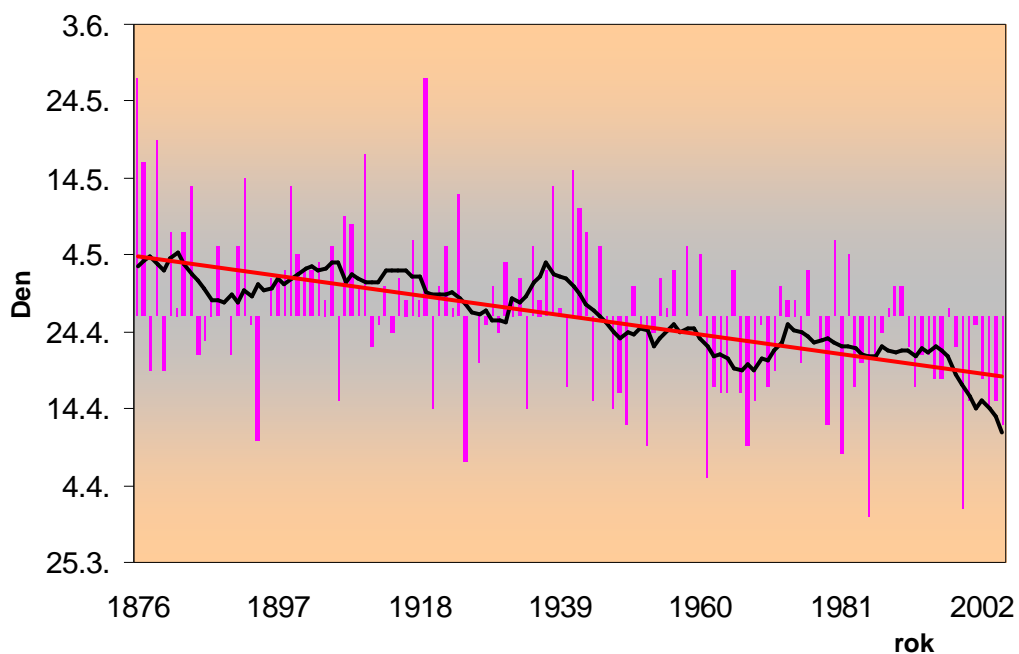
Pro vymezení počátku vegetačního období lze využít i klimatologická měření. Z obr. 5 je patrný statisticky významný trend dřívějšího nástupu velkého vegetačního období (trend - 0,16 dne za rok), ohraničeného průměrnou denní teplotou vzduchu nad 5 °C. V posledních dvaceti letech bylo šestnáct roků s dřívějším počátkem velkého vegetačního období.

Obr. 5 Počátek velkého vegetačního období na stanici Doksany – Lovosice v letech 1876 – 2005



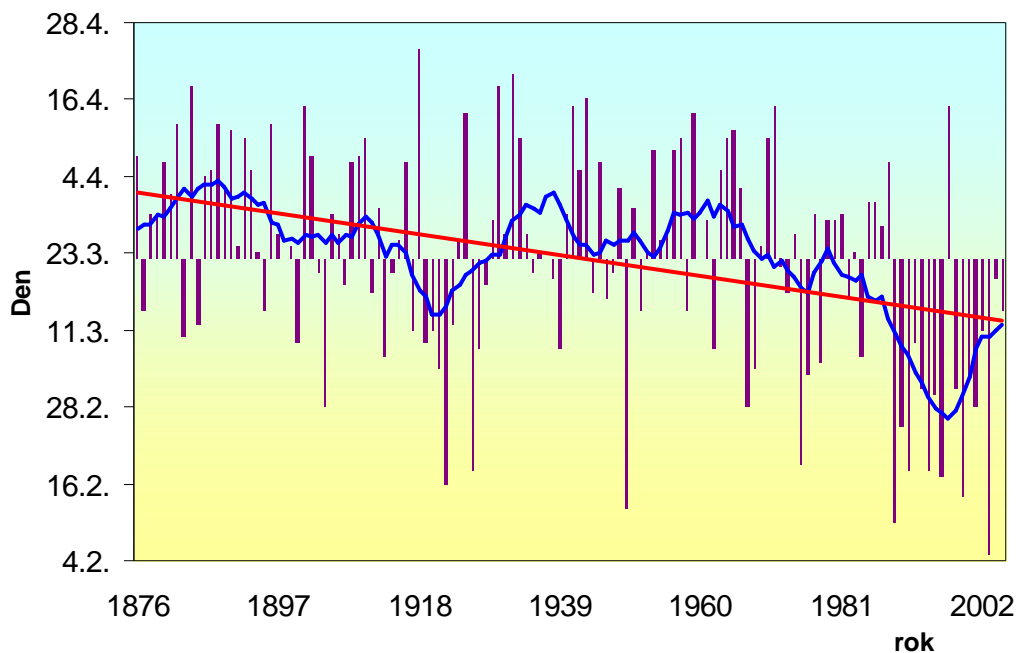
Z obr. 6 je patrný statisticky významný trend dřívějšího nástupu hlavního vegetačního období (trend - 0,12 dne za rok), ohraničeného průměrnou denní teplotou vzduchu nad 10 °C. V posledních dvaceti letech bylo šestnáct roků s dřívějším počátkem hlavního vegetačního období.

Obr. 6 Počátek hlavního vegetačního období na stanici Doksany – Lovosice v letech 1876 – 2005



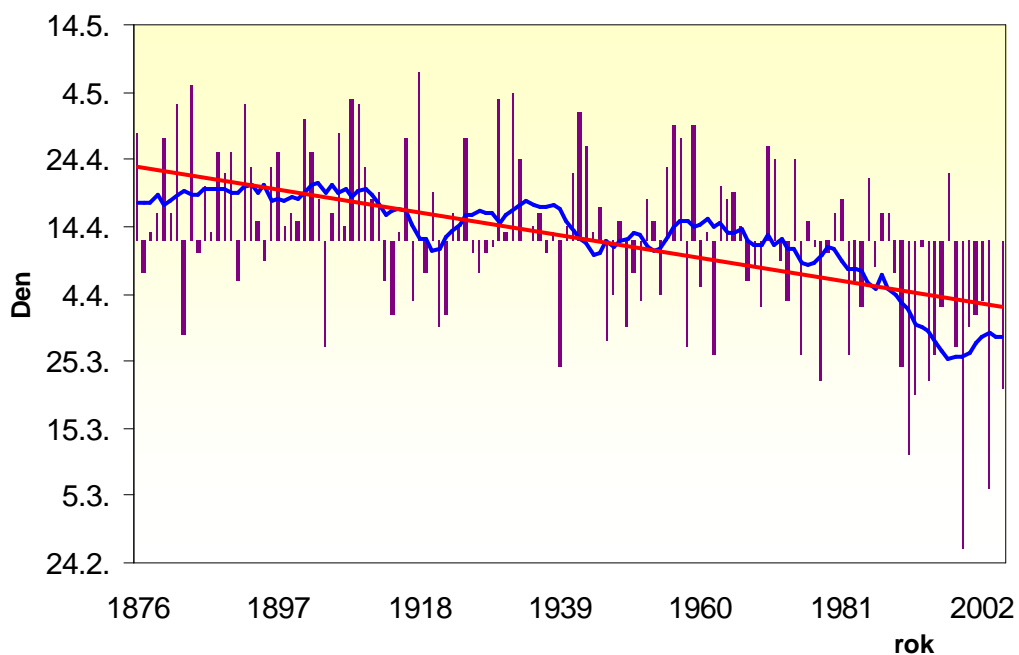
Další možností vymezení počátku vegetačního období je na základě sumy efektivních teplot. Z obr. 7 je patrný statisticky významný trend dřívějšího nástupu vegetačního období (trend - 0,16 dne za rok), vymezeného sumou efektivních teplot nad 2,5 °C až do dosažení hranice 100 °C ($SET_{2,5} = 100$ °C). V posledních dvaceti letech bylo šestnáct roků s dřívějším počátkem vegetačního období vymezeného podle $SET_{2,5} = 100$.

Obr. 7 Počátek vegetačního období vymezeného podle sumy efektivních teplot ($SET_{2,5} = 100$ °C) na stanici Doksany – Lovosice v letech 1876 – 2005



Z obr. 8 je patrný statisticky významný trend dřívějšího nástupu vegetačního období (trend - 0,16 dne za rok), vymezeného sumou efektivních teplot nad 5 °C až do dosažení hranice 100 °C ($SET_5 = 100$ °C). V posledních dvaceti letech bylo sedmnáct roků s dřívějším počátkem vegetačního období vymezeného podle $SET_5 = 100$.

Obr. 8 Počátek vegetačního období vymezeného podle sumy efektivních teplot ($SET_5 = 100$ °C) na stanici Doksany – Lovosice v letech 1876 – 2005



3. Závěr

Analýza teploty vzduchu a fenologických pozorování počátku rašení vybraných lesních dřevin za posledních 130 let potvrdila statisticky významný trend dřívějšího nástupu počátku vegetačního období a výskytu posledních mrazových dnů. Zjištěný trend kolísá od -0,12 dne za rok (počátek hlavního vegetačního období) do -0,22 dne za rok (počátek rašení vybraných lesních dřevin), respektive -0,09 dne za rok u výskytu posledních mrazových dnů.

V posledních dvaceti letech bylo šestnáct roků s dřívějším počátkem vegetačního období, patnáct s nadprůměrnou průměrnou teplotou vzduchu za únor až duben a jedenáct roků s dřívějším výskytem posledních jarních mrazových dnů. Časová řada výskytu posledních jarních mrazových dnů také vykazuje nejvyšší míru meziroční dynamiky.

Literatura:

- [1] Ahas, R., 1999. Long-term phyto-, ornitho- and ichthyophenological research for the 21st century. *J. Biometeorol.*, 42(3), 119-123.
- [2] Bagar, R. – Nekovář, J., 2006. Tendence vývoje vegetace v přírodních lesních porostech Moravy. In.: Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. ČSBS, ČHMÚ, s.7. ISBN: 80-86690-35-0.
- [3] Bareš, D. – Možný, M., 2006. Fenologická pozorování jako indikátor klimatických změn. In.: Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí. ČSBS, Úpice 16.-18.5.2006.
- [4] Beaubien, E.G. – Freeland, H.J., 2000. Spring phenology trends in Alberta. Canada: links to ocean temperature. *J. Biometeorol.*, 44(2), 53-59.
- [5] Chmielewski, F.M. – Rötzer, T., 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agric.ForestMeteorol.*, 108(2), 101-112.
- [6] Chmielewski, F.M. – Rötzer, T., 2002. Annual and spatial variability of the beginning of the growing season in Europe in relation to air temperature changes. *Climate Research*, 19, 257–264.
- [7] Kurpelová, M. – Coufal, L. – Čulík, J., 1975. Agroklimatické podmínky ČSSR. 1. vyd., Bratislava, Příroda, 270 s.
- [8] Menzel, A. – Estrella, N., 2001. Plant phenological changes. In.: Fingerprints of Climate Change — Adapted Behaviour and Shifting Species Ranges, Walther GR, Burga CA, Edwards PJ (eds). Kluwer Academic/Plenum: New York and London; 123–137.
- [9] Menzel, A. – Jakobi, G. – Ahas, R. – Scheifinger, H. – Estrella, N., 2003. Variations of the climatological growing season (1951-2000) in Germany compared with other countries. *J. Climatol.*, 23, 793-812.
- [10] Možný, M. - Bareš, D., 2006. Trendy vegetačního období. In.: Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. ČSBS, ČHMÚ, s.18. ISBN: 80-86690-35-0.
- [11] Rutishauser, T. - Luterbacher, J. - Jeanneret, F. - Wanner, H., 2004. Integrating Historical Phenological Observations into a 280-Year Long Series. In: van Vliet, Arnold (ed.): Challenging Times. Towards an operational system for monitoring, modelling and forecasting of phenological changes and their socio-economic impact. Proceedings. Wageningen University: p. 76-82.