

ANALÝZA NÁSTUPU ZAČIATKU KVITNUTIA ZÁRUŽLIA MOČIARNEHO (*CALTHA PALUSTRIS* L.) NA STREDNOM SLOVENSKU

Zora Snopková¹, Jana Škvareninová²

¹Slovenský hydrometeorologický ústav, Regionálne stredisko Banská Bystrica, Zelená 5, 974 04 Banská Bystrica, e-mail: Zora.Snopkova@shmu.sk

²Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Masarykova 24, 960 53 Zvolen, e-mail: janask@vsld.tuzvo.sk

Abstract

The presented study analyses 20-year-long (1987-2006) phenological observations of *Caltha palustris* L. in central Slovakia. The aim of the contribution is to evaluate the beginning of flowering and the average daily air temperature three months (February – April) before this spring phenological phase. Data were evaluated from 26 forest phenological stations. They are located in interval altitude 185 – 1265 meters. Data were observed according phenological observation methodology of forest plant from Slovak Hydrometeorological Institute.

During spotted year's average of the beginning of flowering were from 5-th April into the 26-th April. From all stations the first beginning of flowering of *Caltha palustris* L. was on 9-th March 1998 in Ždaňa. The latest flowering were in Malužiná at the 12-th May 1997 and in Červená Skala at the 12-th May 1987. On selected phenological stations were made detailed tendency analyses. Analyses show that on phenological station Lučenec with altitude 185 meters beginning of flowering were delayed about 22 day. On the phenological station Hronec (altitude 500 meters) during 20 years no significant change showed. On the phenological station Čierny Balog in altitude 560 meters the beginning of flowering *Caltha palustris* L was 4,5 days earlier, on the phenological station Malužiná in altitude 725 meters was the beginning of flowering 2 days earlier.

Keywords: *Caltha palustris* L., phenology, beginning of flowering, air temperature, central Slovakia

Úvod

V lesných ekosystémoch dochádza v posledných rokoch k zvýšenému výskytu klimatických extrémnych javov, ktoré môžu spôsobiť zmeny ich jednotlivých zložiek a oslabenie celkového odolnostného potenciálu. Ako bioindikátor týchto zmien môžu slúžiť aj fenologické pozorovania, ktoré odhalia vývoj fytozložky v meniacich sa podmienkach prostredia. Podľa CHMIELEWSKÉHO (1996) práve tieto umožnia poznať klimatický charakter územia, zmeny dĺžky rastových období, období vegetačného kľudu a v dlhodobom časovom trende ukážu zmeny vývoja jednotlivých fenologických fáz rastlín.

Zmeny sa môžu prejaviť zmenou druhovej štruktúry a tiež zmenou nástupu a dĺžky fenofáz. Súčasťou lesníckej fenológie je okrem pozorovania drevín aj celoplošné sledovanie sezónnej dynamiky vývoja bylín. Predmetom sledovania je časový nástup vybraných fenologických fáz divorastúcich druhov rastlín v ich prirodzených podmienkach bez priameho vplyvu človeka. Dlhodobé časové rady umožnia získať charakteristiku nielen o regionálnych podmienkach danej oblasti, ale aj o možnom dopade klimatickej zmeny na rozšírenie a vitalitu drevín a bylín. Proces zmeny klímy sa môže prejaviť aj inými spôsobmi, podľa niektorých autorov (BAUER – BAUEROVÁ 2007) aj zmenou ich

reprodukčného procesu spojeného s premenlivosťou generatívnych orgánov. Podľa súčasných genetických poznatkov vplyv klimatických zmien nie je dedičný. Prejavuje sa len pri pôsobení teplotných zmien a to tak, že so zvyšovaním teploty v jarnom období dochádza aj ku zvyšovaniu reprodukčnej schopnosti bylín.

Materiál a metodika

Jednou z fytozložiek lesných vlhkých a močiarnych spoločenstiev je záružlie močiarné (*Caltha palustris* L.). Tento druh je viazaný na pôdy s vysokým obsahom živín, s močiarnym humusom v skupinách lesných typov *Betuleto–Alnetum*, *Alnetum incanae*, a zriedkavejšie *Fraxinetum–Alnetum*. Rozšírený je od nižších a stredných polôh až po horské zahŕňajúc hornú hranicu lesa, kde sa pozdĺž pramenísk a potokov vyskytuje ssp. *laeta* s výrazne sýtožltými kvetmi (RANDUŠKA, 1981).

Záružlie je spoľahlivým indikátorom výhodných stanovišť listnatých drevín, ktoré priaznivo indikuje bujným rastom a bohatým kvitnutím. Výber tohto druhu pre fenologické pozorovania bol podmienený jeho jednoduchou identifikáciou v teréne a hojným rozšírením na území stredného Slovenska od nížin do horských miestami až subalpínskych polôh. Druh pozorovatelia zaznamenávali na 26 lokalitách stredného Slovenska s prirodzeným výskytom v lesných porastoch alebo na ich okrajoch v rokoch 1987–2006 podľa platnej metodiky fenologických pozorovaní lesných rastlín (BRASLAVSKÁ–KAMENSKÝ, 1996). Fenologické stanice sú trvalo rozmiestnené v nadmorských výškach od 185 m (Lučenec) do 1265 m (Poľana). Jednotlivé byliny pozorovatelia pozorovali v skupine na miestach s vyšším výskytom, minimálne na ploche s 10 rastlinami. Pri pozorovaniach zaznamenávali dátumy nástupu fenofázy. Pri spracovaní dát sme urobili transformáciu dátumu na číselný údaj, kde je každý deň v roku nahradený poradovým číslom dňa od začiatku roka. Za začiatok nástupu fázy kvitnutia sa podľa

metodiky považuje deň, keď na pozorovacej skupine dosiahla fáza 10 % výskyt, t.j. nastúpila aspoň u 3–4 jedincov v pozorovanej skupine. Na ploche s početnejším výskytom rastliny nástup tejto fenofázy nastáva vtedy, keď je rozkvitnutých 30–40 % jedincov daného druhu.

Údaje o teplotách vzduchu boli použité z meteorologických staníc, ktoré sa nachádzajú najbližšie od jednotlivých fenologických staníc. Pri analýzach sme použili priemernú trojmesačnú teplotu vzduchu pred nástupom fázy kvitnutia za mesiace február – apríl. Podľa BRASLAVSKEJ et al. (2004) majú tieto teploty preukazne najvyššiu koreláciu so sledovaným štádiom ontogenézy.

Výsledky a diskusia

Počas hodnoteného dvadsaťročného obdobia začalo záružlie močiarné kvitnúť na strednom Slovensku v priemere od 5. apríla do 26. apríla. Najskorší dátum bol zaznamenaný 9. marca 1998 na stanici Dolná Ždaňa najneskorší termín kvitnutia pripadol na 12. máj 1997 v Malužinej a 12. máj 1987 na lokalite Červená Skala. Roky 1987 a 1997 patrili zároveň aj k rokom s najneskorším kvitnutím záružlia na viacerých lokalitách stredného Slovenska. V sledovanom časovom období bola najnižšia priemerná teplota vzduchu zaznamenaná vo februári 2002 v Lieseku na Orave $-7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a naopak najvyššia $13,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ v apríli roku 2000 v Dolných Plachtinčiach. Variabilita priemernej mesačnej teploty vzduchu tri mesiace pred nástupom začiatku kvitnutia bola $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Priemerný nástup kvitnutia na strednom Slovensku v jednotlivých rokoch s trendom vývoja znázorňuje obrázok 1. V tomto, z hľadiska posúdenia klimatických zmien pomerne krátkom období, sme zaznamenali rastúci trend, ktorý sa prejavil oneskorením kvitnutia o 3,5 dňa. Oneskorené kvitnutie spôsobuje včasné olistenie korún okolitých drevín. Tieto vytvárajú špeciálnu mikroklímu, ktorá zabraňuje

zvyšovaniu teploty prízemnej vrstvy a prehriatiu pôdy.

Grafické znázornenie priemerných nástupov fenofázy na jednotlivých stanicach podáva obrázok 2. Z obrázku vidieť, že priebeh priemerného nástupu kvitnutia dosahuje v celom výškovom rozpätí 1080 metrov pomerne vysokú variabilitu. Vyrovnaný priebeh kvitnutia sme zistili len do nadmorskej výšky 380 metrov, kedy fenofáza kvitnutia nastupuje v rozpätí 9 dní od 5. do 13. apríla. Nad touto hranicou sme zaznamenali nástup od 6. do 26. apríla teda počas 21 dní. Pre podrobnejšiu analýzu sme skúmané lokality rozdelili do štyroch skupín s výškovým rozpätím po 200 metrov. Štatistické údaje variability na jednotlivých lokalitách v rámci skupín sú uvedené v tabuľke 1.

Zistená variabilita vyjadrená hodnotou variačného koeficientu sa pohybuje v rozpätí 3,4–11,6 %. Fenofáza dosahuje variačné rozpätia na jednotlivých fenologických stanicach od 13 do 44 dní. Hoci by sa dalo predpokladať, že s rastúcou nadmorskou výškou sa bude fenofáza kvitnutia oneskorovať z tabuľky 1 vidieť, že aj v skupine s nadmorskou výškou od 301 do 500 metrov na niektorých lokalitách boli zaznamenané rovnaké termíny nástupu ako v skupine s nadmorskou výškou nad 700 metrov. Tento jav môže pravdepodobne spôsobovať poloha pozorovacej plochy vo vzťahu k expozícii a okolitému porastu.

Pre podrobnejšiu analýzu sme pre fenologické stanice, ktoré dosiahli najnižšiu mieru variability vyjadrenú variačným koeficientom urobili rozbor kvitnutia vo vzťahu k priemernej trojmesačnej teplote vzduchu za mesiace február až apríl. Priebeh kvitnutia spolu s priemernou trojmesačnou teplotou vzduchu znázorňujú obrázky 3–6. Z obrázkov vidieť, rozličné vývojové trendy. Na lokalite Lučenec nastáva oneskorovanie kvitnutia s posunom približne o 22 dní, na lokalite Hronec sme zaznamenali vyrovnaný priebeh s miernym skorším posunom o 0,5 dňa, na lokalite Čierny Balog nastal trend posunu o 4,5 dňa skôr, na lokalite Malužiná o 2 dni skôr.

Oneskorovanie na lokalite Lučenec spôsobuje skutočnosť, že zalisťovanie lesných porastov sa posúva do skorších termínov, čo potvrdila aj práca BAUERA (2006). Olistená koruna ovplyvňuje prízemnú mikroklimu a následne aj nástup fenofázy kvitnutia záružlia. Na lokalitách vo vyšších polohách (Hronec, Čierny Balog, Malužiná) sme zaznamenali opačný trend spôsobený neskorším olistovaním okolitého porastu, kedy nedostatočne vyvinuté listy ešte prepúšťajú dostatočné množstvo slnečnej energie potrebnej na aktiváciu fenofázy kvitnutia.

Dalo by sa predpokladať, že kvitnutie záružlia bude priamo úmerne závislé na teplote vzduchu. Vplyv teploty vzduchu na časový nástup kvitnutia na jednotlivých lokalitách (obrázky 3–6) ukazuje rozličnú závislosť. Reprezentatívne výsledky by sme dosiahli v prípade, že by sa merania teploty robili priamo v porastoch s výskytom pozorovaného druhu. Meteorologické stanice sú umiestnené na voľnej ploche a v mnohých prípadoch aj vo väčšej vzdialenosti od pozorovacej plochy a merané meteorologické prvky sa nedajú úplne presne použiť na vyhodnotenie vzťahu s fenologickým prejavom kvitnutia záružlia rastúceho v okruhu porastovej mikroklimy.

Záver

Výsledky fenologických pozorovaní záružlia močiarného (*Caltha palustris* L.) na strednom Slovensku v rokoch 1987–2006 ukázali, že začiatok kvitnutia definovaný 10 % výskytom prebiehal na 26 fenologických stanicach v priemere od 5. apríla do 26. apríla. V tomto období sme zaznamenali rastúci trend kvitnutia. Oneskorenie kvitnutia o 3,5 dňa spôsobuje včasné olistenie korún okolitých drevín. Vo výškovom rozpätí 1080 metrov sme zaznamenali pomerne vysokú variabilitu s hodnotou variačného koeficientu 3,4–11,6 % a variačnými rozpätiami na jednotlivých fenologických stanicach od 13 do 44 dní. Rovnaké termíny nástupu kvitnutia

v skupinách s rôznou nadmorskou výškou sú pravdepodobne spôsobené polohou fenologických staníc vo vzťahu k expozícii a okolitému porastu.

Na vybraných fenologických staniciach s najnižšou mierou variability sme skúmali nástup kvitnutia vo vzťahu k priemernej trojmesačnej teplote vzduchu za mesiace február až apríl. Rozličnú závislosť trojmesačnej teploty vzduchu a nástupu fenofázy ovplyvňuje poloha meteorologickej stanice, ktorá je takmer vždy umiestnená na voľnej ploche. Z priamok vývojových trendov sme zistili, že na lokalite Lučenec nastáva oneskorovanie kvitnutia s posunom približne o 22 dní, na lokalite Hronec sme zaznamenali vyrovnaný priebeh s miernym skorším posunom o 0,5 dňa, na lokalite Čierny Balog nastal trend posunu o 4,5 dňa skôr, na lokalite Malužiná o 2 dni skôr. Tieto vývojové trendy závisia od zalistenia okolitých lesných po-

rastov. V obidvoch prípadoch možno konštatovať, že počas hodnoteného obdobia dochádza v oblasti stredného Slovenska k fenologickým zmenám priebehu kvitnutia záružlia močiarného. Priebeh vývojových trendov signalizuje zmenu klímy.

Fenologické pozorovania lesných bylín sa môžu využívať ako bioindikátory zmien podmienok prostredia. Pravidelné a dlhoročné pozorovania nástupu vývojových a rastových fáz rastlín v jednotlivých oblastiach umožnia poznanie klimatického charakteru územia z lesníckeho hľadiska. Zistené fenologické posuny kvitnutia záružlia močiarného môžu byť signálom prichádzajúcich zmien prostredia. Túto situáciu môže v budúcnosti ovplyvniť ďalší vývoj globálneho otepľovania atmosféry. Preto bude potrebné vývojové trendy potvrdiť dlhším radom fenologických pozorovaní.

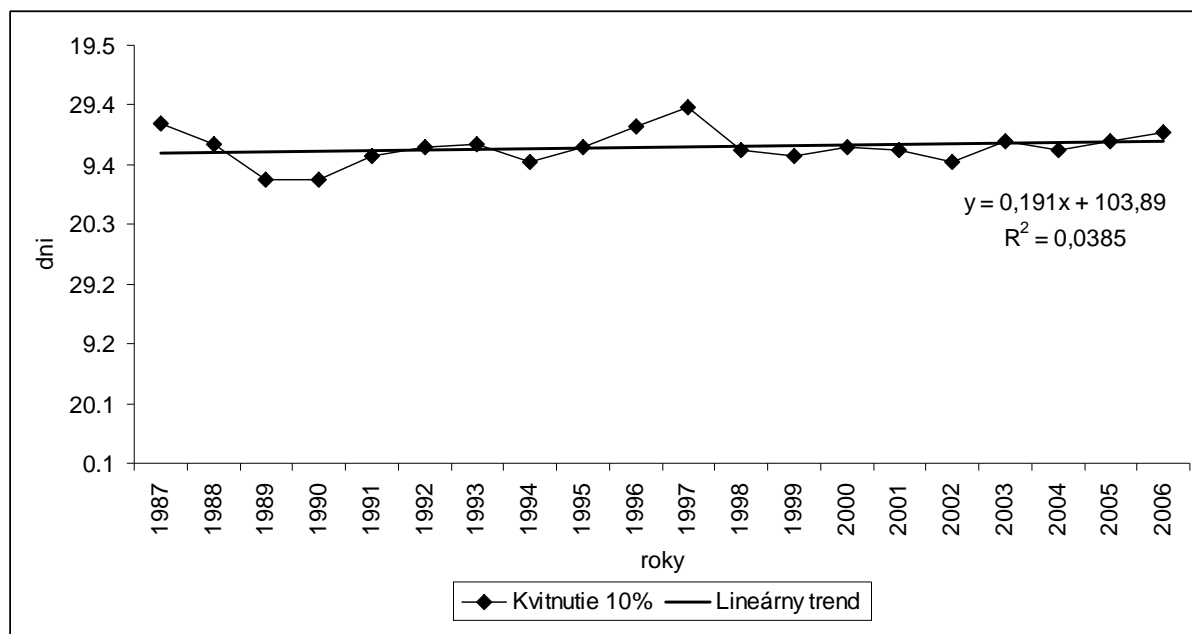
Pod'akovanie:

Autorky ďakujú projektom VEGA MŠ SR 1/4393/07, 1/0515/08 za podporu tejto publikácie.

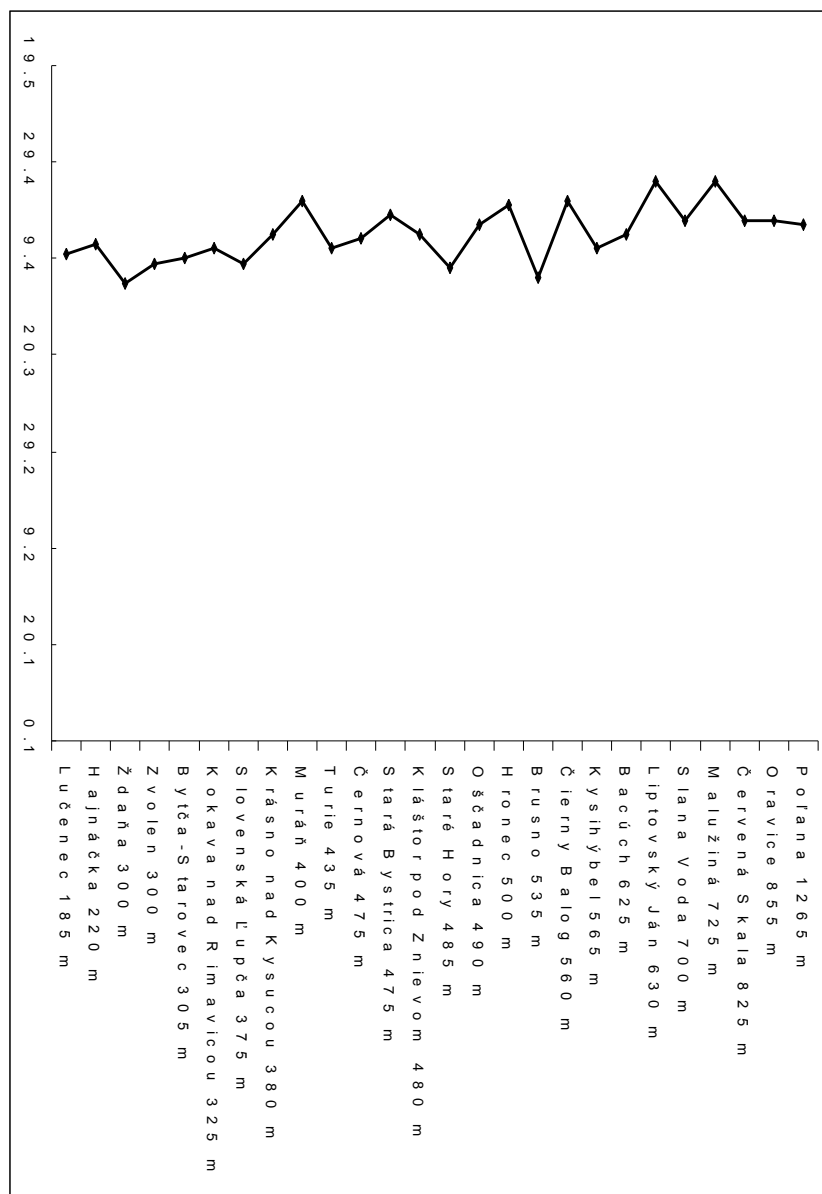
Použitá literatúra

- BAUER, Z., 2006: Fenologické tendence složek jihomoravského lužního lesa na příkladu habrojlilmové jaseniny (*Ulmi-Fraxineta Carpini*) za období 1961–2000. Část fenologie dřevin. *Meteorologické Zprávy*, roč. **59**, č. 3, s. 80–85.
- BAUER, Z.,–BAUEROVÁ, J., 2007: Vliv regionálního oteplování na vzrůst proměnlivosti reprodukčního procesu u rostlin a živočichů v lužním lese v letech 1961–2000. Část I. Byliny. *Meteorologické Zprávy*, roč. **60**, s. 49–54.
- BRASLAVSKÁ, O.–KAMENSKÝ, L., 1996: Fenologické pozorovanie lesných rastlín: Metodický predpis. SHMÚ, Bratislava, 22 s.
- BRASLAVSKÁ, O.–MÜLLER-WESTERMEIER, G.–ŠŤASTNÝ, P.–LUKNÁROVÁ, V.–TEKUŠOVÁ, M.–DITTMANN, E.–BISSOLLI, P.–KREIS, A.–BRUNS E.–BEHRENDT, J.–MEIER, D.–POLTERUDOLF, CH., 2004: Evaluation of Phenological Data for Climatological Purposes. Final Report. Forschung und Entwicklung, Arbeitsergebnisse Nr. 81, Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, 140 s.
- CHMIELEWSKI, F. M., 1996: The International Phenological Gardens across Europe. Present state and perspectives. *Phenology and Seasonality*, 1, p. 19–23.
- RANDUŠKA, D., 1981: Lesné rastliny vo fotografii. Príroda, Bratislava, 524 s.

Tabuľková a grafická príloha



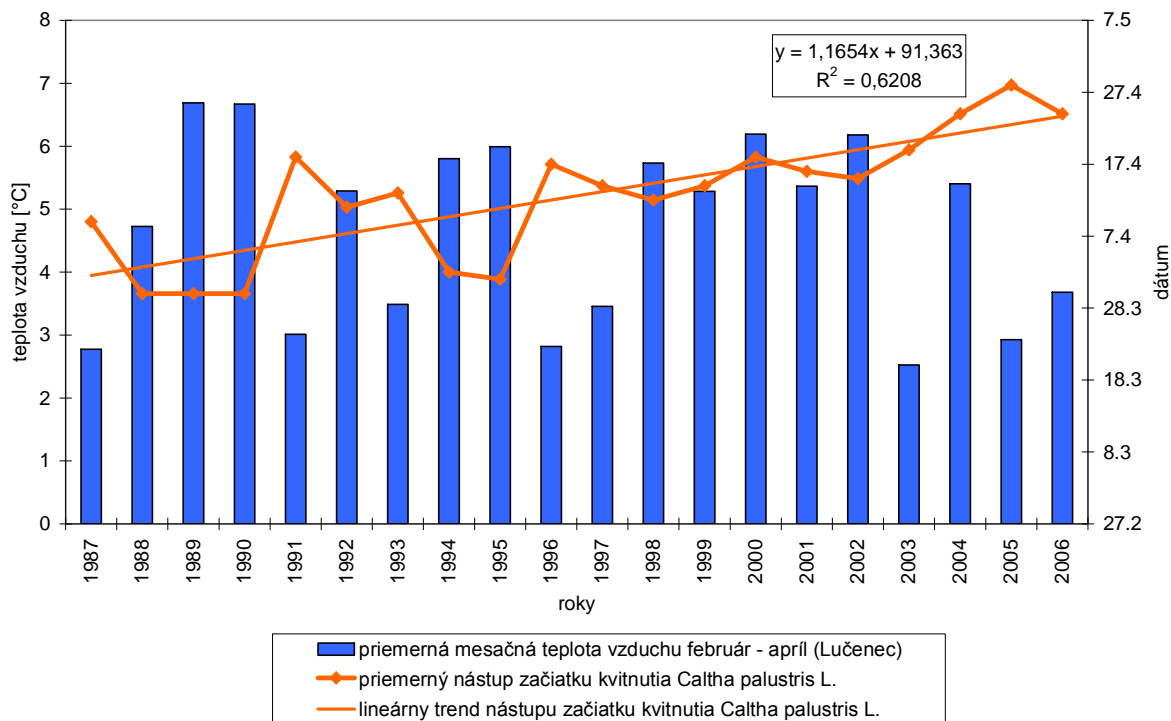
Obr. 1 Priemerný nástup začiatku kvitnutia *Caltha palustris* L. v rokoch 1987–2006 na strednom Slovensku



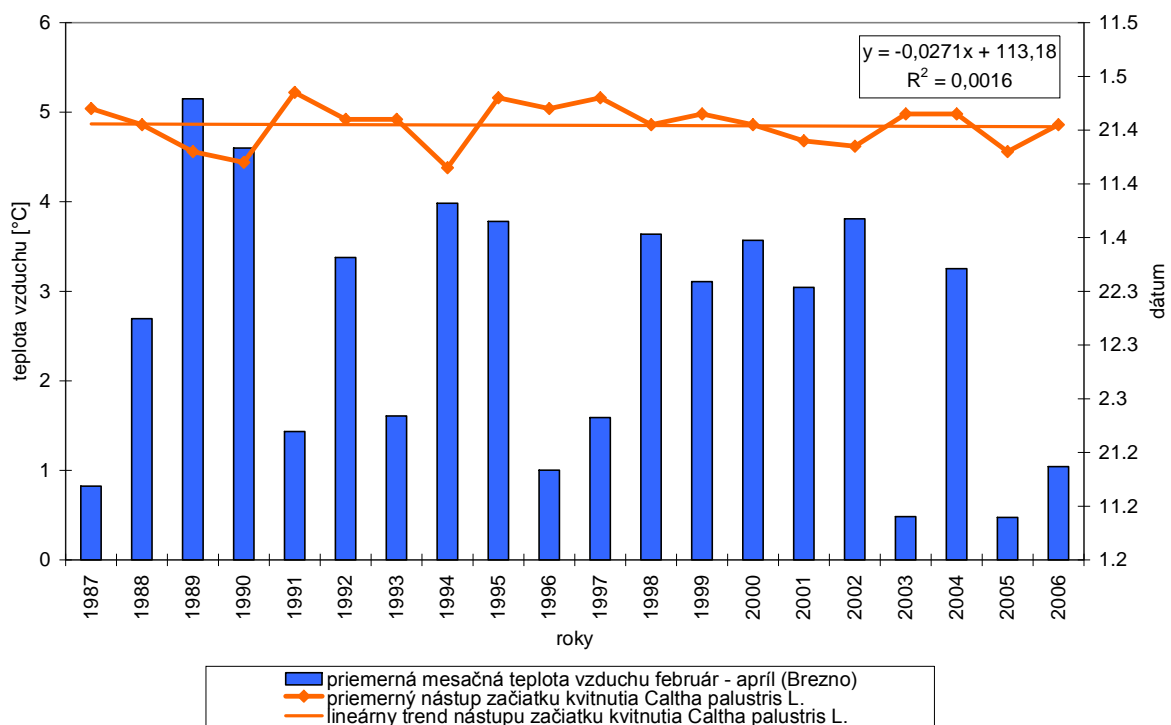
Obr. 2 Priemerný nástup začiatku kvitnutia *Caltha palustris* L. na fenologických stani-
ciach stredného Slovenska v rokoch 1987–2006

Tab. 1 Štatistické charakteristiky začiatku kvitnutia záružlia močiarného (Ox – aritmetický priemer (vyjadrený ako dátum), R – variačné rozpätie, s_x% - variačný koeficient)

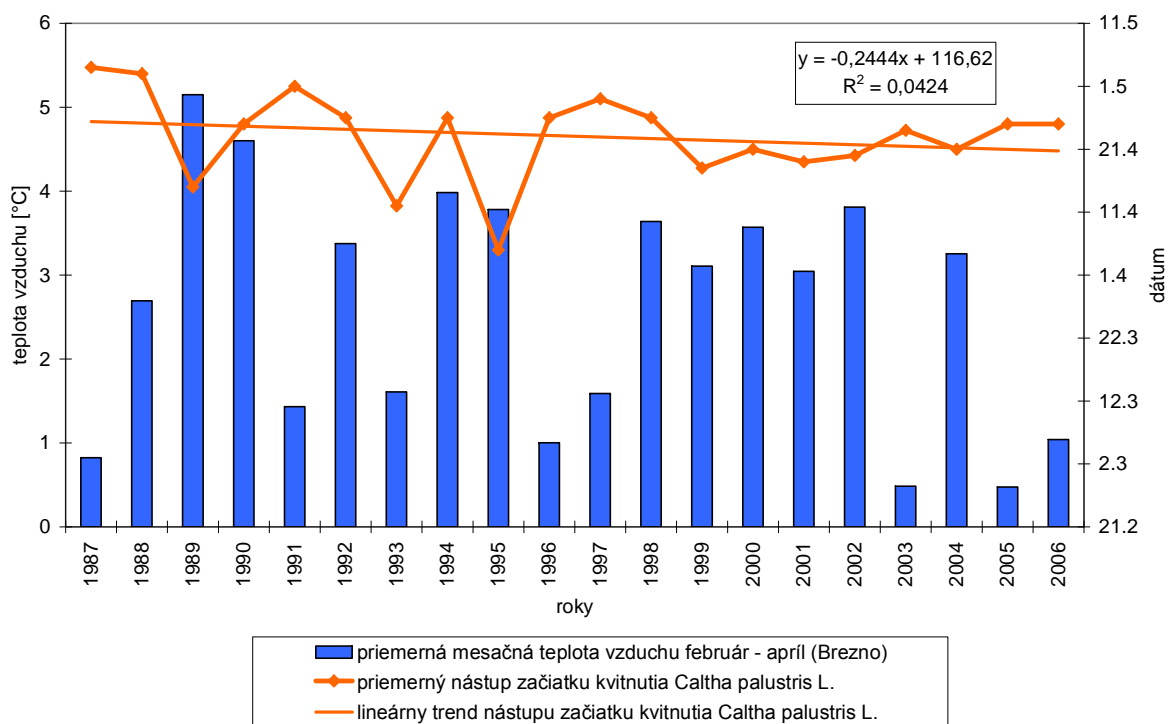
Fenologické stanice		Štatistické charakteristiky		
		Ox	R	s _x %
do 305 m n. m.				
Lučenec	185 m	11.4.	29	8,4
Hajnáčka	220 m	13.4.	39	9,7
Ždaňa	300 m	5.4.	35	11,6
Zvolen	300 m	9.4.	30	8,7
Bytča	305 m	10.4.	36	8,9
306 - 500 m n. m.				
Kokava n. Rim.	325 m	12.4.	24	6,7
Slov. Ľupča	375 m	9.4.	34	6,8
Krásno n. Kys.	380 m	15.4.	25	6,7
Muráň	400 m	22.4.	24	5,8
Turie	435 m	12.4.	27	8,3
Černová	475 m	14.4.	21	6,6
Stará Bystrica	475 m	19.4.	30	7,0
Kláštor p. Zn.	480 m	15.4.	34	8,8
Staré Hory	485 m	8.4.	38	11,2
Oščadnica	490 m	17.4.	44	10,3
Hronec	500 m	21.4.	13	3,4
501 - 700 m n. m.				
Brusno	535 m	6.4.	35	10,5
Čierny Balog	560 m	22.4.	29	6,1
Kysihýbel	565 m	12.4.	42	10,1
Bacúch	625 m	15.4.	29	7,2
Liptovský Ján	630 m	26.4.	33	7,3
Slaná Voda	700 m	18.4.	22	6,4
nad 700 m n. m.				
Malužiná	725 m	26.4.	28	5,5
Telgárt	825 m	18.4.	36	8,4
Oravice	855 m	18.4.	31	9,4
Pol'ana	1265 m	17.4.	15	7,2



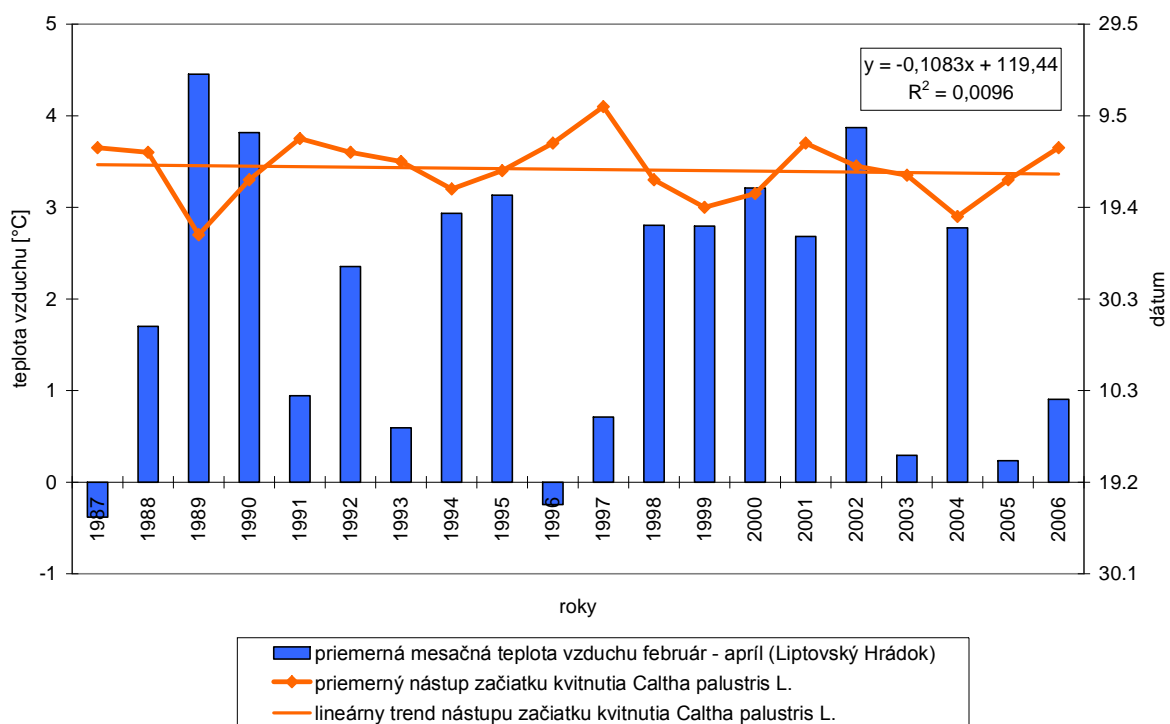
Obr. 3 Začiatok kvitnutia *Caltha palustris* L. a priemerná mesačná teplota vzduchu tri mesiace pred touto fenologickou fázou za obdobie rokov 1987–2006 na lokalite Lučenec



Obr. 4 Začiatok kvitnutia *Caltha palustris* L. a priemerná mesačná teplota vzduchu tri mesiace pred touto fenologickou fázou za obdobie rokov 1987–2006 na lokalite Hronec



Obr. 5 Začiatok kvitnutia *Caltha palustris* L. a priemerná mesačná teplota vzduchu tri mesiace pred touto fenologickou fázou za obdobie rokov 1987–2006 na lokalite Čierny Balog



Obr. 6 Začiatok kvitnutia *Caltha palustris* L. a priemerná mesačná teplota vzduchu tri mesiace pred touto fenologickou fázou za obdobie rokov 1987–2006 na lokalite Malužiná