

## FENOLOGICKÁ DATA ZA POSLEDNÍCH 150 LET

Svitáková Zuzana

Kott Ivan

Nekovář Jiří

### Summary:

#### Phenological data in recent 150 year period

Phenological data are disposable at Czech Hydrometeorological Institute database or archive since 1923 year. CHMI assumed general phenology network in 1940 year (together with preceding database) and practised it using gradual methodical changes until end of eighties. Since half of eighties fundamental methodical change of observations was done by dividing into three networks: field crops, fruit trees, forest plants, it is used till the present time. Apart from numerous methodical changes a lot of plants and zoo species were observed by comparable method during very long time period. So that it is possible series creation crossing at many stations more than 80 years. We have decided to use also older phenological series be presented inside yearbooks 1856 – 1878 and other sources of period from 1891 - 1904 for the prolongation of selected station time series.

Several stations having covered 1856-1878 period were choised and was been added younger data from the same or neighbour station. Not seeing series are interrupted and sometimes blanked they are giving vegetation development trend information in last 157 years.

The results were compared with long term climatological series Vienna Hohe Warte (is used for south Moravia region) and Prague – Klementinum (is used for middle Bohemia region). They give good parallel between air temperature and precipitation total & spring phenological phases entrance.

New contribution of our work is an attempt at integrated evaluation of both meteorological elements in their relation to achieved phenophases through thermopluiographical index **I<sub>TPG</sub>**.

### Souhrn

Fenologická data v databázi či archivu Českého hydrometeorologického ústavu jsou disponibilní od roku 1923. Síť všeobecné fenologie převzal ústav roku 1940 (i s dosavadní databází) a provozoval ji s řadou postupných metodických změn do konce osmdesátých let. Od poloviny osmdesátých let proběhla zásadní změna metodik pozorování rozdělením do tří sítí: polních plodin, ovocných dřevin, lesních rostlin, provozovaných doposud. Nehledě na četné metodické změny byla celá řada rostlinných i zoologických druhů pozorována srovnatelnou metodikou po velmi dlouhou dobu a je tak umožněno vytvoření řad překračujících na několika stanicích již více než 80 let. Rozhodli jsme se využít i starších fenologických dat publikovaných v ročenkách 1848 – 1878 a dalších literárních zdrojích dat z let 1891 – 1904 k prodloužení fenologických časových řad vybraných staničních lokalit.

Pro tuto práci jsme vybrali fenologické stanice Praha a Brno, které pokrývají období 1848 – 1878 a k nim jsme přidali data ze stejné či srovnatelné stanice z následně mladší doby až do roku 2004. I když řady jsou přetržité a mezernaté, dávají informaci o časovém trendu vývoje vegetace za posledních 157 let.

K posouzení využitelnosti dlouhých řad je třeba podchytit celistvou řadou klimatickou. Vzhledem k disponibilnímu fenologickému materiálu jsme provedli hodnocení obou řad (Praha-Klementinum, Wien Hohe Warte) za období 1845-2000, v některých případech až do roku 2004.

Při základním hodnocení jsme se opírali o termopluiogramy hodnotící jednak vegetační období duben – září (užší vegetační období), dále vegetační období březen – listopad (širší vegetační období) a rovněž zimní období od října do března a jednak od prosince do února („jádro“ zimy).

Novým přínosem naší práce je pokus o integrované hodnocení obou meteorologických prvků v jejich vztahu k dosaženým fenofázím prostřednictvím termopluiografického indexu **I<sub>TPG</sub>**.

Řada rostlinných i zoologických druhů byla na našem území pozorována srovnatelnou metodikou po velmi dlouhou dobu a je tak umožněno vytvoření řad překračujících na několika stanicích již více než 80 let. Kromě tohoto sou-

stavného fenologického pozorování lze využít i starších fenologických dat z ročenek 1848 – 1878, případně i dalších literárních zdrojů, obsahujících data z let 1891 – 1904. V této práci jsme použili fenologické stanice Praha a Brno,

kteřé pokrývají období 1848 – 1878 a k nim jsme přidali data ze stejné či srovnatelné stanice z následné mladší doby až do roku 2004. Přes přetřžitost a mezernatost záznamů z pozorování jsme získali informaci o časovém trendu vývoje vegetace za posledních 157 let. K objektivnímu srovnání pravděpodobného vývoje jednotlivých rostlinných druhů v obdobích, kdy neexistují dostupné zápisy o pozorování jsme použili sekulární řady dat z meteorologických stanic Praha-Klementinum a Wien - Hohe Warte za období 1845-2000, případně až do roku 2004.

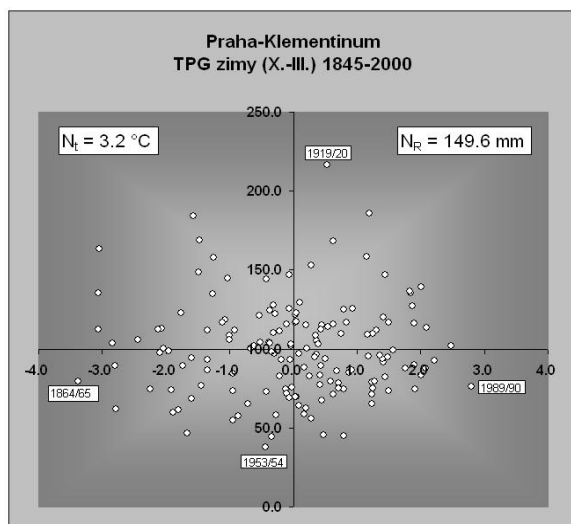
Při základním hodnocení jsme se opírali o termopluviogramy hodnotící jednak vegetační období duben – září (užší vegetační období), dále vegetační období březen – listopad (širší vegetační období) a rovněž zimní období od října do března a jednak od prosince do února („jádro“ zimy).

Grafické vyjádření vzájemných vztahů odchylek průměrných sezónních teplot od

dlouhodobého průměru a odchylek srážek prostřednictvím termopluviogramů umožnilo rychlé rozřídění jednotlivých zim i vegetačních období do příslušných kategorií abnormality podle velikosti a směru odchýlení od normálu, který tvoří střed grafu ( $dt = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $dR = 100\%$ ).

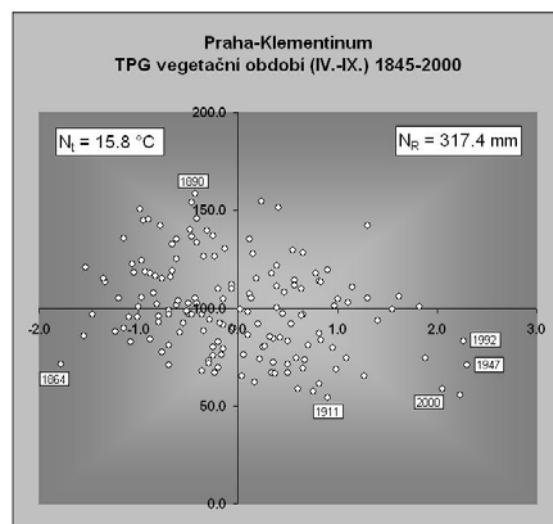
V užším vegetačním období (IV – IX) byla průměrná teplota pro Klementinum  $15,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  a srážky  $317,4\text{ mm}$ ; maximální odchylky teplot vzduchu byly  $+2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1992) a  $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1864); extrémní odchylky srážek činily  $158,4\%$  (1890) a  $54,1\%$  (1911).

V širším vegetačním období (III - XI) byla průměrná teplota pro Klementinum  $12,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  a srážky  $402,4\text{ mm}$ ; maximální odchylky teplot vzduchu byly  $+2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (2000) a  $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1902); extrémní odchylky srážek činily  $155,7\%$  (1939) a  $59,3\%$  (1911).



V zimním období (X – III) byla průměrná teplota pro Klementinum  $+3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  a srážky  $149,6\text{ mm}$ ; maximální odchylky teplot vzduchu byly  $+2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1989-1990) a  $-3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1864-1865); extrémní odchylky srážek činily  $216,7\%$  (1919-1920) a  $37,6\%$  (1953-1954).

V „jádro“ zimy (XII – II) byla průměrná teplota pro Klementinum  $+0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  a srážky  $64,5\text{ mm}$ ; maximální odchylky teplot vzduchu byly  $+3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1989-1990) a pozoruhodných  $-5,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1928-1929); extrémní odchylky srážek činily  $233,2\%$  (1899-1900) a  $23,6\%$  (1893-1894).



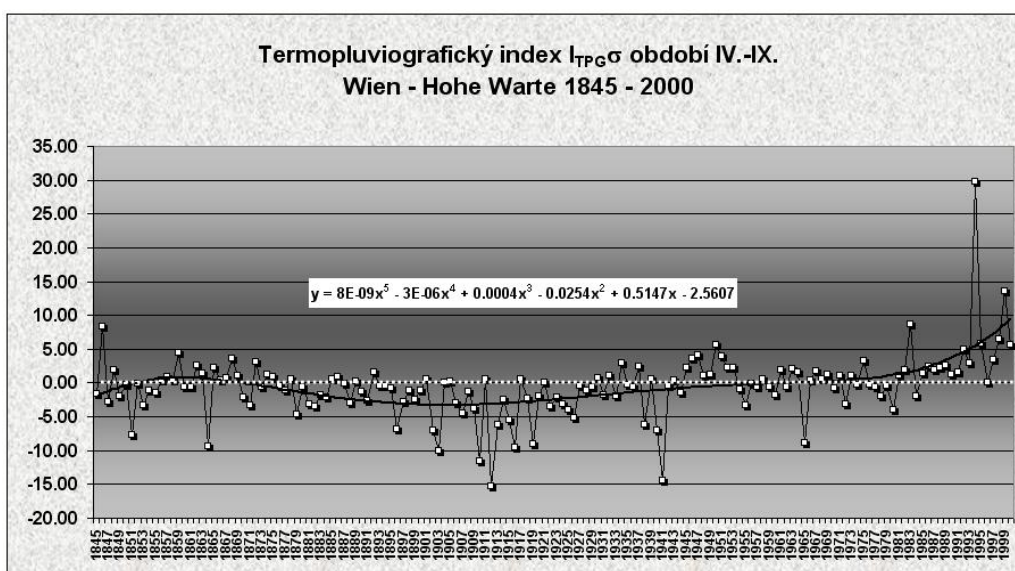
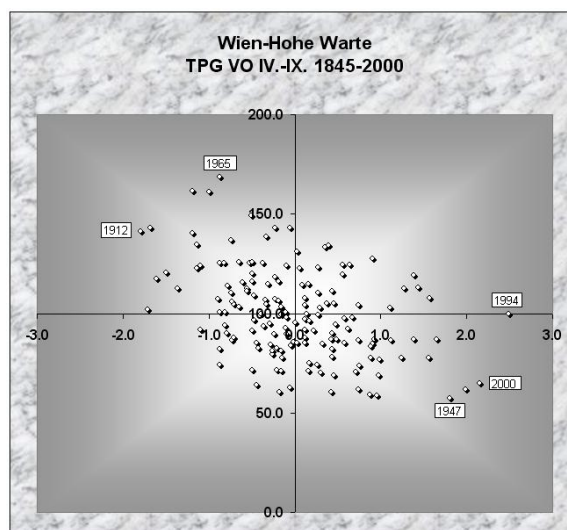
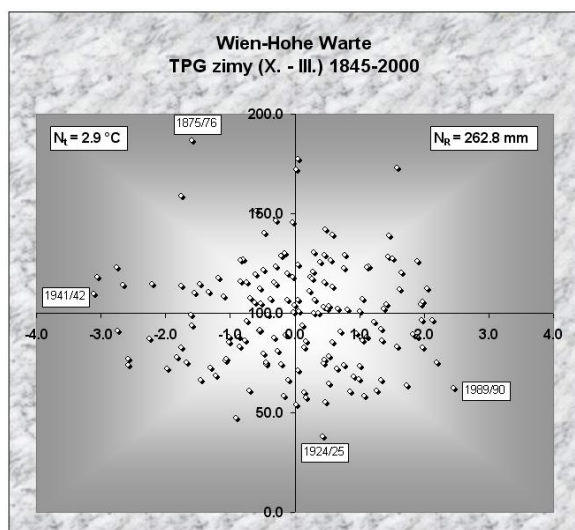
Pro oblast jižní a střední Moravy byly zjištěny z Vídeňské klimatické řady tyto hodnoty:

Pro užší období IV – IX průměrná teplota vzduchu  $15,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  a suma srážek  $380,9\text{ mm}$

Pro širší období III – XI průměrná teplota vzduchu  $12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a suma srážek  $522,8\text{ mm}$

Pro zimní období X – IX průměrná teplota vzduchu  $2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  a suma srážek  $262,8\text{ mm}$

Pro „jádro“ zimního období XII – II průměrná teplota  $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  a suma srážek  $121,1\text{ mm}$



Abychom mohli detailně vyhodnotit urychlení či naopak opoždění nástupů jednotlivých vývojových fází rostlin, bylo třeba zpracovat oba prvky, tedy průměrné teploty vzduchu a úhrny srážek v jednotlivých dnech celého zkoumaného období. K vlastnímu hodnocení jsme v prvním přiblížení použili jednak kumulativních sum efektivních teplot ( $t > 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) vždy od 1.1. daného roku do data nástupu konkrétní fenofáze, jednak kumulativních sum denních srážkových úhrnů ve stejném období. Protože však naším cílem bylo dosáhnout integrovaného, současně však co nejjednoduššího hodnocení obou meteorologických prvků, otestovali jsme několik různých způsobů

kombinovaného vyjádření, z nichž dosáhly nejlepších výsledků následující:

$$I_{TPG\sigma 1} = (dR\sigma / 100) * dt\sigma$$

kde  $dR\sigma$  ... odchylka sumy srážek za období, násobená příslušnou konstantou  $\sigma$   
 $dt\sigma$  .... odchylka sumy aktivních teplot (nad  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) za období, násobená konstantou  $\sigma$

$$I_{TPG\sigma-1} = -1 * [(dR\sigma / 100) * dt\sigma]$$

inverzní funkce k předchozí

$$I_{TPG1} = (dR / 100) * dt$$

kde  $dR$  ... odchylka sumy srážek za období bez multiplikační konstanty

dt ... odchylka sumy aktivních teplot (nad 0 °C) za období bez multiplikační konstanty

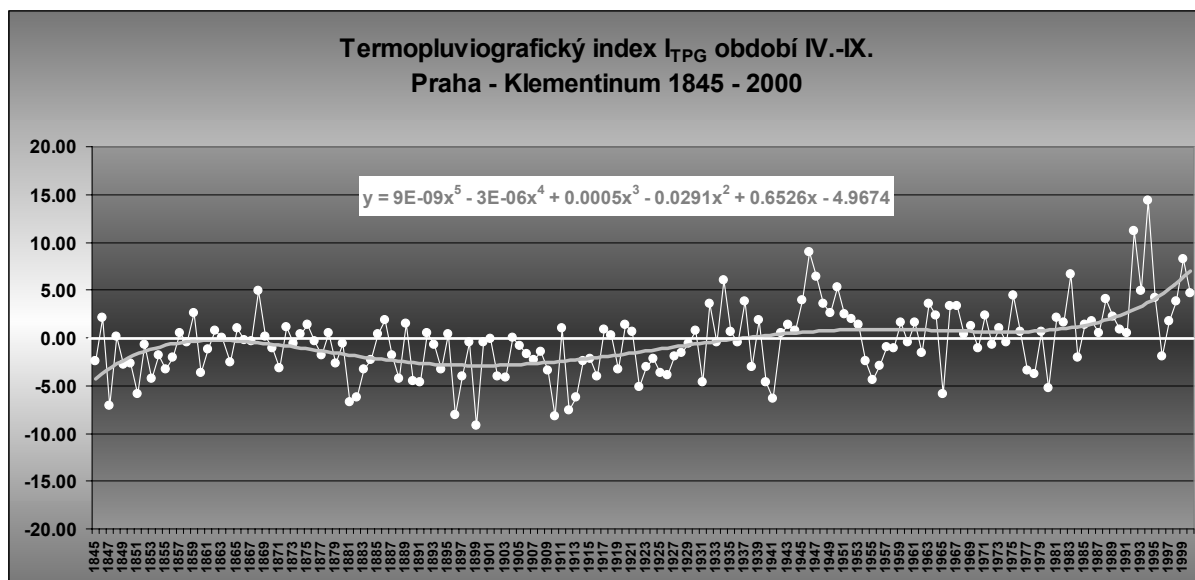
$$I_{TPG-1} = -1 * [(dR / 100) * dt]$$

inverzní funkce k předchozí

Multiplikační konstanty sigma sloužily k vyjádření do jaké míry byla odchylka od dlouhodobého průměru – v našem případě za 160 let (1845 až 2004) – vzdálena. Konstantou se pak stala numerická hodnota násobku směrodatné odchylky (tedy číslovky od 1 do 6), vyjadřující konkrétní případ nástupu fenofáze v daném roce. Uvedené vztahy jsme nazvali souhrnným názvem „termopluviografický index“. Pro náročnost celé práce co do detailního popisu si

dovolujeme v tomto seznámení s naší studií uvést jen část průvodních dokladů v několika vybraných příkladech vztahujících se k pražské řadě meteorologických měření na Klementinu.

Pro fenologickou lokalitu Praha bylo hodnoceno 7 dřevin, 2 byliny a jedna polní plodina, které byly vybrány na základě požadavku dostatečné výtěžnosti dat v procentech celkového hodnoceného období s biologickými údaji, tedy 157 let (od 1848 do 2004) z původních 9 dřevin, 4 bylin a 2 polních plodin.



Květní fáze u všech dřevin vykazovaly nejtěsnější vztah s dosaženou sumou srážek, dále se sumou aktivních teplot – obojí nad hranicí významnosti pro  $p=0,01$  – a jen o něco nižší závislost na obou indexech  $I_{TPG}$  pro obě vege-

tační období (IV. – IX. a III.-XI.), stále však nad hranicí významnosti pro  $p=0,01$  u jírovce maďalu a opět nad  $p=0,05$  u všech dřevin ostatních, jak dokládá následující tabulka

Dřeviny	VO IV. - IX.		VO III. - XI.		v	V %	p = 0.05	p = 0.01		
	corB/suR	corB/sut <sub>0</sub>	fIσ	fI					fIσ	fI
Jírovec maďal	<b>0.4880</b>	<b>0.4593</b>	0.2616	0.2583	0.2020	0.1838	63	41.40	0.2440	<b>0.3172</b>
Trnka obecná	<b>0.5520</b>	<b>0.4305</b>	<b>0.4691</b>	<b>0.4584</b>	<b>0.4955</b>	<b>0.4944</b>	79	<b>53.50</b>	0.2186	<b>0.2847</b>
Trnovník akát	<b>0.4895</b>	<b>0.5570</b>	<b>0.4392</b>	<b>0.4698</b>	<b>0.3750</b>	<b>0.3689</b>	78	<b>50.96</b>	0.2199	<b>0.2865</b>
Lípa srdčitá	<b>0.5653</b>	<b>0.6765</b>	<b>0.3731</b>	<b>0.4935</b>	<b>0.3916</b>	<b>0.4733</b>	63	41.40	0.2440	<b>0.3172</b>
Líska obecná	<b>0.6000</b>	<b>0.4178</b>	<b>0.3866</b>	<b>0.3234</b>	<b>0.3659</b>	<b>0.3410</b>	64	42.04	0.2421	<b>0.3148</b>
Jabloň lesní	<b>0.4974</b>	0.1992	<b>0.4347</b>	<b>0.4662</b>	<b>0.4903</b>	<b>0.5134</b>	80	<b>52.23</b>	0.2172	<b>0.2830</b>
Višeň PK	<b>0.5904</b>	0.0916	<b>0.3889</b>	<b>0.4611</b>	<b>0.4874</b>	<b>0.5524</b>	78	<b>50.96</b>	0.2199	<b>0.2865</b>
Višeň ZP	<b>0.4671</b>	<b>0.8568</b>	-0.1718	-0.1576	-0.2266	-0.2595	64	42.04	0.2421	<b>0.3148</b>



U jediné analyzované fáze zralosti plodů – u višně – byl zjištěn vysoce těsný vztah k dosaženým kumulativním sumám aktivních teplot, velmi dobrý vztah ke kumulativním su-

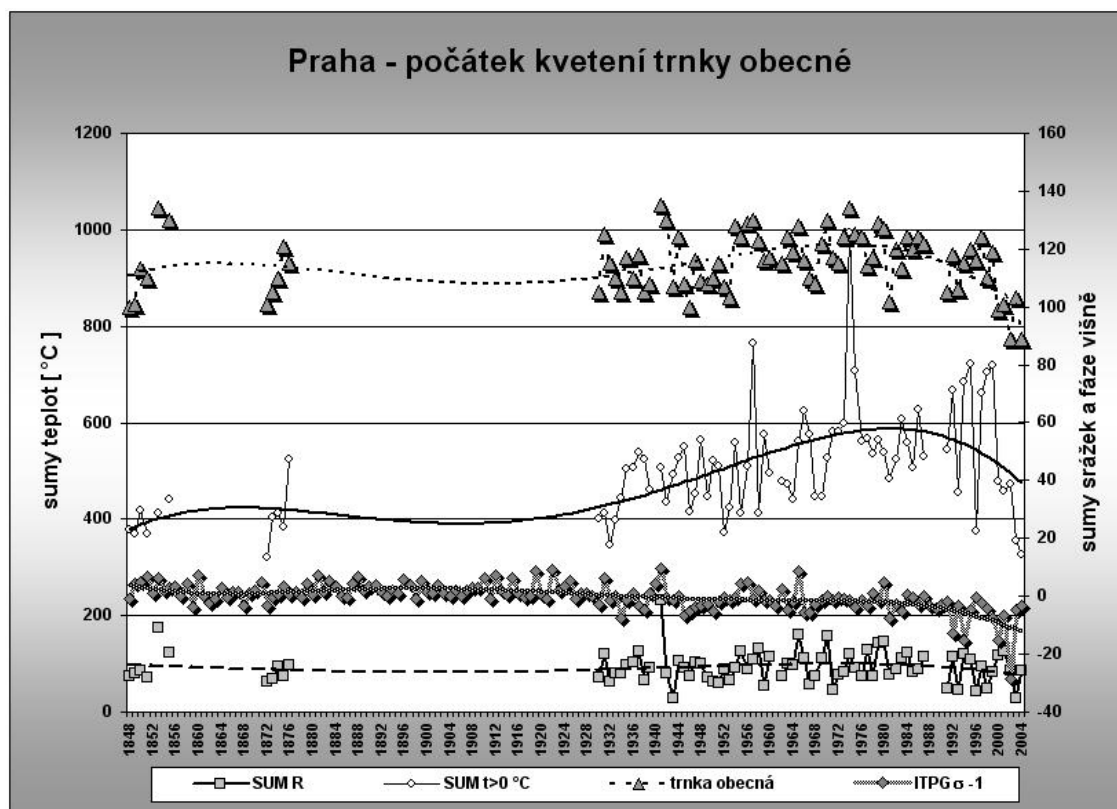
mám srážek a stále ještě nad mezí  $p=0,05$  inverzní vztah k  $I_{TPG}$  pro širší vegetační období. U višně bylo možné vyhodnotit i mezifázový interval kvetení – zralost plodů:

Dřeviny	corB/suR	corB/sut0	VO IV. - IX.		VO III. - XI.		v	V %	p = 0.05	p = 0.01
			fIσ	fI	fIσ	fI				
Višeň PK	<b>0.5904</b>	0.0916	<b>0.3889</b>	<b>0.4611</b>	<b>0.4874</b>	<b>0.5524</b>	78	49.68	0.2199	<b>0.2865</b>
Višeň ZP	<b>0.4671</b>	<b>0.8568</b>	-0.1718	-0.1576	-0.2266	-0.2595	64	40.76	0.2421	<b>0.3148</b>
Višeň - interfáze PK, ZP	<b>0.4068</b>	<b>0.9471</b>	<b>0.4061</b>	<b>0.4420</b>	<b>0.4920</b>	<b>0.5646</b>	63	40.13	0.2440	<b>0.3172</b>

Pro nízkou výtěžnost dat, která byla k dispozici, byly v konečné fázi vyhodnoceny pouze dvě byliny, a to sněženka a jaterník. Do-

sažené korelační vztahy vyplývají z druhé tabulky:

Byliny	corB/suR	corB/sut0	VO IV. - IX.		VO III. - XI.		v	V %	p = 0.05	p = 0.01
			fIσ	fI	fIσ	fI				
Sněženka	<b>0.4507</b>	-0.0362	<b>0.4527</b>	<b>0.4854</b>	<b>0.5193</b>	<b>0.5782</b>	65	41.40	0.2403	<b>0.3125</b>
Jaterník	0.2384	<b>0.3385</b>	<b>0.3547</b>	<b>0.4086</b>	<b>0.4248</b>	<b>0.4448</b>	66	42.04	0.2385	<b>0.3102</b>

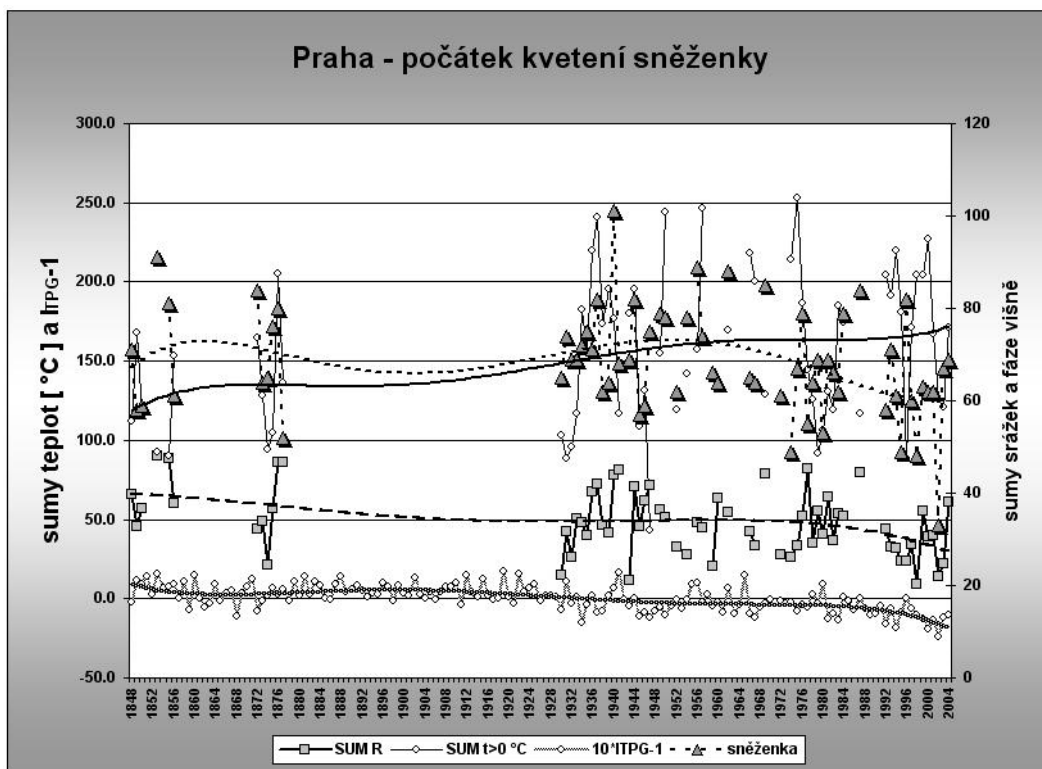
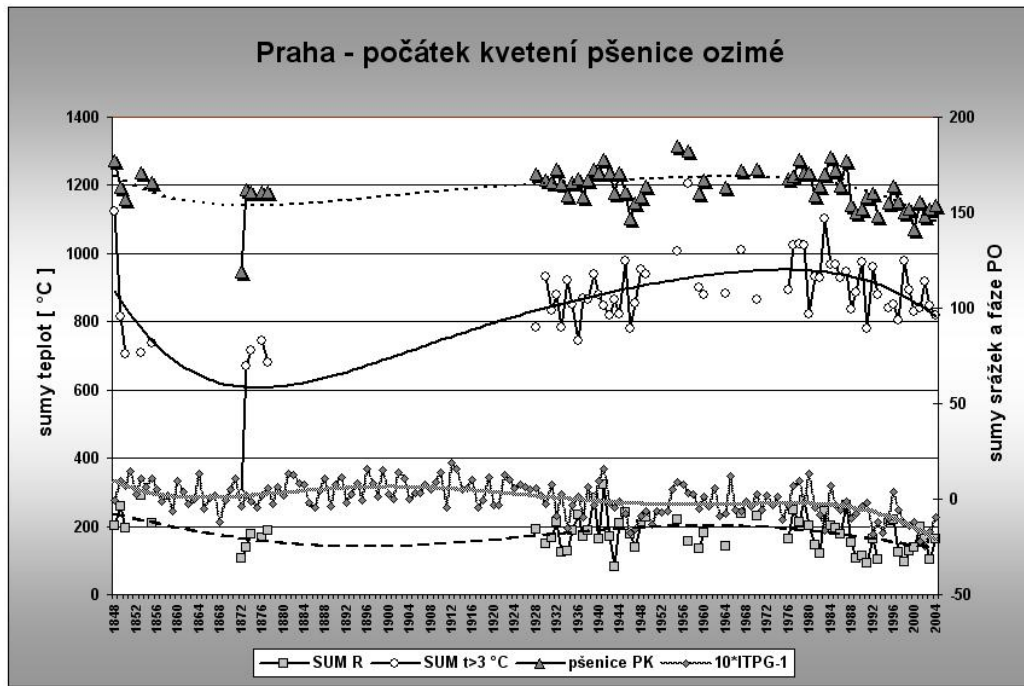


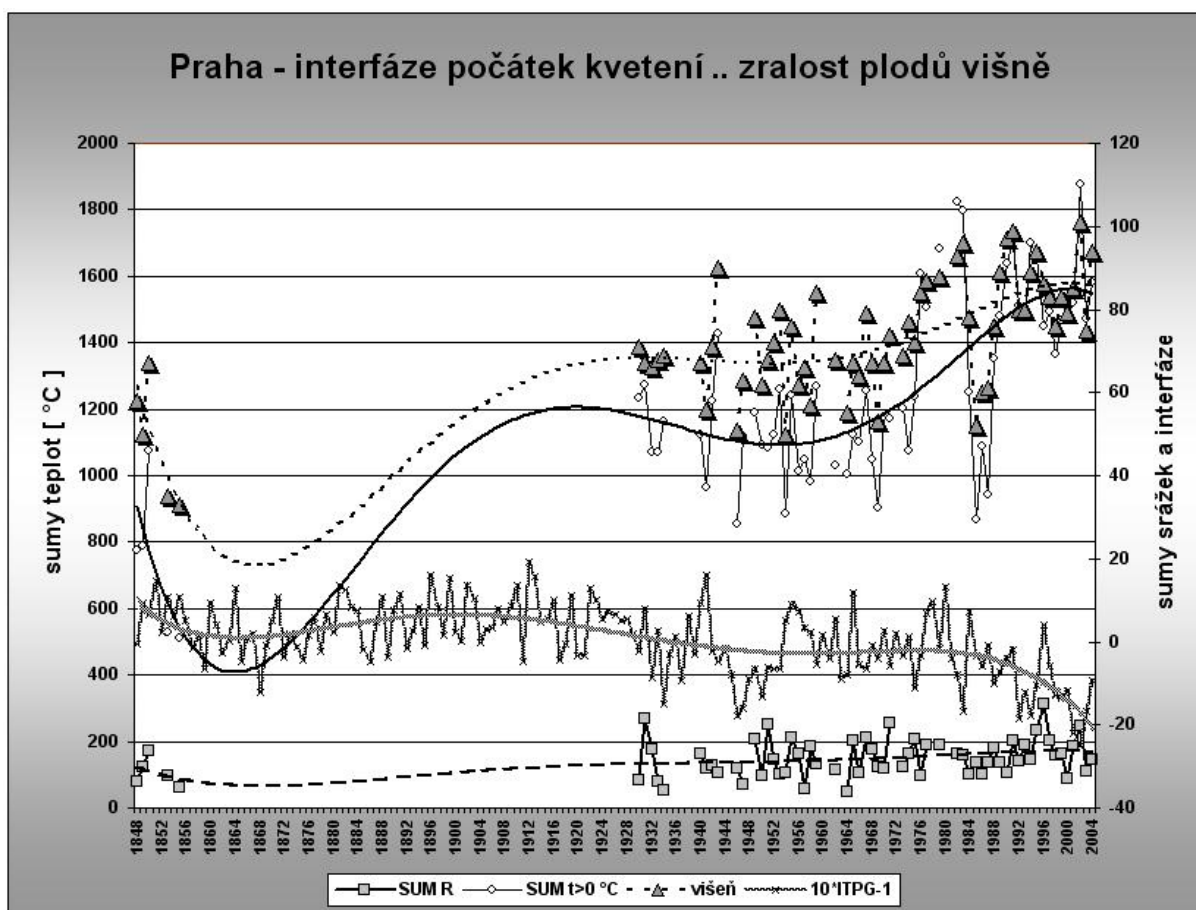
Obdobná situace byla i u polních plodin, kde z původních dvou (žito a pšenice) bylo možno regulérně vyhodnotit pouze pšenici ozimou, zato však včetně intervize kvetení – plná zralost:

Polní olodiny	corB/suR	corB/sut0	VO IV. - IX.		VO III. - XI.		v	V %	p = 0.05	p = 0.01
			fIσ	fI	fIσ	fI				
Pšenice ozimá PK	<b>0.5917</b>	<b>0.5521</b>	<b>0.4918</b>	<b>0.5597</b>	<b>0.4996</b>	<b>0.5426</b>	64	40.76	0.2421	<b>0.3148</b>
Pšenice ozimá ZP	<b>0.5524</b>	<b>0.7384</b>	0.2575	0.2535	0.2792	0.2237	77	49.04	0.2213	<b>0.2883</b>
PO - interfáze PK .. ZP	<b>0.4542</b>	<b>0.9591</b>	-0.2506	<b>-0.3401</b>	-0.2136	<b>-0.3472</b>	58	36.94	0.2542	<b>0.3302</b>

Je třeba poznamenat, že značná mezerovitost fenologických řad nedovolovala obvyklé statistické vyhodnocení. Průměrná výtěžnost řad byla v případě dřevin pouze 46,8 %, u bylin 43 % a u pšenice ozimé 46,2 %.

V závěru uvádíme ještě dva další přehledné grafy fenofází s indexy  $I_{TPG}$  v jednotlivých obdobích včetně polynomického trendu pátého stupně.





### Literatura:

Klabzuba, J., Kožnarová, V., Voborníková, J.: Hodnocení počasí v zemědělství. ČZU Praha, 1999.