

# Globální gradienty teploty v České republice a diferenciaci regionů

The temperature global gradients in the Czech Republic and region differentiation

Karel Matějka

IDS, Na Komořsku 2175/2a, 143 00 Praha 4, Česká republika

[matejka@infodatasys.cz](mailto:matejka@infodatasys.cz)

## Abstract

Description of the global temperature gradients in a region belongs among basic aids of the regional climate modeling. The paper describes altitudinal, longitudinal and latitudinal gradients of the air temperature in the Czech Republic in the period 1961-1990 on the base of Czech Hydrometeorological Institute data set. Differences between measured average temperature and calculated relevant temperature using the regression model are spatially autocorrelated in prevailing part of the year. There are two year-periods with different distribution of these differences: (1) summer period (May to September), and (2) winter period (November to January). The whole-year mean of air temperature differences is flatter comparing single months because winter and summer differences are of the opposite influence except for the Central Bohemia, where both periods are with the positive difference, and the western tip of the Czech Republic with negative differences.

Klimatické modely jsou jedním ze základních nástrojů užívaných při šetření variability různých přírodních složek, rozšíření různých typů ekosystémů a společenstev nebo druhů organismů (FRANKLIN 2009). V návaznosti na analýzu hlavních teplotních gradientů v ČR (MATĚJKA 2010a), které jsou využívány společně s digitálním modelem terénu pro tvorbu dalších modelů (například model lesních vegetačních stupňů), a které jsou aplikovány v programu PlotOA (MATĚJKA 2010b), bylo potřeba zhodnotit existenci regionů v České republice, kde teplotní režim podléhá odlišnému režimu ve srovnání s obecnými gradienty průměrných teplot. Pro účely této práce byla použita data z publikace KVĚTOŇ (2001), která byla dále vyhodnocena. Jedná se tedy o vyhodnocení prostorových gradientů průměrných teplot za období takzvaného klimatického normálu 1961-1990. To je potřeba zdůraznit, protože jsou čím dál častěji užívány různé jiné "teplotní normály", které odpovídají jiným časovým obdobím. Tak například ČHMÚ začal od října 2006 pro výpočet odchylek od normálu používat dlouhodobé průměry 1971 až 2000, jak je uváděno třeba v publikovaných Měsíčních přehledech počasí.

## Metodika

Použit byl model průměrných teplot ( $T$  [°C]) závisících na nadmořské výšce ( $A$  [m]) zeměpisné délce ( $\lambda$  [°]) a zeměpisné šířce ( $\varphi$  [°]) ve formě

$$T = C_0 + C_a A + C_\lambda \lambda + C_\varphi \varphi$$

obdobně, jak tomu bylo v publikaci KVĚTOŇ (2001).

Použita byla data průměrných měsíčních a ročních teplot vzduchu z období klimatického normálu 1961-1990 ze 145 stanic Českého hydrometeorologického ústavu (KVĚTOŇ 2001). Vzhledem k tomu, že poloha řady stanic se v průběhu let 1961 až 1990 měnila, byly ke každé stanici přiřazeny souřadnice (nadmořská výška, zeměpisná šířka a délka) podle váženého aritmetického průměru (vahou byl počet dnů měření teplot na stanici s určitým umístěním). Regresní analýza byla počítána v programu Statistica, verze 8 (HILL ET LEWICKI 2007).

Prostorová analýza odchylek naměřených průměrných teplot od příslušných modelovaných teplot byla provedena metodou blokového krigingu s použitím programu GS<sup>+</sup> (GAMMA DESIGN SOFTWARE 2004). Významnost prostorové závislosti dat byla vyhodnocena pomocí variogramů. Pro kriging nebyly použity údaje ze stanic Praha - Klementinum a Praha - Karlov, protože jejich odchylky jsou příliš velké v důsledku výrazného městského efektu.

Označení proměnných [Variable marking]:

$\delta(x)$  - standardní odchylka (standard error) proměnné  $x$  [standard error]

$t(n)$  - hodnota t-testu při  $n$  stupních volnosti [t-test statistic with  $n$  degrees of freedom]

$F(n_1, n_2)$  - hodnota F-testu při  $n_1$  a  $n_2$  stupních volnosti [F-test statistic with  $n_1$  and  $n_2$  degrees of freedom]

$p$  - pravděpodobnost chyby [error probability]

$B$  - regresní koeficienty, též  $C_0, C_a, C_\lambda, C_\varphi$  [regression coefficients, also  $C_0, C_a, C_\lambda, C_\varphi$ ].

## Výsledky

### Prostorová závislost odchylek průměrných teplot od modelu

V následujících odstavcích jsou stručně popsány modely gradientů průměrných teplot pro jednotlivé měsíce a prostorová závislost odchylek skutečných měřených průměrných teplot od teplot modelovaných. V případě, že prostorová závislost těchto odchylek je statisticky významná, bylo vytvořeno a na příslušných mapkách znázorněno pole průměrných odchylek teplot od modelovaných hodnot.

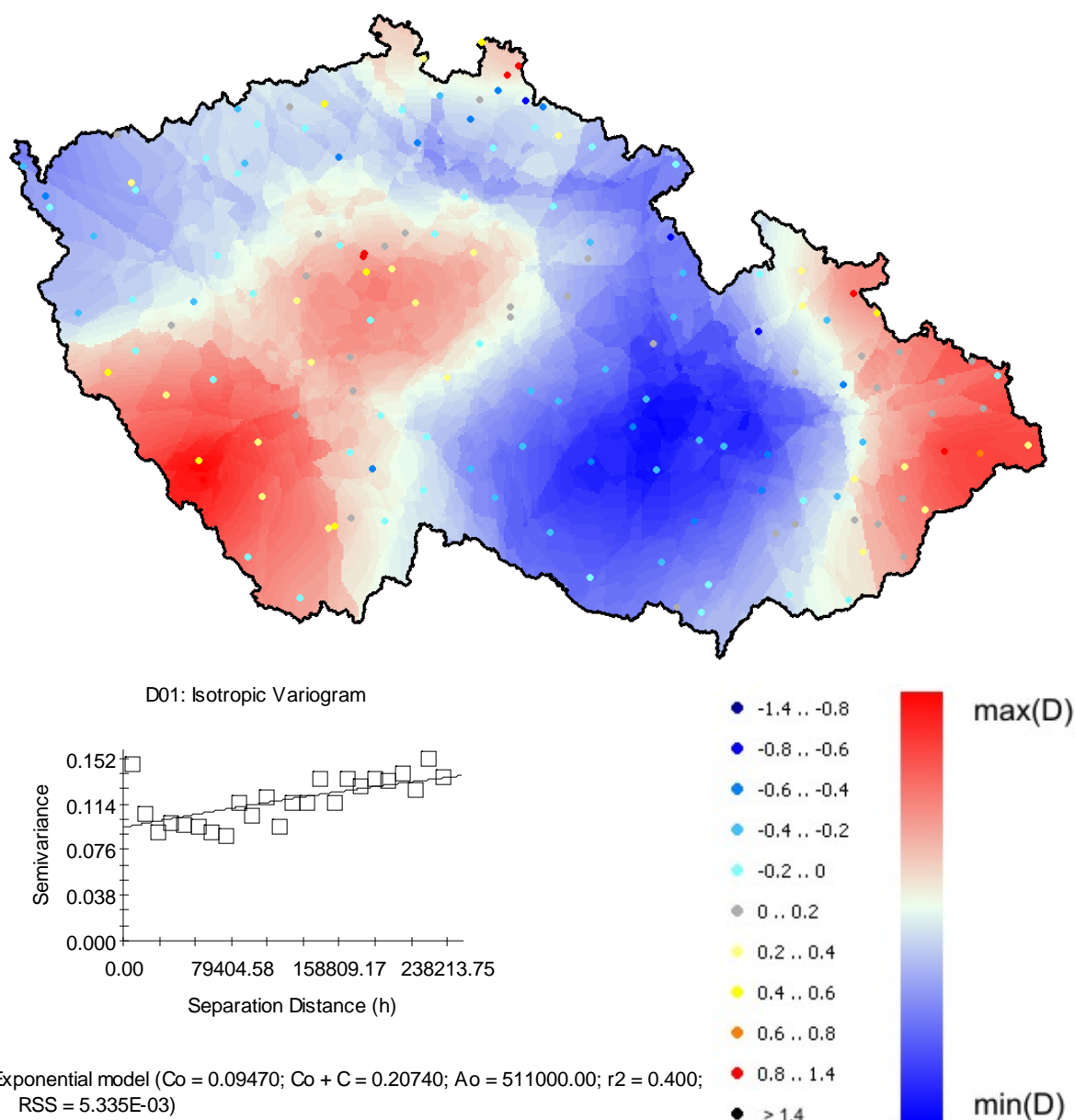
## Odchyłka od modelu - leden

Diferenciace území podle odchylek měřených a modelovaných teplot je v lednu nejvýraznější v porovnání všech měsíců chladné části roku. Zeměpisná délka je významnějším faktorem než zeměpisná šířka.

**Tabulka 1.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v lednu.  
Features of the average-air-temperature model at January, period 1961-1990.

$F(3,141)=303.34$   $p<0.001$   $\delta(T)=0.36876$

Parametr modelu / Model parameter		$\beta$	$\delta(\beta)$	$B$	$\delta(B)$	$t(141)$	$p$
Konstanta / Intercept	$C_0$			6.046777	2.875007	2.1032	0.037223
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.919188	0.031031	-0.004277	0.000144	-29.6212	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	-0.279675	0.032057	-0.167901	0.019245	-8.7244	0.000000
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.049875	0.031886	-0.087452	0.055910	-1.5641	0.120025



**Obr. 1.** Odchyłky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body) a pole těchto odchylek interpolované metodou kriging. Průměr pro měsíc leden.  $\max(D) = 0.34$  °C,  $\min(D) = -0.37$  °C.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) and the kriging field of the average differences at January.  $\max(D) = 0.34$  °C,  $\min(D) = -0.37$  °C.

## Odchylka od modelu - únor

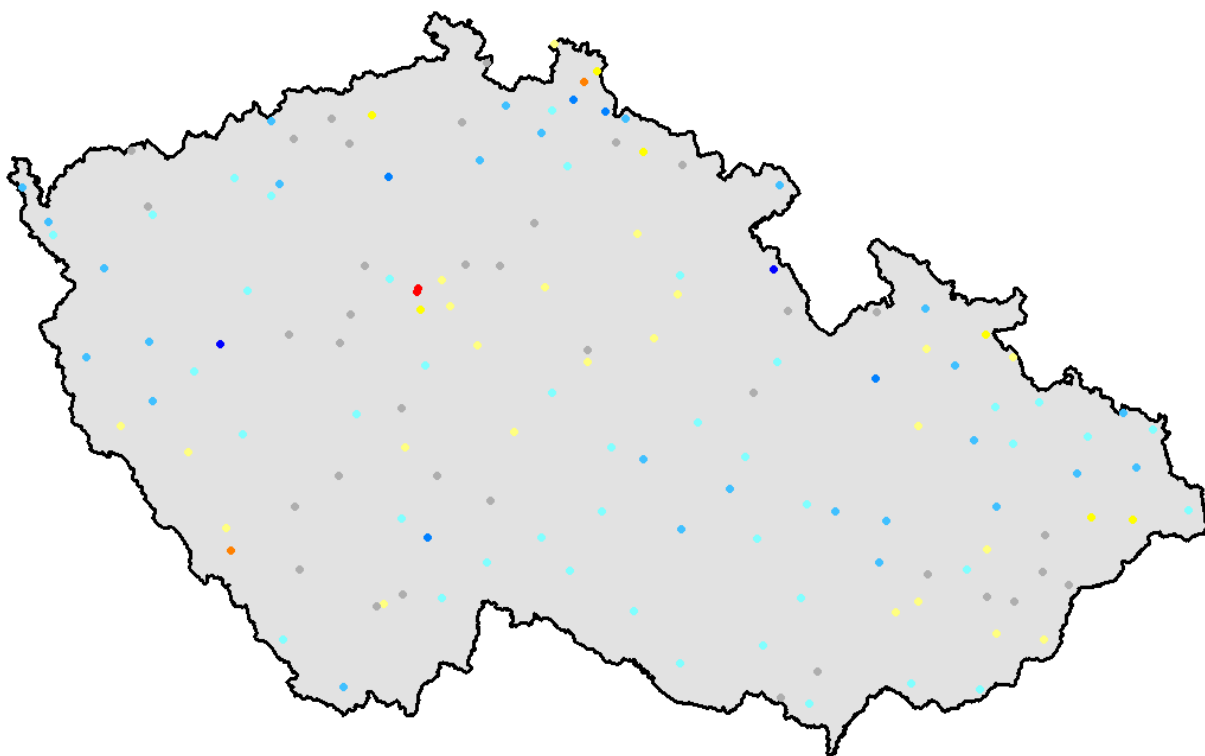
Variogram neprokazuje žádnou prostorovou závislost teplotních odchylek od modelu. Typ proudění vzduchu nad Českou republikou se začíná měnit a v zimním období diferencované regiony se začínají ztrácet. Vliv zeměpisné šířky a zeměpisné délky na průměrnou teplotu vzduchu je přibližně vyrovnaný.

**Tabulka 2.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v únoru.

Features of the average-air-temperature model at February, period 1961-1990.

$$F(3,141)=758.39 \quad p<0.001 \quad \delta(T)=0.29135$$

Parametr modelu / Model parameter	$\beta$	$\delta(\beta)$	<b>B</b>	$\delta(\mathbf{B})$	<b>t(141)</b>	<b>p</b>	
Konstanta / Intercept	$C_0$		16.28891	2.271449	7.1712	0.000000	
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.966890	0.020466	-0.00539	0.000114	-47.2431	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	-0.164922	0.021143	-0.11861	0.015205	-7.8005	0.000000
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.127059	0.021030	-0.26688	0.044173	-6.0417	0.000000



**Obr. 2.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body). Průměr pro měsíc únor. Legenda viz Obr. 1.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) at February. For the color legend see Fig. 1.

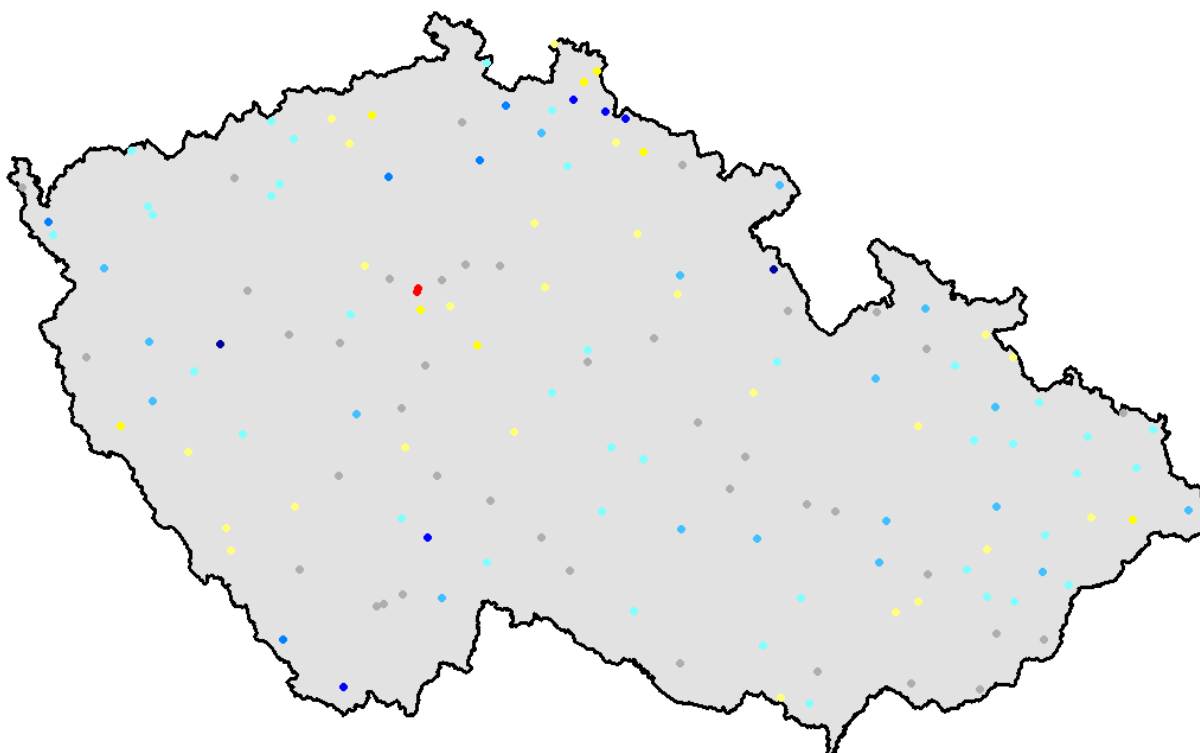
### Odchylka od modelu - březen

Variogram neprokazuje žádnou prostorovou závislost teplotních odchylek od modelu. Dochází k dalšímu posilování vlivu zeměpisné šířky na průměrnou teplotu vzduchu na úkor zeměpisné délky.

**Tabulka 3.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v březnu.  
Features of the average-air-temperature model at March, period 1961-1990.

$F(3,141)=949.19$   $p<0.001$   $\delta(T)=0.31416$

Parametr modelu / Model parameter	$\beta$	$\delta(\beta)$	<b>B</b>	$\delta(\mathbf{B})$	<b>t(141)</b>	<b>p</b>	
Konstanta / Intercept	$C_0$		28.32499	2.449297	11.5645	0.000000	
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.966444	0.018402	-0.00646	0.000123	-52.5175	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	-0.132071	0.019010	-0.11390	0.016395	-6.9473	0.000000
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.169755	0.018909	-0.42760	0.047632	-8.9773	0.000000



**Obr. 3.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body). Průměr pro měsíc březen. Legenda viz Obr. 1.  
Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) at March. For the color legend see Fig. 1.

## Odchylka od modelu - duben

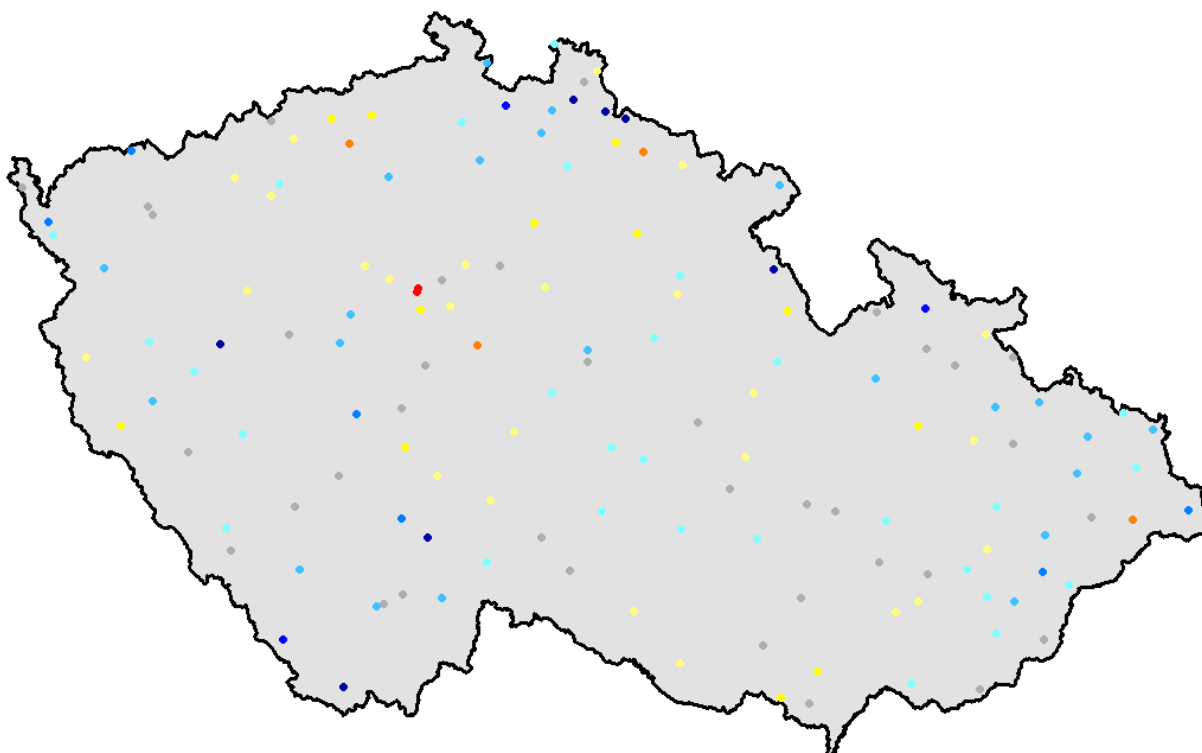
Variogram neproказuje žádnou prostorovou závislost teplotních odchylek od modelu. Vliv zeměpisné délky na průměrnou teplotu vzduchu je již zanedbatelný.

**Tabulka 4.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v dubnu.

Features of the average-air-temperature model at April, period 1961-1990.

$$F(3,141)=809.73 \quad p<0.001 \quad \delta(T)=0.37932$$

Parametr modelu / Model parameter	$\beta$	$\delta(\beta)$	<b>B</b>	$\delta(\mathbf{B})$	<b>t(141)</b>	<b>p</b>	
Konstanta / Intercept	$C_0$		37.86410	2.957334	12.8035	0.000000	
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.949392	0.019844	-0.00711	0.000149	-47.8437	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	-0.024887	0.020499	-0.02403	0.019796	-1.2140	0.226768
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.194006	0.020390	-0.54719	0.057511	-9.5146	0.000000



**Obr. 4.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body). Průměr pro měsíc duben. Legenda viz Obr. 1.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) at April. For the color legend see Fig. 1.

## Odchylka od modelu - Květen

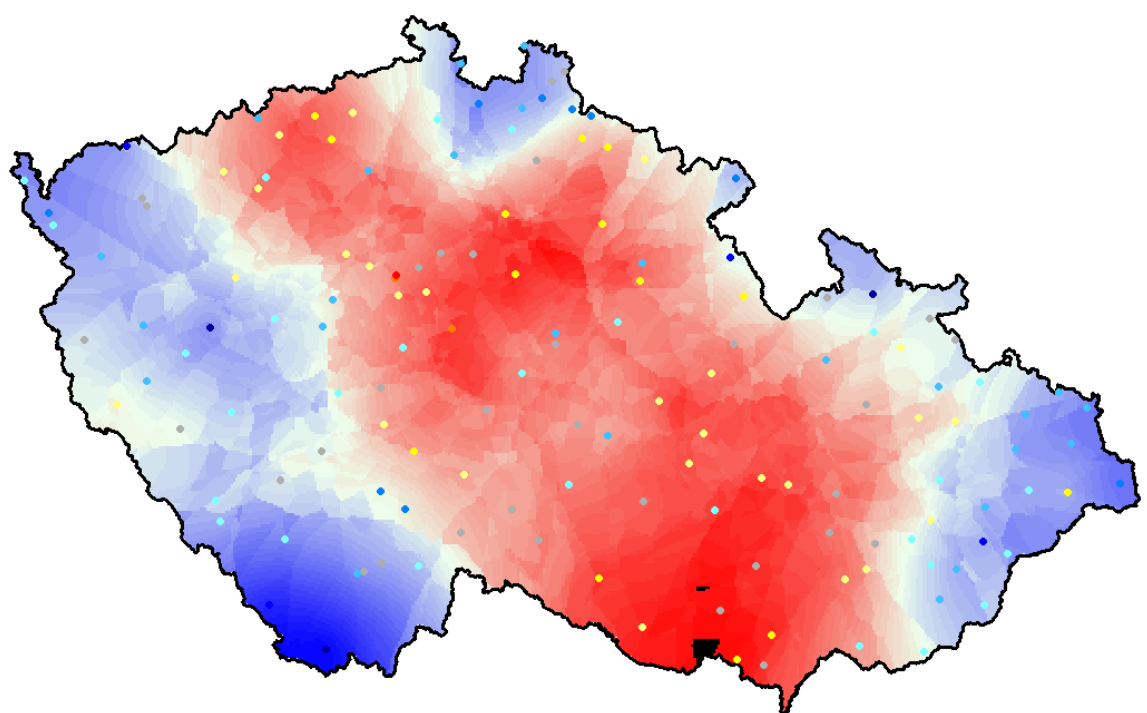
Od května nastupuje specifické letní rozdělení odchylek průměrných teplot vzduchu od teplot modelovaných. Pozorovatelná je relativně teplá oblast táhnoucí se jako široký pás ve středu republiky - od Krušných hor až po jižní Moravu. S různým ohraničením je tato oblast patrná i v následujících měsících až do září.

**Tabulka 5.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v květnu.

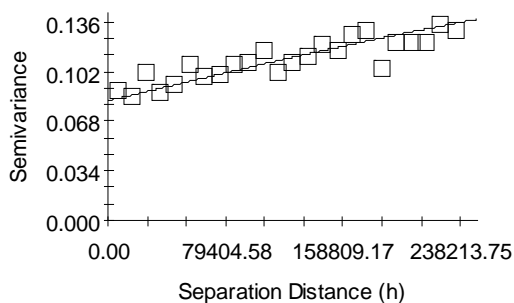
Features of the average-air-temperature model at May, period 1961-1990.

$$F(3,141)=850.62 \quad p<0.001 \quad \delta(T)=0.35517$$

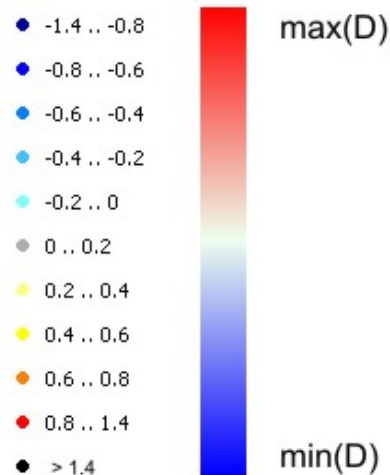
Parametr modelu / Model parameter	$\beta$	$\delta(\beta)$	B	$\delta(B)$	t(141)	p	
Konstanta / Intercept	$C_0$		36.19829	2.769050	13.0725	0.000000	
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.954067	0.019386	-0.00684	0.000139	-49.2133	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	0.006993	0.020027	0.00647	0.018536	0.3492	0.727474
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.157034	0.019921	-0.42450	0.053850	-7.8830	0.000000



dif05: Isotropic Variogram



Spherical model ( $C_0 = 0.08220$ ;  $C_0 + C = 0.16540$ ;  $A_0 = 511000.00$ ;  $r_2 = 0.768$ ;  
RSS = 1.378E-03)



**Obr. 5.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body) a pole těchto odchylek interpolované metodou kriging. Průměr pro měsíc květen.  $\max(D) = 0.25$  °C,  $\min(D) = -0.35$  °C.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) and the kriging field of the average differences at May.  $\max(D) = 0.25$  °C,  $\min(D) = -0.35$  °C.

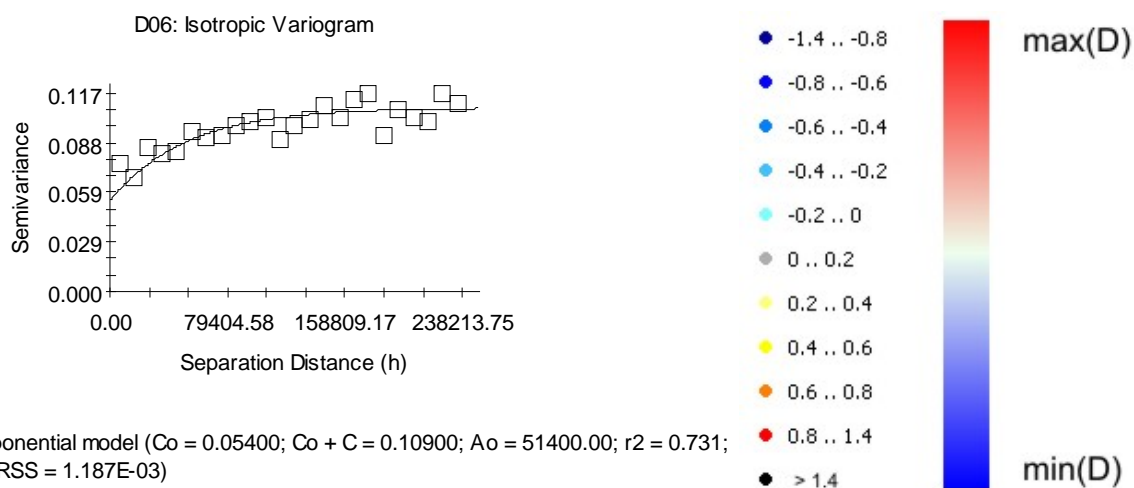
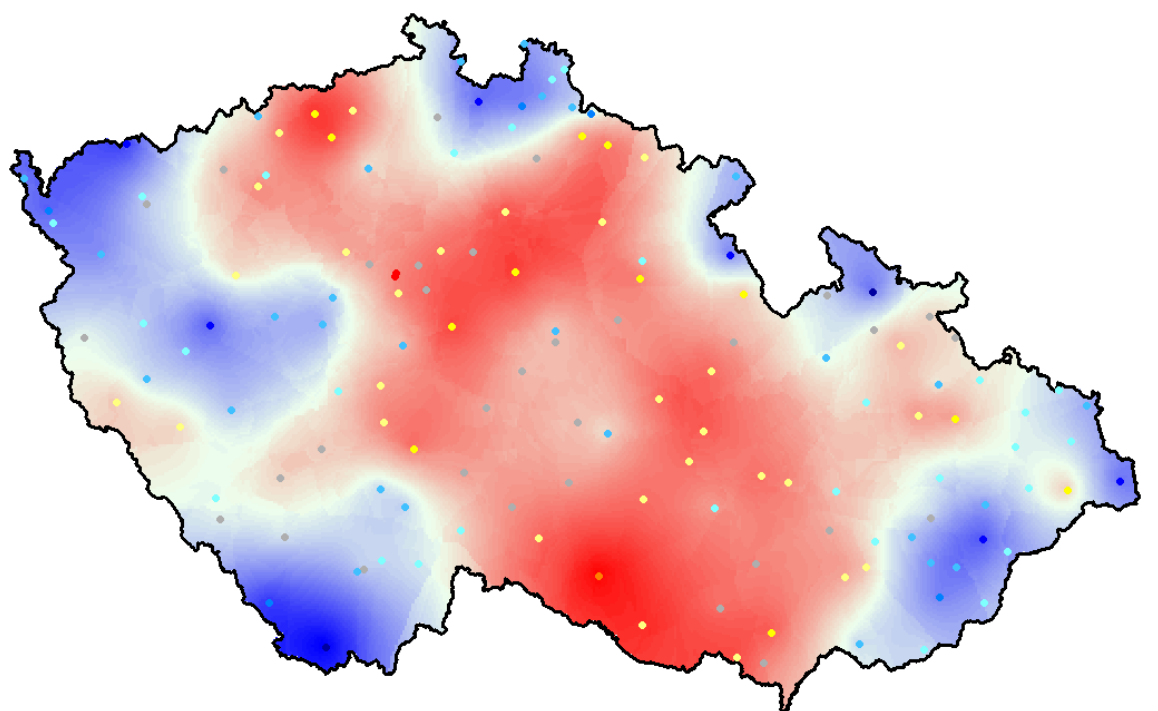
## Odchylka od modelu - červen

**Tabulka 6.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v červnu.

Features of the average-air-temperature model at June, period 1961-1990.

$$F(3,141)=903.53 \quad p<0.001 \quad \delta(T)=0.34298$$

Parametr modelu / Model parameter	$\beta$	$\delta(\beta)$	<b>B</b>	$\delta(\mathbf{B})$	<b>t(141)</b>	<b>p</b>	
Konstanta / Intercept	$C_0$		39.93150	2.673976	14.9334	0.000000	
Nadmožská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.965125	0.018839	-0.00688	0.000134	-51.2298	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	-0.069762	0.019462	-0.06416	0.017899	-3.5846	0.000464
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\phi$	-0.154036	0.019358	-0.41378	0.052001	-7.9571	0.000000



**Obr. 6.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body) a pole těchto odchylek interpolované metodou kriging. Průměr pro měsíc červen.  $\max(D) = 0.35$  °C,  $\min(D) = -0.45$  °C.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) and the kriging field of the average differences at June.  $\max(D) = 0.35$  °C,  $\min(D) = -0.45$  °C.



## Odchylka od modelu - červenec

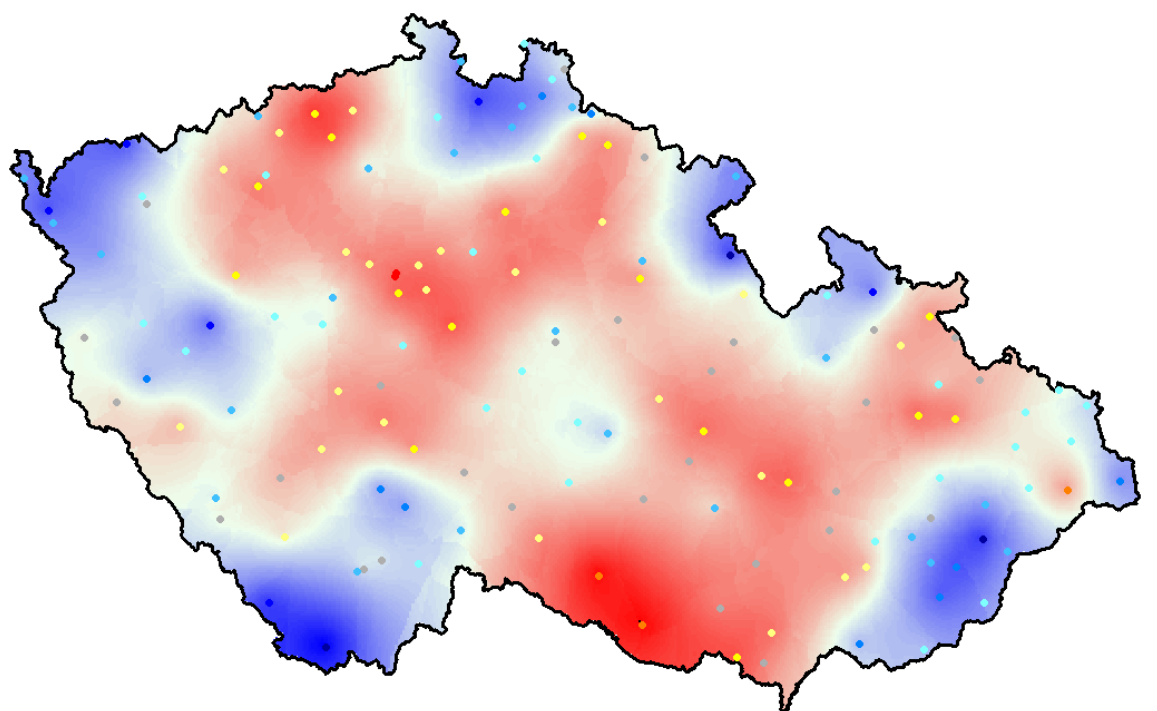
Červenec ukazuje z letních měsíců nejvýraznější vliv zeměpisné délky na průměrnou teplotu vzduchu, přesto je tento vliv nižší nežli vliv zeměpisné šířky.

**Tabulka 7.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v červenci.

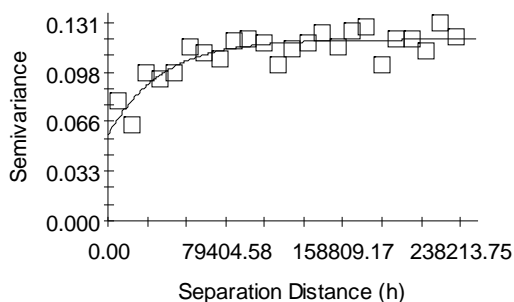
Features of the average-air-temperature model at July, period 1961-1990.

$$F(3,141)=751.24 \quad p<0.001 \quad \delta(T)=0.36922$$

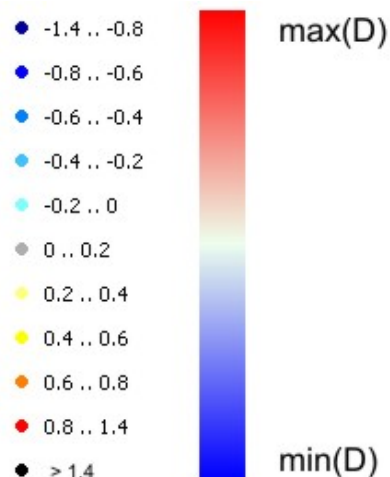
Parametr modelu / Model parameter		$\beta$	$\delta(\beta)$	B	$\delta(B)$	t(141)	p
Konstanta / Intercept	$C_0$			47.44557	2.878605	16.4821	0.000000
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.954096	0.020558	-0.00671	0.000145	-46.4105	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	-0.111616	0.021237	-0.10127	0.019269	-5.2557	0.000001
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.198182	0.021124	-0.52519	0.055980	-9.3817	0.000000



D07: Isotropic Variogram



Exponential model ( $C_0 = 0.05660$ ;  $C_0 + C = 0.12020$ ;  $A_0 = 35400.00$ ;  $r^2 = 0.735$ ;  
RSS = 1.544E-03)



**Obr. 7.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body) a pole těchto odchylek interpolované metodou kriging. Průměr pro měsíc červenec.  $\max(D) = 0.43$  °C,  $\min(D) = -0.53$  °C.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) and the kriging field of the average differences at June.  $\max(D) = 0.43$  °C,  $\min(D) = -0.53$  °C.

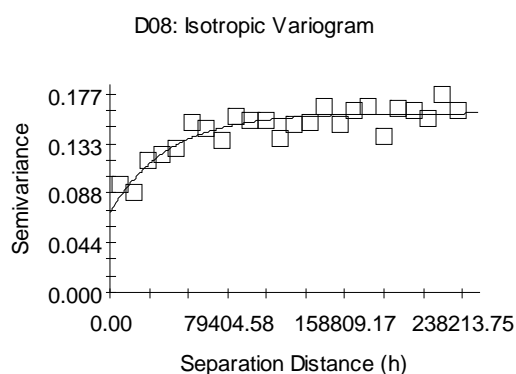
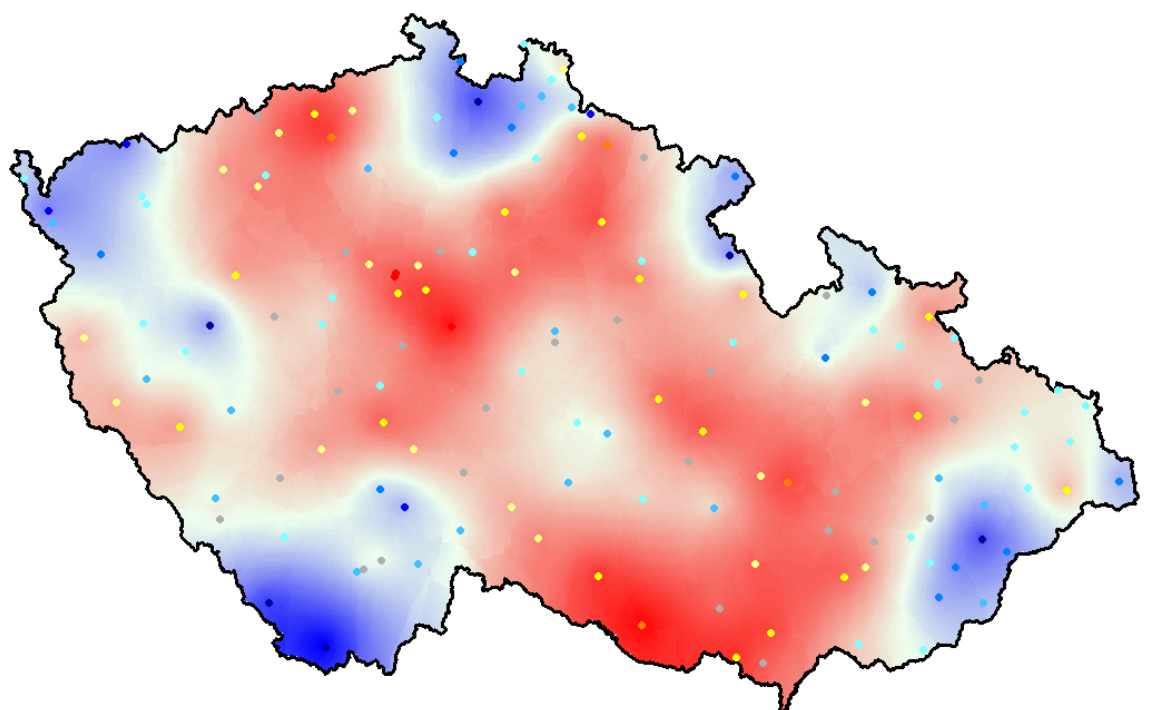
## Odchylka od modelu - srpen

V srpnu jsou nejzřetelněji diferencované regionální odchylky teplot, o čemž svědčí vysoká hodnota indexu determinace ( $r^2$ ) u variogramu a současně vysoké rozpětí diferencí v poli generovaném pomocí krigingu (1.2 °C)

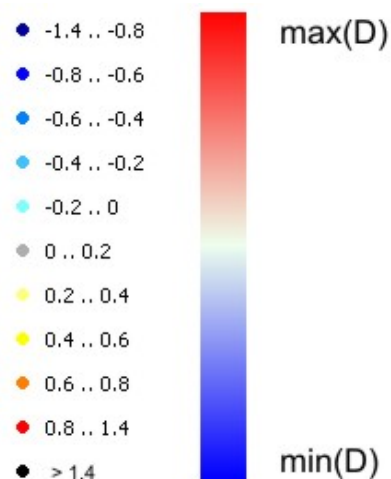
**Tabulka 8.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v srpnu.  
Features of the average-air-temperature model at August, period 1961-1990.

$$F(3,141)=520.60 \quad p<0.001 \quad \delta(T)=0.41603$$

Parametr modelu / Model parameter	$\beta$	$\delta(\beta)$	<b>B</b>	$\delta(\mathbf{B})$	<b>t(141)</b>	<b>p</b>	
Konstanta / Intercept	$C_0$		41.91616	3.243533	12.9230	0.000000	
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.941537	0.024379	-0.00629	0.000163	-38.6203	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	-0.051590	0.025185	-0.04448	0.021712	-2.0484	0.042372
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.177090	0.025051	-0.44590	0.063077	-7.0691	0.000000



Exponential model ( $C_0 = 0.07100$ ;  $C_0 + C = 0.16000$ ;  $A_0 = 39200.00$ ;  $r^2 = 0.814$ ;  
RSS = 2.053E-03)



**Obr. 8.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body) a pole těchto odchylek interpolované metodou krigingu. Průměr pro měsíc srpen.  $\max(D) = 0.48$  °C,  $\min(D) = -0.72$  °C.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) and the kriging field of the average differences at August.  $\max(D) = 0.48$  °C,  $\min(D) = -0.72$  °C.

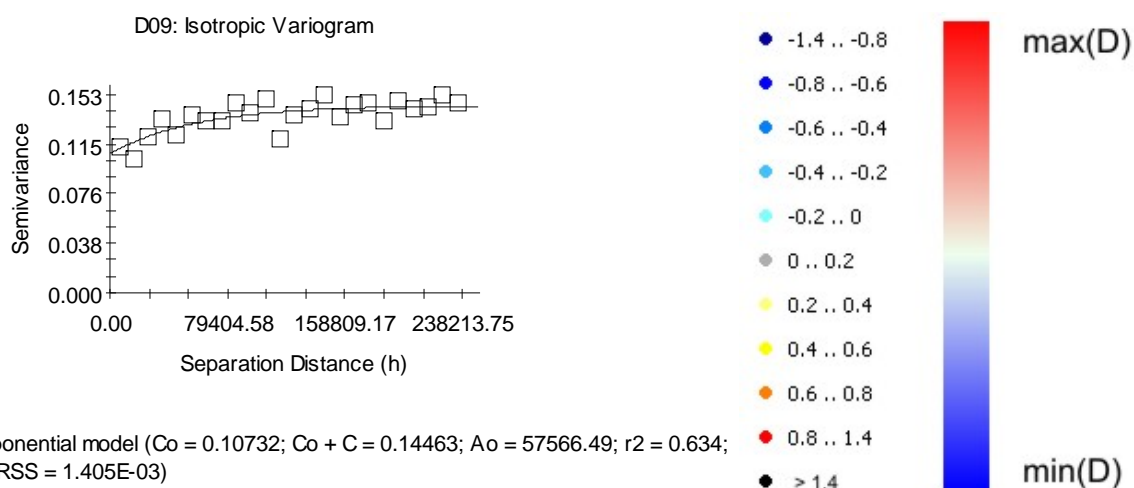
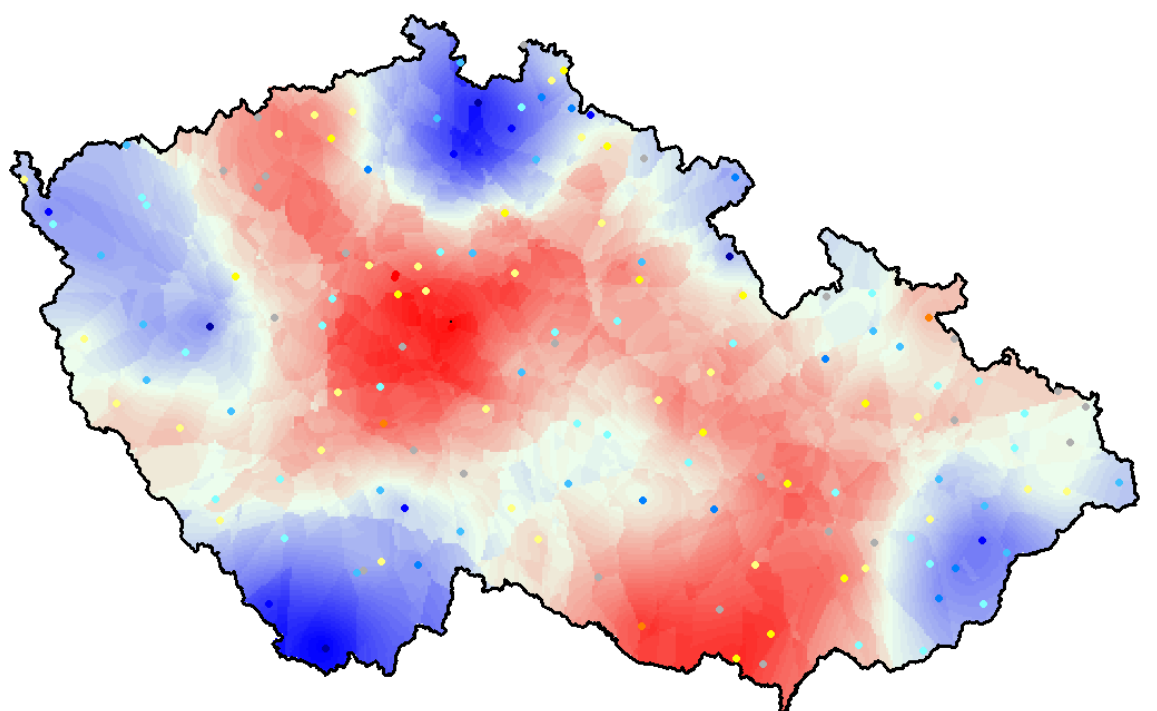
## Odchylka od modelu - září

V září již klesá prostorová závislost sledovaných odchylek, což je možno sledovat zvláště na vzestupu nugget variance.

**Tabulka 9.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v září.  
Features of the average-air-temperature model at September, period 1961-1990.

$F(3,141)=470.09$   $p<0.001$   $\delta(T)=0.39262$

Parametr modelu / Model parameter		$\beta$	$\delta(\beta)$	<b>B</b>	$\delta(\mathbf{B})$	<b>t(141)</b>	<b>p</b>
Konstanta / Intercept	$C_0$			36.67120	3.060973	11.9802	0.000000
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.935761	0.025542	-0.00563	0.000154	-36.6357	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	-0.052906	0.026386	-0.04108	0.020490	-2.0051	0.046871
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.184588	0.026246	-0.41865	0.059527	-7.0330	0.000000



**Obr. 9.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body) a pole těchto odchylek interpolované metodou kriging. Průměr pro měsíc září.  $\max(D) = 0.28$  °C,  $\min(D) = -0.36$  °C.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) and the kriging field of the average differences at September.  $\max(D) = 0.28$  °C,  $\min(D) = -0.36$  °C.

## Odchylka od modelu - říjen

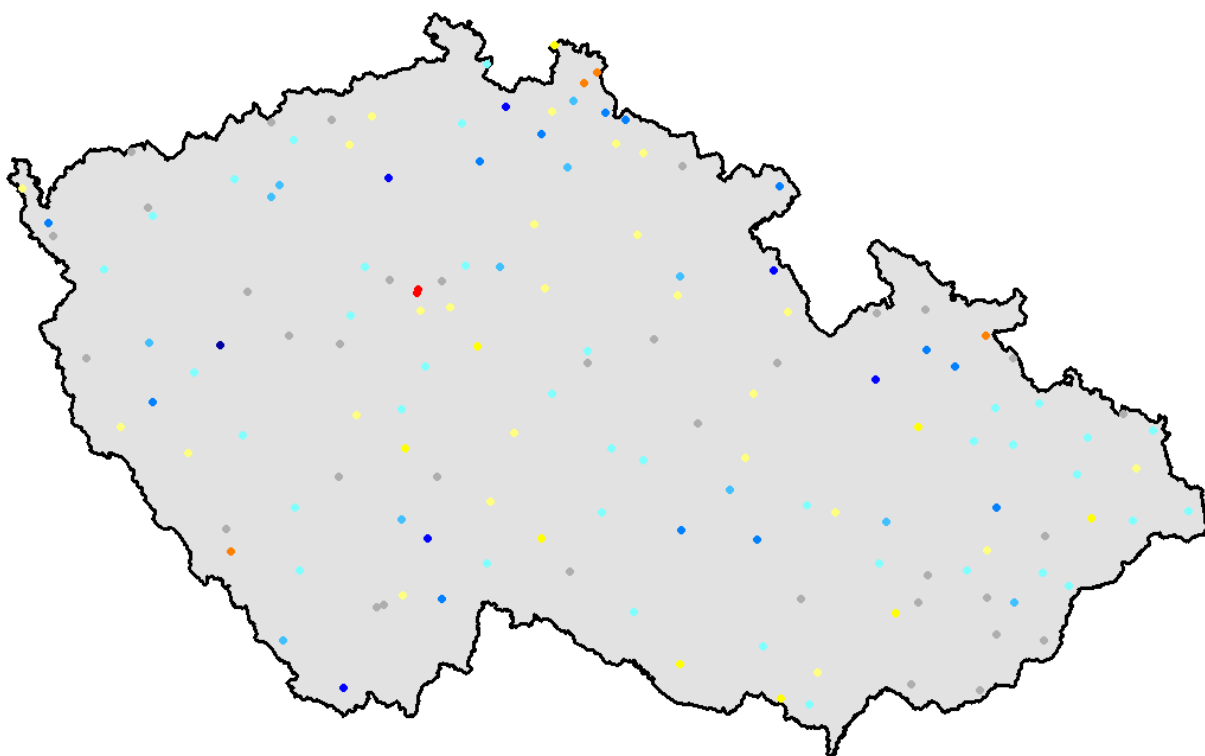
V říjnu je teplotní pole nad Českou republikou ovlivněno mnohem silněji zeměpisnou délkou, ve srovnání s klesajícím významem zeměpisné šířky. Přitom teploty vzduchu rostou s rostoucí zeměpisnou délkou, čímž se říjen společně s listopadem odlišují od jiných měsíců roku. Variogram neprokazuje žádnou prostorovou závislost teplotních odchylek od modelu. Jedná se tedy o měsíc, kdy se mění proudění nad střední Evropou.

**Tabulka 10.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v říjnu.

Features of the average-air-temperature model at October, period 1961-1990.

$$F(3,141)=401.22 \quad p<0.001 \quad \delta(T)=0.35240$$

Parametr modelu / Model parameter	$\beta$	$\delta(\beta)$	$B$	$\delta(B)$	$t(141)$	$p$	
Konstanta / Intercept	$C_0$		13.57442	2.747423	4.9408	0.000002	
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.928627	0.027435	-0.00467	0.000138	-33.8488	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	0.087659	0.028341	0.05688	0.018391	3.0930	0.002389
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.046900	0.028191	-0.08889	0.053429	-1.6637	0.098395



**Obr. 10.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body). Průměr pro měsíc říjen. Legenda viz Obr. 1.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) at October. For the color legend see Fig. 1.

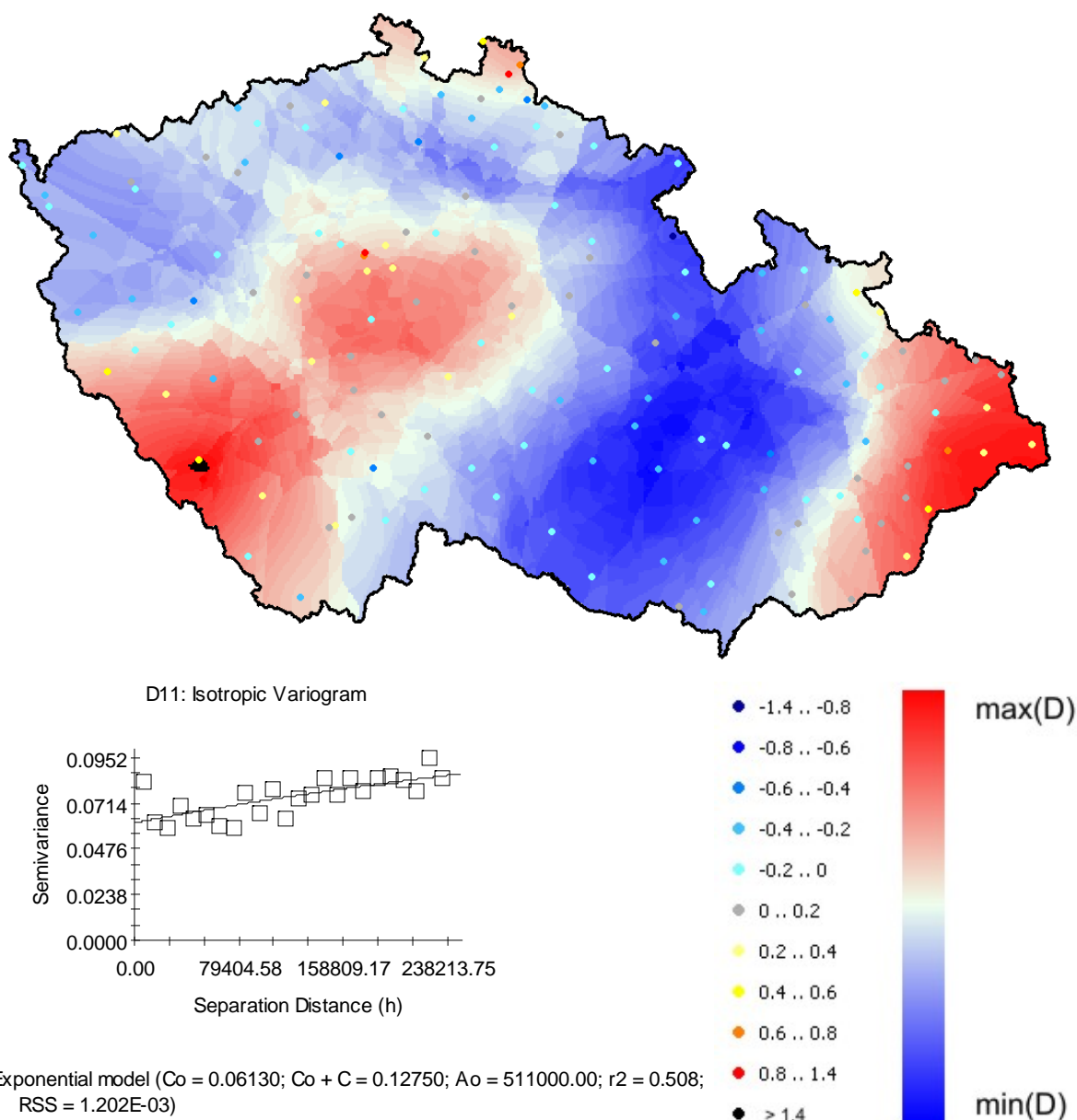
## Odchylka od modelu - listopad

Listopad je prvním měsícem v němž se objevuje zimní diferenciace regionů s rozdílnými odchylkami průměrných teplot vzduchu od teplot modelovaných. Obdobné pole bude pozorovatelné až do ledna.

**Tabulka 11.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v listopadu.  
Features of the average-air-temperature model at November, period 1961-1990.

$$F(3,141)=687.84 \quad p<0.001 \quad \delta(T)=0.29813$$

Parametr modelu		$\beta$	$\delta(\beta)$	B	$\delta(B)$	t(141)	p
Parametr modelu / Model parameter	$C_0$			11.02665	2.324350	4.7440	0.000005
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.960625	0.021426	-0.00523	0.000117	-44.8339	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	0.020358	0.022134	0.01431	0.015559	0.9197	0.359282
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.061207	0.022017	-0.12566	0.045202	-2.7800	0.006178



**Obr. 11.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body) a pole těchto odchylek interpolované metodou kriging. Průměr pro měsíc listopad.  $\max(D) = 0.24$  °C,  $\min(D) = -0.26$  °C.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) and the kriging field of the average differences at November.  $\max(D) = 0.24$  °C,  $\min(D) = -0.26$  °C.

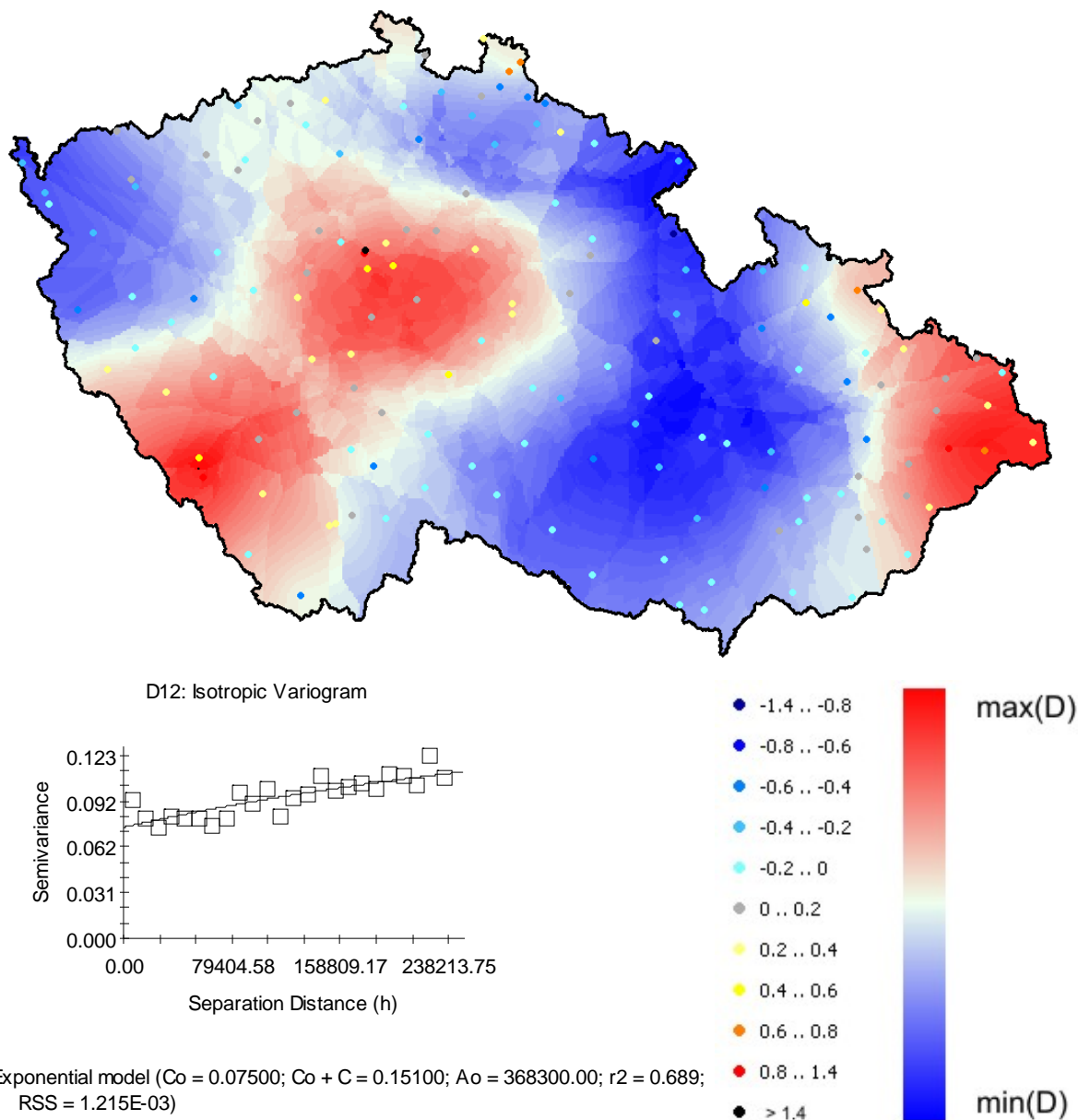
## Odchylka od modelu - prosinec

Vliv zeměpisné šířky na průměrnou teplotu vzduchu je zanedbatelný.

**Tabulka 12.** Charakteristiky modelu pro průměr teplot vzduchu v prosinci.  
Features of the average-air-temperature model at December, period 1961-1990.

$F(3,141)=455.48$   $p<0.001$   $\delta(T)=0.34025$

Parametr modelu		$\beta$	$\delta(\beta)$	B	$\delta(B)$	t(141)	p
Parametr modelu / Model parameter	$C_0$			4.972571	2.652717	1.8745	0.062928
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.953796	0.025911	-0.004904	0.000133	-36.8106	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	-0.191589	0.026767	-0.127099	0.017757	-7.1576	0.000000
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\varphi$	-0.019768	0.026625	-0.038303	0.051587	-0.7425	0.459033



**Obř. 12.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body) a pole těchto odchylek interpolované metodou kriging. Průměr pro měsíc prosinec.  $\max(d) = 0.28$  °C,  $\min(D) = -0.28$  °C.

Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) and the kriging field of the average differences at December.  $\max(D) = 0.28$  °C,  $\min(D) = -0.28$  °C.

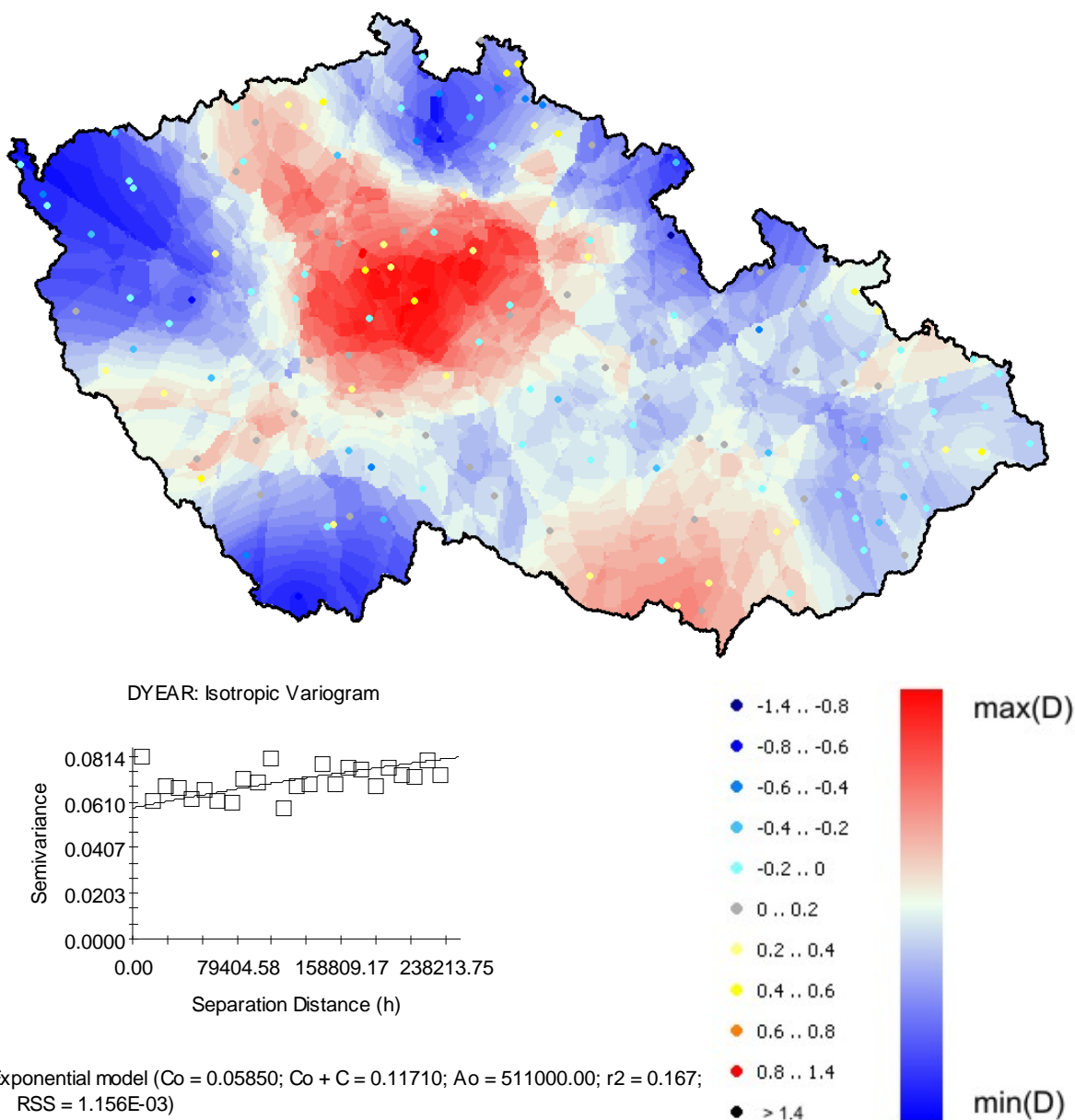
## Celoroční odchylka od modelu

**Tabulka 13.** Charakteristiky modelu pro celoroční průměr teplot vzduchu.

Features of the year average-air-temperature model, period 1961-1990.

$F(3,141)=898.98$   $p<0.001$   $\delta(T)=0.29182$

Parametr modelu / Model parameter	$\beta$	$\delta(\beta)$	<b>B</b>	$\delta(\mathbf{B})$	<b>t(141)</b>	<b>p</b>
Konstanta / Intercept	$C_0$		26.81706	2.275172	11.7868	0.000000
Nadmořská výška (m) / Altitude (m)	$C_a$	-0.967798 0.018884	-0.00586	0.000114	-51.2487	0.000000
Zeměpisná délka (°) / Longitude (°)	$C_\lambda$	-0.076678 0.019508	-0.05986	0.015230	-3.9305	0.000132
Zeměpisná šířka (°) / Latitude (°)	$C_\phi$	-0.140450 0.019405	-0.32025	0.044245	-7.2379	0.000000

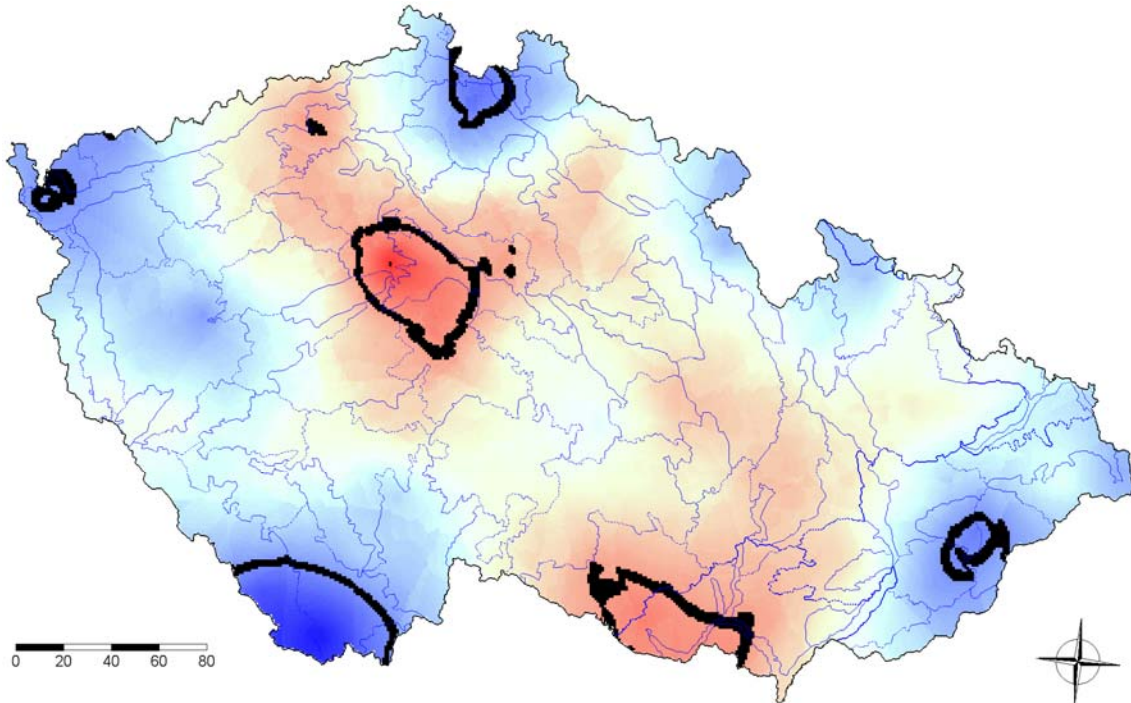


**Obr. 13.** Odchylky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) na 145 stanicích (body) a pole těchto odchylek interpolované metodou kriging. Roční průměr.  $\max(d) = 0.18$  °C,  $\min(D) = -0.17$  °C.

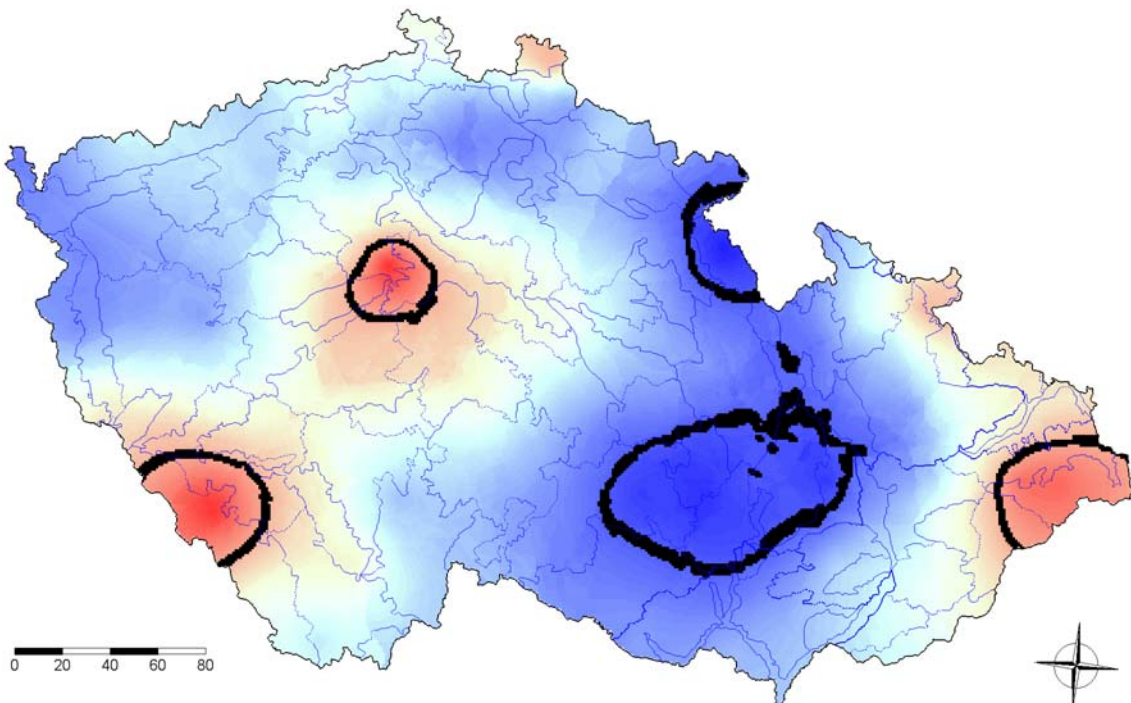
Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) at 145 stations (points) and the kriging field of the average differences over whole year.  $\max(D) = 0.18$  °C,  $\min(D) = -0.17$  °C.

Vzhledem k tomu, že rozdělení odchylek měřených a modelovaných hodnot má jinou prostorovou závislost v různých ročních obdobích, příslušné vlivy se při celoročním průměrování vyrovnávají a prostorová závislost odpovídajících celoročních diferencí je pouze slabá, jak ukazují nízká hodnota indexu determinace pro variogram a vysoká hodnota nugget variance. Tomu odpovídá i ploché pole vyrovnaných hodnot, které má šíři pouze 0.35 °C.

### A. Léto



### B. Zima



**Obr. 14.** Odchytky průměrných měřených teplot vzduchu od teplot modelovaných ( $D = T - T_m$ ) interpolované metodou kriging. pro letní (A) a zimní (B) období. Vyznačeny jsou regiony s odchylkami vyššími než 0,25 °C (červená barva) a nižšími než -0,25 °C. Vyznačeno je členění ČR na biogeografické regiony (CULEK 1996). Differences between measured average air temperature and modeled temperature ( $D = T - T_m$ ) interpolated by the kriging method within the summer (A) and winter (B) period. Regions with differences higher than 0.25 °C (red color) and with differences lower than -0.25 °C (blue color) are delineated.



V letní periodě (květen až září) jsou na území České republiky dva regiony s výraznější kladnou odchylkou průměrných teplot od globálního modelu (Obr. 14A). Jedná se o území středních Čech na pomezí biogeografických regionů (členění dle CULEK 1996) 2 - Řípský, 5 - Českobrodský, 18 - Karlštejský, 20 - Slapský a 22 - Posázavský, druhým je nejjižnější část Moravy s regiony 1 - Lechovický, 2 - Mikulovský, 5 - Dyjsko-Moravský (podprovincie Panonská) a 23 - Jevišovický (podprovincie Hercynská). Vznik těchto regionů s kladnými teplotními odchylkami lze zřejmě vysvětlit jednak sníženým promícháváním vzdušných mas uprostřed relativně uzavřené české kotliny ve výrazně slunných dnech, jednak pronikáním teplejšího vzduchu na jih Moravy z panonských oblastí a z Podunají.

Naopak výrazněji chladnější regiony se zápornými odchylkami jsou čtyři. Nejvýznamnější je Vyšebrodsko, kam zasahují biogeografické regiony 43 - Českokrumlovský, 62 - Šumavský a 63 - Novohradský. Dále se jedná o Liberecko, kde jsou zasaženy biogeografické regiony 34 - Ralský, 56 - Žitavský, 66 - Lužickohorský a 67 - Jizerskohorský. Liberecká oblast je známa též zvýšeným úhrnem srážek, které vypadávají z mraků tvořících se ve výstupných vzdušných proudech při převažujících západních větrech, které narážejí na svahy Jizerských hor. Méně výrazný je region Ašska s biogeografickými regiony 26 - Chebsko-Sokolovský a 58 Ašský. V rámci Karpatké podprovincie je záporná teplotní odchylka pozorována v okolí Hostýnsko-Vsetínských hor na kontaktu biogeografických regionů 7 - Zlínský, 8 - Hostýnský a 9 - Vsetínský. Rovněž v této oblasti je možno očekávat zvýšenou oblačnost způsobenou výstupným prouděním při převažujících západních větrech, kdy se sráží vodní pára v původně přehřátém vzduchu proudícím z jižní Moravy při jeho výstupu na západním okraji Karpatké oblouku.

Odlišná situace v zimní periodě (Obr. 14B) vytváří tři centra s kladnými teplotními odchylkami. První je regionem Modravské Šumavy, kde se jedná o biogeografické regiony 62 - Šumavský (jeho severní část) a 42 - Sušický. Vznik těchto kladných teplotních odchylek v zimě má pravděpodobnou příčinu v převažujícím proudění teplého vzduchu z oblasti horního Dunaje do šumavského prostoru. Druhým je již výše popsané území středních Čech, které je tedy celoročně teplejší nežli by odpovídalo globálnímu modelu. Šumavské a středočeské centrum jsou znatelně provázány (viz Obr. 1, 11 a 12), což dokládá, že teplý jihozápadní vítr proniká v zimě často až hluboko do českého vnitrozemí. Třetí centrum s kladnými zimními teplotními odchylkami leží v Karpatké podprovincii v oblasti Beskyd - mimo biogeografický region 10 - Beskydský sem zasahují též regiony 5 - Podbeskydský a 9 - Vsetínský. Vyšší teploty zde jsou zřejmě způsobeny prouděním teplejšího vzduchu z území moravských úvalů.

Záporné teplotní odchylky v zimě jsou zjišťovány na rozsáhlém území česko-moravského pomezí, kde zasahují biogeografické regiony 11 - Prostějovský, 24 - Brněnský, 25 - Macošský, 39 - Svitavský, 50 - Velkomeziříčský, 51 - Sýkořský a 52 - Drahaný. Jedná se o území, kam často v zimě padá prochlazený vzduch z vyšších poloh Českomoravské vysočiny. Druhým územím je oblast Orlických hor s biogeografickým okresem 69 - Orlickohorský.

## Závěr

Oproti předchozímu zpracování (MATĚJKA 2010a) byla podstatně rozšířena množina klimatologických stanic, z nichž byla použita data. Výsledky tak plně korespondují se zpracováním provedeným KVĚTONĚM (2001). Přesto odchylky od modelu uváděného dříve (MATĚJKA 2010a), který současně nepoužíval zeměpisnou délku jako jednu z vysvětlujících proměnných, nejsou příliš velké a předchozí model lze tedy použít zvláště v případech, kdy je aplikován na území s nižším rozpětím zeměpisné délky.

Geograficky podmíněný gradient průměrných teplot je výrazný v jarně-letní roční periodě (březen až září), zatímco v zimní periodě (listopad až leden) je nevýrazný, plochý. Mění se rovněž poměr vlivu zeměpisné šířky a délky, jak upozorňuje již KVĚTONĚM (2001).

V průběhu roku lze rozlišit dvě významná období s odlišnou diferenciací průměrných teplot vzduchu v rámci České republiky. Jedná se o letní periodu (měsíce květen až září), kdy kladné teplotní odchylky jsou nalézány v regionech tvořících přibližně pás jižní Morava - Českomoravská vysočina - východní Čechy - střední Čechy - střední Krušnohoří a záporné teplotní odchylky jsou nalézány ve více méně oddělených regionech jižní Čechy, západní Čechy, Liberecko, Orlicko-jesenický region a Vsetínsko. V zimní periodě (listopad až leden) vykazují kladnou teplotní odchylku od modelu naopak regiony jihozápadních Čech (Šumavský region), středních Čech a Ostravska. V období jarních měsíců a října není patrna systematická diferenciacie teplot podle nějakých regionů v ČR.

Mají-li být výsledky uvedených modelů užity pro takové aplikace, jako je sledování vlivu klimatu na vegetaci, lze modelované výsledky vyplývající z regresní rovnice  $T = C_0 + C_a A + C_\lambda \lambda + C_\varphi \varphi$  užít přímo tehdy, je-li zpracováván region homogenní z hlediska výše analyzovaných teplotních odchylek. Většinu regionů ČR, jejichž plocha příliš nepřesahuje přibližně průměrnou velikost jednoho kraje, lze považovat za homogenní. Není-

li taková homogenita splněna, pak lze pokládat za vhodné užití korekcí, které byly vypočítány na základě krigingu.

Poznání regionů s určitými teplotními odchylkami oproti globálnímu geografickému modelu průměrných teplot má význam nejen pro interpretaci ekologických podmínek v těchto oblastech, pro vysvětlení přirozeného rozšíření řady druhů rostlin a živočichů, ale též pro další směřování lidských aktivit. Jedním z takových opatření by například mohlo být rozhodnutí o opuštění rozvoje středisek zimních sportů na Šumavě, protože se jedná o oblast nejen teplejší díky své poloze na jihu území ČR, ale v zimním období jsou zde pozorovány kladné teplotní diference, takže lze předpokládat, že sněhová pokrývka tam bude v budoucnu často roztávat, což bude pravděpodobně čím dál častější při očekávaných globálních klimatických změnách.

Výzkum byl součástí grantu NAZV ČR QI112A170 „Možnosti cíleného pěstování a využití geneticky hodnotných částí populací sadebního materiálu smrku ztepilého s klimaxovou strategií růstu pro horské oblasti“.

## Literatura

- CULEK M. (1996): Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha, 348 p.
- FRANKLIN J. (2009). Mapping species distributions. Spatial inference and prediction. Cambridge University Press, Cambridge etc., 320p.
- GAMMA DESIGN SOFTWARE (2004): GS<sup>+</sup>: Geostatistics for the Environmental Sciences. - Gamma Design Software, Plainwell (MI, USA), 161 p.
- HILL T., LEWICKI P. (2007): STATISTICS: Methods and Applications. - StatSoft, Tulsa, OK. [elektronická verze viz <http://www.statsoft.com/textbook/>]
- KVĚTOŇ V. (2001): Normály teplot vzduchu na území České republiky v období 1961-1990 a vybrané teplotní charakteristiky období 1961-2000. - Národní klimatický program Česká republika, Vol. 30, ČHMÚ, Praha, 197 p.
- MATĚJKA K. (2010a): Globální gradienty teploty v České republice. - URL: <http://www.infodatasys.cz/climate/GlobalGradients.pdf>
- MATĚJKA K. (2010b): Návod k programu PlotOA. Plotting of ordination diagrams and cartograms. URL: [http://www.infodatasys.cz/software/hlp\\_PlotOA/PlotOA.htm](http://www.infodatasys.cz/software/hlp_PlotOA/PlotOA.htm)

---

Doporučený způsob citace:

Matějka K. (2011): Globální gradienty teploty v České republice a diferenciaci regionů. – IDS, Praha, 18p.  
URL: <http://www.infodatasys.cz/climate/modeldif.pdf>