


Cvičení z Meteorologie a klimatologie


Klimatologické indexy


Zadání:

 Pro zadané stanice ze světa vypište roční chod teploty vzduchu a srážek a početně či graficky zpracujte následující charakteristiky:

1. pluviometrický koeficient,
2. hodnocení kontinentality / oceanity
 - a. index termické kontinentality
 - b. index ombrické kontinentality
 - c. doba polovičních srážek
 - d. poloha těžiště srážek

Vypracování:

 Dostal jsem stanice Vigo/Peinador, Ivano-Frankivsk a Kajaani.

Vigo/Peinador je letiště v severozápadní části Španělska kousek od hranic s Portugalskem. Leží v  blízkosti Atlantského oceánu, tudíž zde můžeme očekávat oceánické klima. Průměrná roční teplota je zde 13,4 °C, což je nejvíce ze zkoumaných stanic, s maximy v měsících letních, konkrétně v srpnu (19,1 °C) a minimem v lednu (8,2 °C). V porovnání se zbylými dvěma stanicemi zde také za rok spadne extrémní množství srážek a to 1954 mm a většina z nich v chladných měsících (v zimě).

Ivano-Frankivsk je město v západní části Ukrajiny s 220 000 obyvateli. Nachází se silně ve vnitrozemí, tudíž zde můžeme očekávat, na rozdíl od první stanice, kontinentální klima. Průměrná roční teplota dosahuje 7,4 °C s maximy v měsících letních, konkrétně v červenci (17,9 °C) a minimem v lednu (-5,1 °C). Za rok zde spadne 681 mm srážek z nichž většina spadne v měsících teplých (v létě).

Kajaani je město na severu Finska ležící na břehu jezera Oulujärvi v subpolární oblasti. Stejně jako předchozí stanice se i tato nachází ve vnitrozemí, dá se teda předpokládat kontinentální klima. Průměrná teplota zde dosahuje pouze 1,4 °C s maximy v měsících letních, konkrétně v červenci (15,6 °C) a minimem v lednu (-12,4 °C). Za rok zde spadne 540 mm srážek, které jsou proti jiným stanicím více rozloženy do celého roku, pouze s mírným zvýšením v letních měsících.

Tab. 1 – Průměrné měsíční teploty [°C] v daných stanicích v období 1961–1990

Stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Průměr
Vigo/Peinador		9	10,3	11,6	13,8	17	19,1	18,9	18	14,9	11,1	8,7	13,4
Ivano-Frankivsk	-5,1	-3,1	1,4	8,1	13,5	16,5	17,9	17,3	13,5	8,1	2,6	-2,1	7,4
Kajaani	-12,4	-11,4	-6,4	0	7,5	13,3	15,6	13,1	7,8	2,4	-3,8	-9,4	1,4

Zdroj: WMO, 1996

Tab. 2 – Průměrné měsíční úhrny úhrny srážek [mm] v daných stanicích v období 1961–1990

Stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Celkem
Vigo/Peinador	285	258	183	155	138	76	39	31	112	203	204	270	1954
Ivano-Frankivsk	30	31	34	53	87	97	103	81	52	36	37	40	681
Kajaani	30	23	25	27	38	56	68	89	64	45	42	33	540

Zdroj: WMO, 1996

Pluviometrický koeficient + příklad

Pluviometrický koeficient hodnotí vydatnost srážek v určitém měsíci při předpokladu rovnoměrného rozložení srážek během celého roku. Jde o poměr reálného množství srážek a množství, jež předpokládá, že v každém měsíci spadne stejný díl celoročního srážkového úhrnu.

Příklad – červen ve Vigo/Peinador

$$Kp = \frac{76}{12} \cdot \frac{12}{1954} = 0,47$$

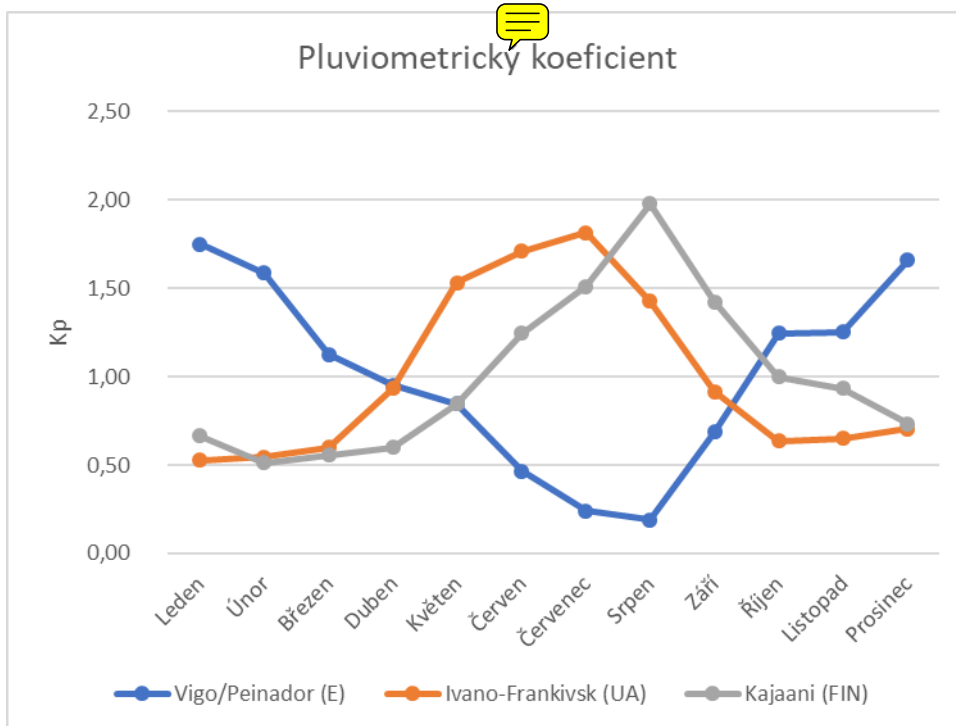
Tab. 3 – Hodnoty pluviometrického koeficientu pro dané stanice

Stanice	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Vigo/Peinador (E)	1,75	1,58	1,12	0,95	0,85	0,47	0,24	0,19	0,69	1,25	1,25	1,66
Ivano-Frankivsk (UA)	0,53	0,55	0,60	0,93	1,53	1,71	1,81	1,43	0,92	0,63	0,65	0,70
Kajaani (FIN)	0,67	0,51	0,56	0,60	0,84	1,24	1,51	1,98	1,42	1,00	0,93	0,73

Zdroj: WMO, 1996 (vlastní výpočet)

V Tab. 3 jsou vypočítané pluviometrické koeficienty. Pokud je jejich hodnota větší než 1, znamená to srážkově nadprůměrně vydatný měsíc a naopak je-li jejich hodnota menší než 1, měsíc srážkově podprůměrný. Pluviometrické koeficienty jsou znázorněny grafem (Obr. 1), pro lepší názornost a přehlednost.

Na první pohled je zřejmá podobnost stanic Ivano-Frankivsk a Kajaani a naopak prakticky protichůdnost stanice Vigo/Peinador vzhledem k předchozím dvěma. Dá se to předpokládat, neboť stanice Vigo/Peinador leží u pobřeží oceánu, zatímco zbylé dvě stanice se nachází ve vnitrozemí. Na stanicích ležících ve vnitrozemí je průběh podobný, nejméně srážek je v zimních měsících a nejvíce naopak v letních. Na stanici Kajaani můžeme pozorovat, vzhledem k nejsevernější poloze této stanice a tudíž velmi dlouhé a chladné zimě, posunutí tohoto stereotypu (málo srážek v zimě, hodně v létě) asi o měsíc proti stanici Ivano-Frankivsk. Je to způsobeno, jak je již uvedeno výše, delší a chladnější zimou. Na stanici Vigo/Peinador pak můžeme pozorovat přesně opačný průběh. Na srážky nejbohatší měsíce jsou tu měsíce zimní, konkrétně prosinec a leden, naopak v letních měsících je tu srážek minimum (červenec 0,24, srpen 0,19). Jedná se o typický projev oceánického klimatu, kdy jsou teplá a suchá léta a teplá a vlhká zimy.



Obr 1 – Roční průběh pluviometrického koeficientu v daných stanicích Zdroj: WMO, 1996 (vlastní výpočet, vlastní zpracování)

Hodnocení kontinentality a oceanity

K hodnocení kontinentality, resp. oceanity klimatu však kromě ročního rozložení srážek a teplotních amplitud slouží indexy termické a ombrické kontinentality. První z nich pracuje s hodnotami průměrných měsíčních teplot, resp. s rozdílem maximální a minimální průměrné měsíční teploty v určitém období. Index byl vypočítán podle vzorce Gorczyńského, v němž se bere v úvahu i zeměpisná šířka stanice (Tab. 5):

Index termické kontinentality

$$K = \frac{1,7}{\sin\varphi} \times (A - 12 \times \sin\varphi)$$

K...termická kontinentalita [%]

φ ...zeměpisná šířka

A...průměrná roční amplituda teploty

Vigo/Peinador

$$K = \frac{1,7}{\sin 42^{\circ}13'} \times (10,9 - 12 \times \sin 42^{\circ}13') = 7,18\%$$

Ivano-Frankivsk

$$K = \frac{1,7}{\sin 48^{\circ}58'} \times (23 - 12 \times \sin 48^{\circ}58') = 31,43\%$$

Kajaani

$$K = \frac{1,7}{\sin 64^{\circ}17'} \times (28 - 12 \times \sin 64^{\circ}17') = 32,43\%$$

Pro výsledná procenta dále platí, že malé hodnoty odpovídají klimatu více oceánickému, kdežto naopak s rostoucí hodnotou je klima více kontinentální. Potvrzuje se tedy naše domněnka, že na stanici Vigo/Peinador je klima oceánského typu s menšími teplotními amplitudami mezi teplou a studenou částí roku a větším množstvím srážek. Na zbylých dvou stanicích s jedná o klima kontinentální s velkými výkyvy teplot a převahou srážek v létě.

Index ombrické kontinentality

Index ombrické kontinentality pracuje zejména se srážkovými úhrny za určitá období, a to za zimní, roční a v případě letního období jde o vyjádření v procentech ročního úhrnu.

$$k = \frac{12 \times (I - 35)}{\sqrt{s_z}}$$

k...ombrická kontinentalita

I...srážky teplého pololetí (IV-IX) v % ročním úhrnu

s_z ... absolutní množství srážek v chladném pololetí (X-III)

Vigo/Peinador

$$k = \frac{12 \times (28,2 - 35)}{\sqrt{1403}} = -2,18\%$$

Ivano-Frankivsk

$$k = \frac{12 \times (69,46 - 35)}{\sqrt{208}} = 28,68\%$$

Kajaani

$$k = \frac{12 \times (63,33 - 35)}{\sqrt{198}} = 24,16\%$$

Tab. 4 – srážky během teplého pololetí (I) a absolutní množství srážek v pololetí chladném (s)

I [%]	s [mm]
28,20	1403
69,46	208
63,33	198

Zdroj: WMO, 1996 (vlastní výpočet)

Stejně jako u indexu termické kontinentality platí, že čím je hodnota indexu vyšší, tím považujeme zdejší klima za více kontinentální. U stanice Vigo/Peinador si můžeme povšimnout záporného indexu (-2,18 %), jedná se teda o klima zcela jistě oceánické. U stanice Ivano-Frankivsk vyšel index 28,68 %, opět se tedy potvrzuje, že jde o klima kontinentální. U stanice Kajaani vyšel index 24,16 %, jde tedy o kontinentální klima, ale je možné že o přechodné.

Tab. 5 – Výsledky indexu termické a ombrické kontinentality pro dané stanice

Stanice	ϕ	T ampl. [°C]	K [%]	k [%]
Vigo/Peinador (E)	42° 13'	10,6	7,18	-2,18
Ivano-Frankivsk (UA)	48° 58'	23,1	31,43	28,68
Kajaani (FIN)	64° 17'	28	32,43	24,16

Zdroj: WMO, 1996 (vlastní výpočet)

Doba polovičních srážek

S indexem ombrické kontinentality souvisí další charakteristika pracující s množstvím srážek, a to tzv. doba polovičních srážek (srážkový poločas). Jde o dobu, vyjádřenou v měsících, za níž spadne polovina ročního srážkového úhrnu, počínaje 1. dubnem. V kontinentálním klimatu se tato doba zkracuje, naopak v oceánickém se čas požadovaného úhrnu prodlužuje.

Výpočet pro stanici **Vigo/Peinador** je následující: Za rok vypadne 1954 mm srážek, polovina z toho je 977 mm. Nyní sčítáme od dubna srážky za každý měsíc: 155 (duben) + 138 (květen) + 76 (červen) + 39 (červenec) + 31 (srpen) + 112 (září) + 203 (říjen) + 204 (listopad). Chybí 119 mm z dalšího měsíce (prosinec 270 mm srážek). Za předpokladu rovnoměrného rozložení srážek během měsíce výpočtem zjistíme, že:

$$\frac{270}{30} = 9 \text{ mm/den}$$

$$\frac{119}{9} = 13,22 \text{ d}$$

$$\frac{13,22}{30} = 0,44$$

Doba polovičních srážek na této stanici je tedy **8,44 měsíce**.

Vzhledem k tomu, že jde o velké číslo můžeme konstatovat velkou oceaničnost klimatu. Polovina ročních srážek potřebuje více než 2/3 roku, jelikož počítáme od dubna, je jasné, že v létě spadne nejméně srážek.

Výpočet pro stanici **Ivano–Frankivsk** je následující: Za rok vypadne 681 mm srážek, polovina z toho je 340,5 mm. Nyní sčítáme od dubna srážky za každý měsíc: 53 (duben) + 87 (květen) + 97 (červen) + 103 (červenec). Chybí 0,5 mm z dalšího měsíce (srpen 81 mm srážek). Za předpokladu rovnoměrného rozložení srážek během měsíce výpočtem zjistíme, že:

$$\frac{81}{30} = 2,7 \text{ mm/den}$$

$$\frac{0,5}{2,7} = 0,185 \text{ d}$$

$$\frac{0,185}{30} = 0,0061$$

Doba polovičních srážek na této stanici je tedy **4,0061 měsíce**.

Doba polovičních srážek prakticky přesné 4 měsíce ukazuje na kontinentalitu klimatu, kdy většina srážek spadne v létě a je potřeba jenom ¼ roku na splnění poloviny ročních srážek. Prakticky to stejné platí pro stanici Kajaani.

Výpočet pro stanici **Kajaani** je následující: Za rok vypadne 540 mm srážek, polovina z toho je 270 mm. Nyní sčítáme od dubna srážky za každý měsíc: 27 (duben) + 38 (květen) + 56 (červen) + 68 (červenec). Chybí 81 mm z dalšího měsíce (srpen 89 mm srážek). Za předpokladu rovnoměrného rozložení srážek během měsíce výpočtem zjistíme, že:

$$\frac{89}{30} = 2,97 \text{ mm/den}$$

$$\frac{81}{2,97} = 27,27 \text{ d}$$

$$\frac{27,27}{30} = 0,909$$

Doba polovičních srážek na této stanici je tedy **4,909 měsíce**.

Tab. 6 – Tabulka s dobou polovičních srážek pro dané stanice

Stanice	Roč. sráž.	1/2	měsíce
Vigo/Peinador (E)	1954	977	8,44
Ivano-Frankivsk (UA)	681	340,5	4,0061
Kajaani (FIN)	540	270	4,909

Zdroj: WMO, 1996 (vlastní výpočet)

Těžiště

Tuto charakteristiku spočítáme pomocí jednotlivých průměrných měsíčních úhrnů a celkového ročního úhrnu. Výsledkem jsou hodnoty kartézského souřadnicového systému, které v grafickém vyjádření poukazují na charakter klimatu stanice, a to náležitostí bodu o získaných souřadnicích v určitém kvadrantu souřadnicového systému.

$$x = \frac{0,5 \times (II + VI - VIII - XII) + 0,866 \times (III + V - IX - XI) + IV - X}{S}$$

$$y = \frac{0,5 \times (III - V - IX + XI) + 0,866 \times (II - VI - VIII + XII) + I - VII}{S}$$

I, II, ..., XII ... úhrny srážek jednotlivých měsíců

S ... roční úhrn srážek

Vigo/Peinador

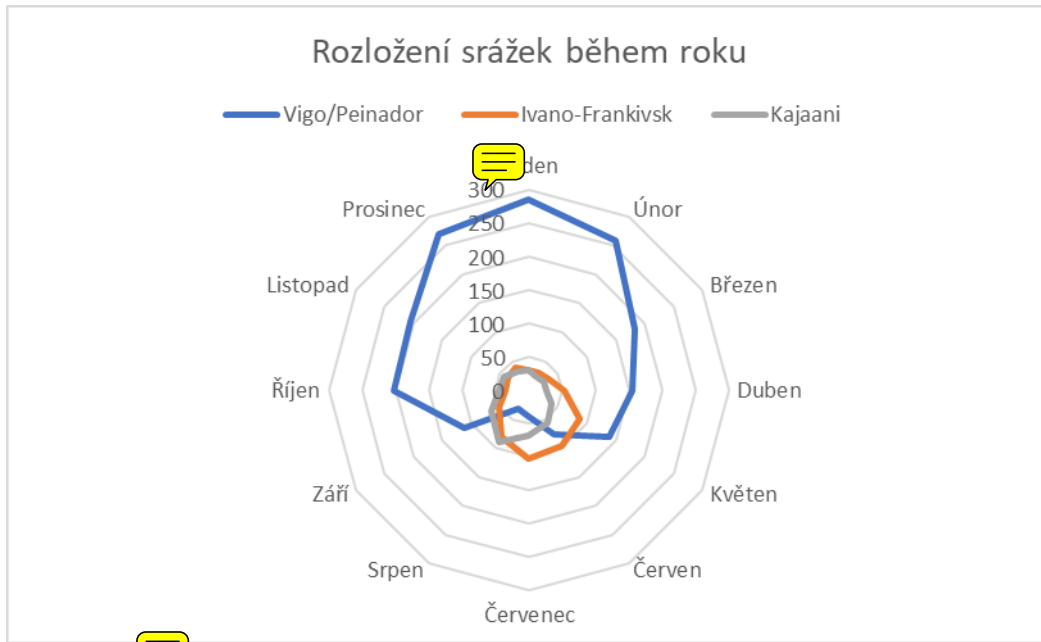
$$x = \frac{0,5 \times (258 + 76 - 31 - 270) + 0,866 \times (183 + 138 - 112 - 204) + 155 - 203}{1954}$$

$$y = \frac{0,5 \times (183 - 138 - 112 + 204) + 0,866 \times (258 - 76 - 31 + 270) + 285 - 39}{1954}$$

X=-0,0139 Y=0,348

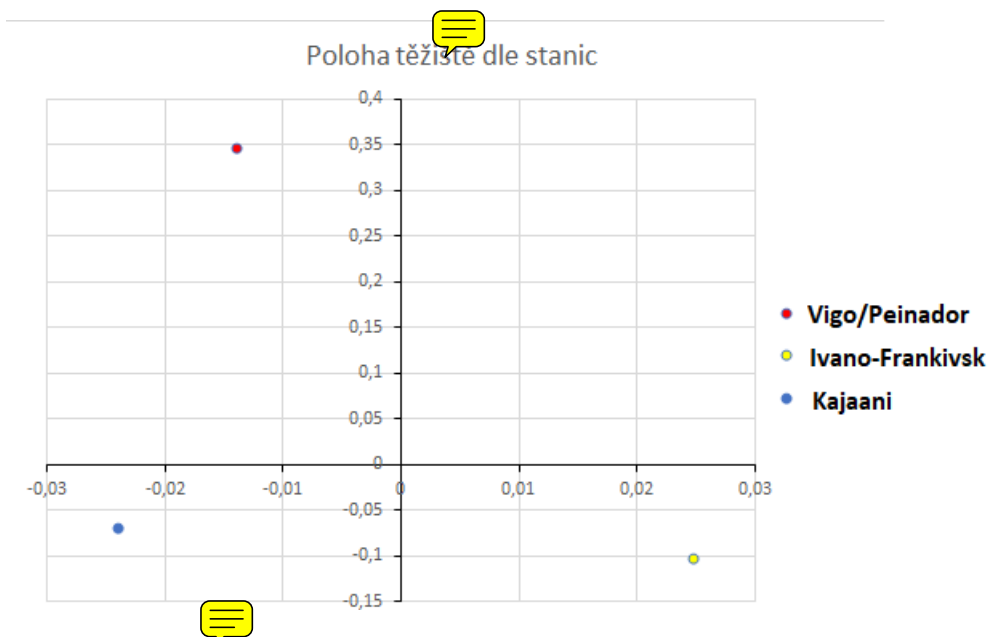
Tab. 7 – souřadnice těžiště daných stanic

Stanice	Těžiště (x/y)	
Vigo/Peinador (E)	-0,0139	0,348
Ivano-Frankivsk (UA)	0,0247	-0,102
Kajaani (FIN)	-0,024	-0,068



Obr 2 – Rozložení srážek během roku v daných stanicích

Zdroj: WMO, 1996 (vlastní zpracování)



Obr 3 – Poloha těžiště srážek na daných stanicích

Zdroj: WMO, 1996 (vlastní výpočet, vlastní zpracování)

Čím dál od středu se nachází daná stanice v grafu, tím je klima oceáničtější, protože to symbolizuje vyšší úhrny srážek. Každý kvadrant charakterizuje jiný typ klimatu. V kvadrantu I. se nachází stanice jen vysokohorské a stanice středomořského klimatu, které v našem případě nebyly zpracovávány. V kvadrantu druhém se však nachází stanice oceánského typu chodu srážek. Tam spadá stanice Vigo/Peinador. Kvadrant III. náleží stanicím s kontinentálním a přechodným typem chodu srážek. V našem případě do něj spadá stanice Kajaani. V posledním kvadrantu pak najdeme stanice s chodem srážek odpovídající teplému kontinentálnímu typu. Zde nalezneme stanici Ivano-Frankivsk.

Tab. 8 – Shrnutí všech výsledků vypočtených v tomto cvičení k daným stanicím

Stanice	Index termické kontinentality	Index ombrické kontinentality	Doba polovičních srážek (měsíce)	Poloha těžiště srážek	Klima kontinentální / oceánské
Vigo/Peinador (E)	7,18%	-2,18%	8,44	2. kvadrant	oceánské
Ivano-Frankivsk (UA)	31,43%	28,68%	4,06	4. kvadrant	teplé kontinentální
Kajaani (FIN)	32,43%	24,16%	4,909	3. kvadrant	přechodné kontinentální

Zdroj: WMO, 1996 (vlastní výpočet, vlastní zpracování)

Závěr:

V tomto cvičení bylo úkolem prozkoumat charakter klimatu na třech zadaných stanicích – Vigo/Peinador, Ivano-Frankivsk a Kajaani. Jako první byl odhadnut typ klimatu podle tabulek teploty a srážek. Na stanici Vigo/Peinador bylo již od začátku zřejmé, že jde o klima oceánské. U dalších dvou stanic byla vysoká pravděpodobnost klimatu kontinentálního.

Na stanici Vigo/Peinador narazíme na malou teplotní amplitudu (10,9 °C) a velké množství srážek (1954 mm). Z hodnot pluviometrických koeficientů pak vyčteme, že srážky jsou nerovnoměrně rozloženy, většina srážek spadne v zimních měsících, léto je na srážky chudé, s vysokými teplotami. Index termické kontinentality vychází 7,18 %, index ombrické kontinentality -2,18 %, což značí oceánské klima. Oceaničnost klimatu potvrzuje i doba polovičních srážek, která činí 8,44 měsíce. Po určení těžiště zjistíme, že stanice leží ve druhém kvadrantu, který značí oceánské klima.

Na stanici Ivano-Frankivsk najdeme již vyšší teplotní amplitudu (23 °C) a mnohem menší množství srážek (681 mm) z nichž většina spadne v letních měsících, což je jeden ze znaků kontinentálního klimatu. Léto je teplé a vlhké, zimy suché a chladné. Index termické kontinentality je 31,43 %, index ombrické kontinentality je 28,68 %. Opět hodnoty upozorňující na kontinentalitu, kterou pak potvrzuje i hodnota polovičních srážek, která je 4 měsíce. Těžiště ve čtvrtém kvadrantu již pak jenom potvrzuje, že se skutečně jedná o kontinentální klima, avšak o teplé kontinentální.

Stanice Kajaani je nejseverněji položená ze zkoumaných. Má nejvyšší teplotní amplitudu (28 °C) a nejmenší množství srážek (540 mm). Jsou zde dlouhé, studené a suché zimy, většina srážek spadne v pozdních letních měsících a na začátku podzimu. Léto je krátké, mírně teplé a vlhké. Index termické kontinentality je 32,43 %, index ombrické kontinentality je 24,16 %, jedná se tedy o klima kontinentální. To nám potvrzuje i doba polovičních srážek, která činí 4,9 měsíce a těžiště ležící ve třetím kvadrantu, který značí přechodné kontinentální klima. Přechodné kontinentální klima značí mírný vliv oceánu na klima.

Zdroje:

WEATHER UNDERGROUND (2018): Weather Underground, <https://www.wunderground.com>, 7.10.2018

WMO (1996): Climatological normals (CLINO) for the period 1961–1990. WMO, Geneva, 768 s.