

Cvičení 1. z Meteorologie a klimatologie

## Klimatologické indexy

### Zadání:

Pro zadané stanice ze světa vypiřte roční chod teploty vzduchu a srazek a poetne i graficky zpracujte následující charakteristiky:

- 1) Pluviometricky koeficient – hodnocení ročního rozdlen srazek
- 2) Hodnocen kontinentality/oceanity klimatu
  - Index termické kontinentality
  - Index ombrické kontinentality
  - Doba polovičních srazek (srazkovy poločas) - Poloha tžiřte srazek

### Vypracování:

K vypracování prvního kolu jsem si vybrala 3 rzne evropské stanice. Nevybirala jsem plne nhodne – snařila jsem se, aby se kařda z nich nacházela na mste s, na první pohled, rznm klimatem – alespoň dle mého očekávání.

**Komentář [M1]:** V odborný pracích se ich forma nepouřiva, vhodnjř je er forma nebo přest trpne

První z nich – Kajaani, leř ve středu Finska, v nadmořské vřce 136 m, v subarktickém pásu. Přestože zde převládá zpadn proudění od oceánu, Kajaani leř ař za Skandinvskm pohořím, tedy v jeho srazkovem stínu, proto tuto oblast nezasáhnou srazky, které ke Skandinávii prchaz v zimě s Azorskou tlakovou nř, jelikoř se vyprř právě před pohořím. Takteř na Kajaani v zimě působí Sibiřská tlakov vřce, která prinř suchý vzduch, coř opět naznačuje na niř srazkove úhrny v zimě. Naopak v létě je toto území pod působením ranske tlakové nře, a tak jsou zde srazky vř. Nejvř srazky zde zaznamenáváme mezi květnem a říjnem, v zimě pak prř mene. plne nejvř srazky zaznamenáváme v srpnu, roční úhrn srazek je 541 mm. Očekáváme spáře kontinentální klima s vtř teplotn amplitudou (asi od – 15C do 20C).

Druhou stanicí je běloruský Minsk, který leř na lesnatm, mme zvlnnm povrchu ve středu Běloruska, v nadmořské vřce 234 m. Zimy jsou zde mme, teploty vtřinou nepřesahují – 5C. Lto takteř nn nikterak extrmn, co se teplot týče – vtřinou okolo 15C. Tato teplotn amplituda lehce naznačuje oceánské klima. Srazky jsou v příběhu roku rovnoměrněji neř v Kajaani, přesto i zde jsou nejdeřtivjř letní měsíce. Ron hrn srazek je zde 662 mm. Na tomto mste bych tedy očekávala prechodne klima mezi oceanskm a kontinentálním.

**Komentář [M2]:** Proč tomu tak je?

Jako posledn jsem zvolila polskou stanicí na Sneřce – nejvř hoře eske republiky. Tato stanice má ze vsich tř zmnenych nejvř nadmořskou vřku – 1603 m n m. Stanice leř ve stredn Evropě, měla by tedy mít kontinentální klima. Bude zde vřak vliv nadmořské vřky – vř srazky a menř teplotn amplituda. Ron hrn srazek je 1263 mm, vysoké srazky zaznamenáváme opravdu ve vsich měsících v roce. Od dubna do září dokonce mscn úhrn překračuje 100 mm. Ron teploty se pohybují v intervalu od – 10C do 10C.

**Komentář [M3]:** Kdy jsou teploty nejvř a pro?

**Tab.1:** Průměrné měsíční úhrny srážek [mm] ve vybraných stanicích pro normálové období 1961-1990.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
<b>Kajaani (F)</b>	30	23	25	27	38	56	68	89	64	45	42	33	540
<b>Minsk (BY)</b>	40	34	42	42	62	83	88	72	60	49	52	53	677
<b>Sniezka (PL)</b>	87	91	87	104	123	141	138	132	85	76	103	96	1263

Zdroj: WMO (1996)

**Tab.2:** Průměrné měsíční teploty [°C] ve vybraných stanicích pro normálové období 1961-1990.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Kajaani (F)</b>	-12,4	-11,4	-6,4	0,0	7,5	13,3	15,6	13,1	7,8	2,4	-3,8	-9,4
<b>Minsk (BY)</b>	-6,9	-5,8	-1,4	6,0	12,9	16,1	17,3	16,5	11,7	6,3	0,8	-3,8
<b>Sniezka (PL)</b>	-7,0	-6,8	-5,0	-1,4	3,4	6,5	8,0	8,2	5,3	2,3	-2,8	-5,8

Zdroj: WMO (1996)

**Komentář [M4]:** Všechny grafické výstupy musí být zarovnané na šířku textu. Zkontrolovat u všech tabulek a grafů

### PLUVIOMETRICKÝ KOEFICIENT – HODNOCENÍ ROČNÍHO ROZDĚLENÍ SRÁŽEK

Slouží k vyhodnocení vydatnosti srážek v určitém měsíci, pokud předpokládáme, že srážky byly rozloženy rovnoměrně během celého roku. Jde tedy o poměr mezi skutečným množstvím srážek a mezi předpokládaným množstvím, které v každém měsíci spadne – dílem celoročního srážkového úhrnu. Tento vztah vyjádříme vzorcem:

$$K_p = \frac{r_i}{\frac{1}{12} * R}$$

Kde:

$K_p$  = pluviometrický koeficient

$r_i$  = měsíční úhrn srážek i-tého měsíce v roce [mm]

R = roční úhrn srážek [mm]

$K_p > 1$  .... nadprůměrně vydatný měsíc

$K_p < 1$  .... podprůměrně vydatný měsíc

Výpočet:

Příklad pro I. měsíc pro běloruskou stanici Minsk:

$$K_p = \frac{40}{\frac{1}{12} * 677}$$

$$K_p = 0,71$$

Z **obrázku 1** vidíme, že pro stanici Kajaani dosahuje koeficient hodnot menších než od ledna do května, a pak od října do prosince. Tyto měsíce jsou pak srážkově podprůměrné, což má na svědomí působení Azorské tlakové níže – která se však vyprší již před Skandinávským

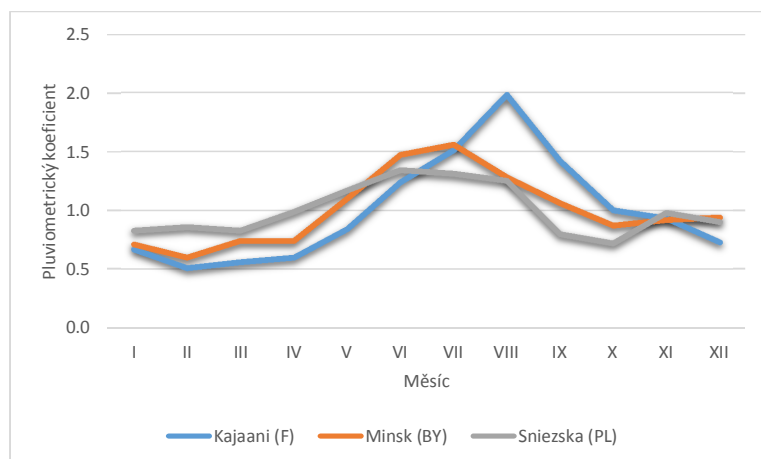
pohořím, a pak působení Sibiřské tlakové výše, která ani nikterak velké srážky nepřináší. Naopak od června do října hodnota pluviometrického koeficientu překročí hodnotu 1 – srážky jsou zde vysoké v důsledku působení Íránské tlakové níže, která sem v létě srážky přinese.

Pro Minsk jsou hodnoty koeficientu pro leden až květen menší než 1 – tyto měsíce jsou srážkově podprůměrné. Hodnota pluviálního koeficientu kulminuje v červenci, a pak pozvolně klesá, kde opět v říjnu dosahuje nízkých hodnot. Toto má za následek již zmíněná Sibiřská tlaková níže, která na území působí v zimě a přináší chladný, suchý vzduch.

Pluviální koeficient stanice Sniezka rovnoměrně kolísají kolem 1, oproti ostatním stanicím jsou srážky poměrně vyvážené (a vysoké) celý rok. Tento průběh způsobuje poloha, konkrétně nadmořská výška, stanice. S rostoucí nadmořskou výškou totiž stoupají srážky, které jsou vysoké celoročně.

**Tab.3:**Pluviometrický koeficient vybraných stanice v období let 1961-1990.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Kajaani (F)</b>	0,67	0,51	0,56	0,60	0,84	1,24	1,51	1,98	1,42	1,00	0,93	0,73
<b>Minsk (BY)</b>	0,71	0,60	0,74	0,74	1,10	1,47	1,56	1,28	1,06	0,87	0,92	0,94
<b>Sniezka (PL)</b>	0,83	0,86	0,83	0,99	1,17	1,34	1,31	1,25	0,80	0,72	0,98	0,90



**Obr.1:**Roční chod pluviometrického koeficientu vybraných stanic normálovém období 1961-1990.

### INDEX TERMICKÉ A OMBRICKÉ KONTINENTALITY

K posouzení kontinentality či oceanity klimatu území slouží také **index termické kontinentality (K)**.

Pracuje s hodnotami průměrných měsíčních teplot – s rozdílem maximální a minimální průměrné měsíční teploty v daném období. Index počítáme pomocí Gorczyňského vzorce, který bere v úvahu i zeměpisnou šířku stanice. Tato veličina je udávána v procentech, maximální hodnota je 40%.

Gorczyńského vzorec:

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

Kde:

K = index termické kontinentality [%]

$\varphi$  = zeměpisná šířka

A = průměrná roční amplituda teploty [°C]

S rostoucí hodnotou indexu termické kontinentality roste kontinentální charakter stanice. Podle tohoto ukazatele by tedy nejvíce kontinentální charakter měla mít stanice Kajaani ve Finsku (32,43%), pak Minsk v Bělorusku (30,5%) a nakonec Sněžka (12,97%). Zajímavé jsou také údaje o roční teplotní amplitudě z **tabulky 5**, kde největší rozdíly mezi zimou a létem zaznamenává Kajaani (28°C) a nejmenší výkyvy má Sněžka (15,2°C) – toto je způsobeno také nadmořskou výškou stanice.

**Tab.4:** Zeměpisné šířky vybraných stanic.

	<b>zeměpisná šířka</b>
<b>Kajaani</b>	64°17' s. š.
<b>Minsk</b>	53°56' s. š.
<b>Sniezka</b>	50°44' s. š.

**Tab.5:** Průměrná roční amplituda teploty vybraných stanic v období let 1961-1990.

	<b>A[°C]</b>
<b>Kajaani</b>	28,0
<b>Minsk</b>	24,2
<b>Sniezka</b>	15,2

Výpočet:

Kajaani

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

$$K = 32,43\%$$

Minsk

$$K = \frac{1,7}{\sin 53^{\circ}56'} * (24,2 - 12 * \sin 53^{\circ}56')$$

$$K = 30,5\%$$

### Sniezka

$$K = \frac{1,7}{\sin 50^{\circ}44'} * (15,2 - 12 * \sin 50^{\circ}44')$$

$$K = 12,97\%$$

Dále ke zhodnocení kontinentality či oceanity slouží **index ombrické kontinentality**. Ten používá hodnotu srážkových úhrnů za určité období – za zimní, roční, v případě letního jde pak o vyjádření v procentech ročního úhrnu. Maximální hodnota indexu ombrické kontinentality je 40%.

Využíváme výpočtu podle Hrudičky:

$$k = \frac{12 * (l - 35)}{\sqrt{s_z}}$$

Kde:

k = index ombrické kontinentality

l = množství srážek v teplém období (IV-IX), v procentech ročního srážkového úhrnu

s<sub>z</sub> = množství srážek v zimním období (X-III)

Výpočet:

### Kajaani

hodnotu l jednoduše počítáme trojčlenkou:

100%	...	540 mm
x%	...	342 mm (srážkový úhrn duben - září)

---

$$x = \frac{100 * 342}{540} = 63\%$$

$$l = 63\%$$

$$s_z = 216 \text{ mm (srážkový úhrn říjen - březen)}$$

Index ombrické kontinentality:

$$k = \frac{12 * (63 - 35)}{\sqrt{198}}$$

$$k = 23,88\%$$

### Minsk

100% ... 677mm  
x% ... 407 mm (srážkový úhrn duben - září)

---

$$x = \frac{100 * 407}{677} = 60\%$$

$$l = 60\%$$

$s_z = 270\text{mm}$  (srážkový úhrn říjen - březen)

Index ombrické kontinentality:

$$k = \frac{12 * (60 - 35)}{\sqrt{270}}$$

$$k = 18,26\%$$

### Sniezka

hodnotu  $l$  jednoduše počítáme trojčlenkou:

100% ... 1263 mm  
x% ... 723 mm (srážkový úhrn duben - září)

---

$$x = \frac{100 * 723}{1263} = 57,2\%$$

$$l = 57,24\%$$

$s_z = 540\text{mm}$  (srážkový úhrn říjen - březen)

Index ombrické kontinentality:

$$k = \frac{12 * (57 - 35)}{\sqrt{540}}$$

$$k = 11,36\%$$

V **tabulce 6** jsou vypsány všechny výsledné hodnoty pro lepší porovnání. Tak jako u indexu termické kontinentality, i u indexu ombrické kontinentality platí, že čím je hodnota indexu vyšší, tím považujeme klima za kontinentálnější.

Co se termické kontinentality týče, nejvíce kontinentální klima jeví Kajaani díky své (největší) teplotní amplitudě, která byla nejvíce podobná typickému kontinentálnímu ročnímu chodu teplot (velmi chladné zimy, horká léta). Tento index vyšel 23,88% a tak teploty nejsou až tak extrémní; minima – 15°C v zimě a maxima okolo 20°C v létě.

Taktéž zde výrazně kontinentální vyšel i Minsk, i když teploty v zimě už jsou zde oproti Kajaani spíše mírnější. Sněžka vyšla podle termického indexu spíše oceánická, avšak toto je způsobeno tím, že se nachází v horách – u těchto stanic není určení vždy úplně přesné, protože s rostoucí nadmořskou výškou se klima přibližuje oceánskému, i když se třeba nachází na místě, kde je typické klima kontinentální.

Index ombrické kontinentality vyšel nejnižší pro Sněžku, tudíž by zde mělo být spíše oceánické klima. Tento výsledek je ale opět způsoben polohou stanice, jelikož s rostoucí nadmořskou výškou rostou i srážky). Minsk i Kajaani se pohybují okolo 20%, takže spíše kontinentální klima – vyšší srážky v letních měsících, nižší srážky v měsících zimních.

**Tab.6:** Porovnání obou indexů [%] vybraných stanic v období let 1961-1990.

	<b>K index termické kontinentality</b>	<b>k index ombrické kontinentality</b>
<b>Kajaani</b>	32,43	23,88
<b>Minsk</b>	30,50	18,26
<b>Snieszka</b>	12,97	11,36

### DOBA POLOVIČNÍCH SRÁŽEK

Doba, za kterou spadne polovina ročního úhrnu srážek. Tento údaj počítáme od začátku dubna. Lze jej také použít k charakteristice ombrické kontinentality (s rostoucí kontinentalitou se doba, za kterou vypadne, polovina ročních srážek zkracuje

**Komentář [M5]:** Chybí zhodnocení výsledků.

**Tab. 7:** Průměrné měsíční úhrny srážek [mm] ve vybraných stanicích pro normálové období 1961-1990.

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>	<b>I-XII</b>
<b>Kajaani (F)</b>	30	23	25	27	38	56	68	89	64	45	42	33	540
<b>Minsk (BY)</b>	40	34	42	42	62	83	88	72	60	49	52	53	677
<b>Snieszka (PL)</b>	87	91	87	104	123	141	138	132	85	76	103	96	1263

Zdroj: WMO (1996)

Výpočet:

#### **Kajaani:**

roční úhrn srážek = 540 mm

polovina = 270 mm

začneme sčítat hodnoty za jednotlivé měsíce (začneme dubnem)

$27 + 38 + 56 + 68 = 188$

-> toto jsou celé 4 měsíce

$270 - 188 = 82$  mm ještě zbývá k dosažení poloviny ročního úhrnu srážek.

$89/82 = 0,92 \dots$  k dosažení poloviny ročních srážek dojde za 4,92 měsíce

#### **Minsk:**

roční úhrn srážek = 677 mm

polovina = 338,5 mm

začneme sčítat hodnoty za jednotlivé měsíce (začneme dubnem)

$$42 + 62 + 83 + 88 = 275$$

-> toto jsou 4 celé měsíce

$338,5 - 275 = 63,5$  mm ještě zbývá k dosažení poloviny ročního úhrnu srážek.

$63,5/72 = 0,88$  ... k dosažení poloviny ročních srážek dojde za 4,88 měsíce

#### Sniezka:

roční úhrn srážek = 1263 mm

polovina = 631,5 mm

začneme sčítat hodnoty za jednotlivé měsíce (začneme dubnem)

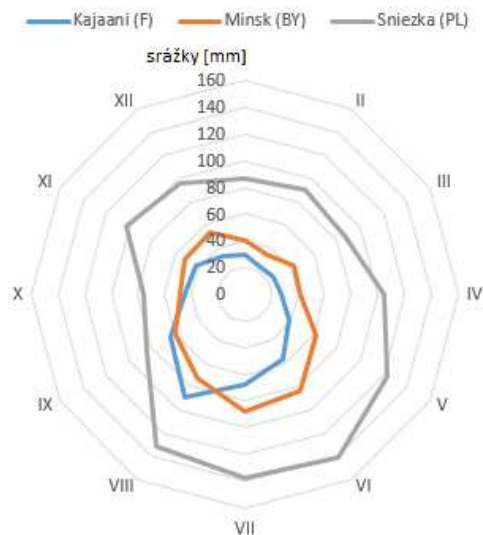
$$104 + 123 + 141 + 138 = 506$$

$631,5 - 506 = 125,5$  mm ještě zbývá k dosažení poloviny ročního úhrnu srážek.

$125,5/132 = 0,95$  ... k dosažení poloviny ročních srážek dojde za 4,95 měsíce

#### POLOHA TĚŽIŠTĚ SRÁŽEK

Tuto hodnotu získáme díky průměrným měsíčním úhrnům a celkovému ročnímu úhrnu. Výsledek pak budou hodnoty kartézského souřadnicového systému, které v grafu určí charakter klimatu dané stanice.



**Obr. 2:** Rozložení ročního chodu srážek ve vybraných stanicích pro normálové období 1961-1990.

**Komentář [M6]:** Až budeš příště vkládat v malování popis osy tak se pokus použít alespoň podobné písmo ;-)

Výpočet souřadnic těžiště srážek:

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

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

I, II, ..., XII jsou úhrny srážek jednotlivých měsíců [mm]

S = roční úhrn srážek [mm]



Výpočet souřadnic polohy těžiště srážek (příklad pro Minsk, zbytek výsledků v tabulce):

$$x = \frac{0,5 * (34 + 83 - 72 - 53) + 0,866 * (42 + 62 - 60 - 52) + 42 - 49}{677} = -0,03$$

$$y = \frac{0,5 * (42 - 62 - 60 + 52) + 0,866 * (34 - 83 - 72 + 53) + 40 - 88}{677} = -0,18$$

Z obrázku 3 lze vyčíst, že Kajaani leží na okraji III. kvadrantu, který značí kontinentální klima.

Minsk leží v II. kvadrantu, takže, že se jedná o oceánické klima s přechodným typem, jelikož se blíží ke kvadrantu třetímu.

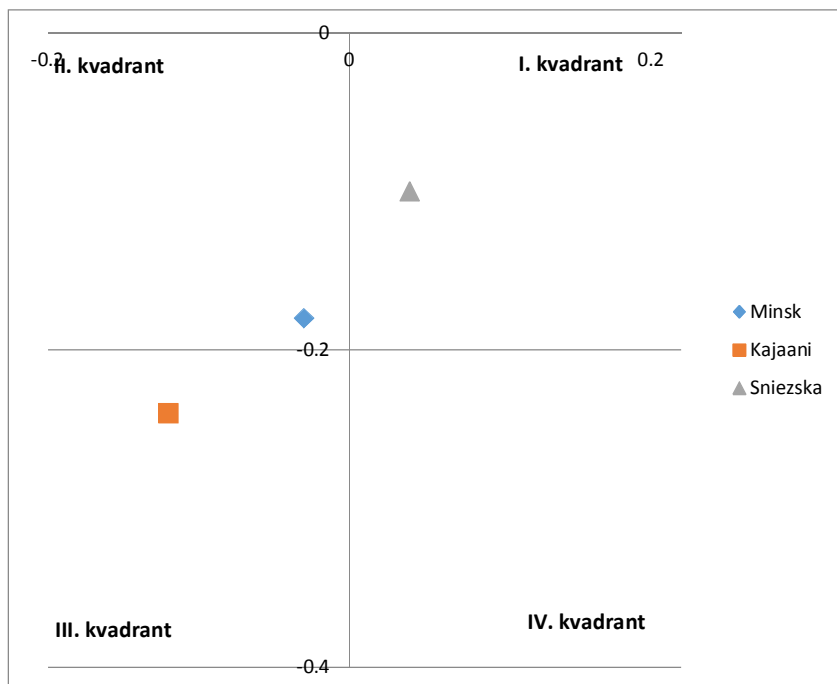
Sniezka se nachází v I. kvadrantu. V prvním kvadrantu se vyskytují místa, která jsou položená v horách.

Žádná ze stanic se nenachází ve čtvrtém kvadrantu, kterému připadají místa s teplým kontinentálním klimatem.

**Komentář [M7]:** Co bys mohla ještě říct o grafu na obr. 2.?

**Tab.8:** Souřadnicové hodnoty polohy těžiště srážek vybraných stanic pro normálové období 1961-1990.

	x	y
<b>Minsk</b>	-0,03	-0,18
<b>Kajaani</b>	-1,42	-0,24
<b>Sniezka</b>	0,04	-0,10



**Obr.3:** Poloha těžiště srážek vybraných stanic v normálovém období 1961-1990.

**Tab.9:** Závěrečné shrnutí oceanity či kontinentality vybraných stanic v normálovém období 1961-1990.

**Komentář [M8]:** Zkus na osách vyznačit hlavní jednotky, takhle to nevypadá moc jako souřadnicová síť ale jako zaměřovací kříž

	<b>Kajaani</b>	<b>Minsk</b>	<b>Sniezka</b>
<b>zeměpisná šířka</b>	64°17' s. š.	53°56' s. š.	50°44' s. š.
<b>nadmořská výška [m n. m.]</b>	136	234	1603
<b>index termické kontinentality [%]</b>	32,43	30,5	12,97
<b>index ombrické kontinentality [%]</b>	23,88	18,26	11,36
<b>doba polovičních srážek [měsíc]</b>	4,92	4,88	4,95
<b>poloha těžiště srážek</b>	III. kvadrant	II. kvadrant	I. kvadrant

### Závěr:

Nakonec byla sestrojena souhrnná tabulka pro dobrý přehled všech výsledků. Nejseverněji položené Kajaani, které má ze všech tří stanic nejnižší nadmořskou výšku, nám u indexu termické kontinentality vyšlo jako silně kontinentální, u ombrické kontinentality je výsledek asi o 10% nižší. Co se doby polovičních srážek týče, polovina jich spadne za 4,92 měsíce. Při vypočtení těžiště srážek Kajaani vyšlo ve III. kvadrantu – kontinentální klima. Byl předpovězen předpoklad z úvodu tohoto cvičení – díky poloze v závětrí Skandinávského pohoří, ve středu Finska je zde klima opravdu kontinentální.

Druhá stanice – běloruský Minsk, byla v úvodu popsána jako přechodná, díky menší teplotní amplitudě. Toto se potvrdilo i pokud porovnáme termický a ombrický index s předchozí stanicí. Obojí se pohybuje kolem 20%, čili je zde menší kontinentalita než u Kajaani. Polovina srážek zde spadne za 4,88 měsíce a v grafu polohy těžiště srážek spadá do II. kvadrantu – oceánické klima s přechodným typem.

Sněžka s nadmořskou výškou 1603 m n. m. nám pak v indexu termické i ombrické kontinentality vychází jako oceánické klima. U polohy těžiště srážek se však dozvídáme proč – první kvadrant je ukazatelem vysokohorského klimatu. Je zde tedy malá roční amplituda teplot a vysoké srážky – stejně jako u oblastí ovlivněných oceánickým klimatem.

### Zdroje:

Literatura:

- WMO (1996): Climatological normals (CLINO) for the period 1961-1990. Geneva: Secretariat of the World Meteorological Organization, 768 s.

Elektronické zdroje:

- IS MUNI (2017): *Zeměpisná šířka klimatologických stanic.pdf*. [cit. 24. 10.2017]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2017/Z0076/cviceni/klimaindexy/zem\\_sirka\\_stanice\\_indexy.pdf](https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2017/Z0076/cviceni/klimaindexy/zem_sirka_stanice_indexy.pdf)
- KLIMADIAGRAMME (2016): *Klimadiagramm weltweit*. [cit. 24. 10.2017]. Dostupné z: <http://klimadiagramme.de/>

- IS MUNI (2017): *klimatologické indexy*. [cit. 24. 10.2017]. Dostupné z:<<https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2017/Z0076/cviceni/klimaindexy/>>