Kateřina Prokešová
Geografie, Brno 2017

Cvičení 1. 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 – hodnocení ročního rozdělení srážek

2) Hodnocení kontinentality/oceanity klimatu

- Index termické kontinentality

- Index ombrické kontinentality

- Doba polovičních srážek (srážkový poločas) - Poloha těžiště srážek

**Vypracování:**

K vypracování prvního úkolu jsem si vybrala 3 různé evropské stanice. Nevybírala jsem úplně náhodně – snažila jsem se, aby se každá z nich nacházela na místě s, na první pohled, různým klimatem – alespoň dle mého očekávání.

První z nich – Kajaani, leží ve středu Finska, v nadmořské výšce 136 m, v subarktickém pásu. Přestože zde převládá západní proudění od oceánu, Kajaani leží až za Skandinávským pohořím, tedy v jeho srážkovém stínu, proto tuto oblast nezasáhnou srážky, které ke Skandinávii přichází v zimě s Azorskou tlakovou níží, jelikož se vyprší právě před pohořím. Taktéž na Kajaani v zimě působí Sibiřská tlaková výše, která přináší suchý vzduch, což opět naznačuje na nižší srážkové úhrny v zimě. Naopak v létě je toto území pod působením Íránské tlakové níže, a tak jsou zde srážky vyšší. Nejvyšší srážky zde zaznamenáváme mezi květnem a říjnem, v zimě pak prší méně. Úplně nejvyšší srážky zaznamenáváme v srpnu, roční úhrn srážek je 541 mm. Očekáváme spíše kontinentální klima s větší teplotní amplitudou (asi od – 15°C do 20°C).

Druhou stanicí je běloruský Minsk, který leží na lesnatém, mírně zvlněném povrchu ve středu Běloruska, v nadmořské výšce 234 m. Zimy jsou zde mírné, teploty většinou nepřesahují – 5°C. Léto taktéž není nikterak extrémní, co se teplot týče – většinou okolo 15°C. Tato teplotní amplituda lehce naznačuje oceánské klima. Srážky jsou v průběhu roku rovnoměrněji než v Kajaani, přesto i zde jsou nejdeštivější letní měsíce. Roční úhrn srážek je zde 662 mm. Na tomto místě bych tedy očekávala přechodné klima mezi oceánským a kontinentálním.

Jako poslední jsem zvolila polskou stanici na Sněžce – nejvyšší hoře České republiky. Tato stanice má ze všech tří zmíněných nejvyšší nadmořskou výšku – 1603 m n m. Stanice leží ve střední Evropě, měla by tedy mít kontinentální klima. Bude zde však vliv nadmořské výšky – vyšší srážky a menší teplotní amplituda. Roční úhrn srážek je 1263 mm, vysoké srážky zaznamenáváme opravdu ve všech měsících v roce. Od dubna do září dokonce měsíční úhrn překračuje 100 mm. Roční teploty se pohybují v intervalu od – 10°C do 10°C.

**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** |
| **Kajaani (F)** | 30 | 23 | 25 | 27 | 38 | 56 | 68 | 89 | 64 | 45 | 42 | 33 | 540 |
| **Minsk (BY)** | 40 | 34 | 42 | 42 | 62 | 83 | 88 | 72 | 60 | 49 | 52 | 53 | 677 |
| **Sniezka (PL)** | 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** |
| **Kajaani (F)** | -12,4 | -11,4 | -6,4 | 0,0 | 7,5 | 13,3 | 15,6 | 13,1 | 7,8 | 2,4 | -3,8 | -9,4 |
| **Minsk (BY)** | -6,9 | -5,8 | -1,4 | 6,0 | 12,9 | 16,1 | 17,3 | 16,5 | 11,7 | 6,3 | 0,8 | -3,8 |
| **Sniezska (PL)** | -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)

**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 Sniezska 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** |
| **Kajaani (F)** | 0,67 | 0,51 | 0,56 | 0,60 | 0,84 | 1,24 | 1,51 | 1,98 | 1,42 | 1,00 | 0,93 | 0,73 |
| **Minsk (BY)** | 0,71 | 0,60 | 0,74 | 0,74 | 1,10 | 1,47 | 1,56 | 1,28 | 1,06 | 0,87 | 0,92 | 0,94 |
| **Sniezska (PL)** | 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 **indextermické kontinentality (K).**

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

Gorczyńského vzorec:

$$K= \frac{1,7}{sinφ}\*\left(A-12\*sinφ\right)$$

Kde:

K = index termické kontinentality [%]

$φ$ = 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.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **zeměpisná šířka** |
| **Kajaani** | 64°17´ s. š. |
| **Minsk** | 53°56´ s. š. |
| **Sniezska** | 50°44´ s. š. |

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

|  |  |
| --- | --- |
|  | **A[°C]** |
| **Kajaani** | 28,0 |
| **Minsk** | 24,2 |
| **Sniezska** | 15,2 |

Výpočet:

**Kajaani**

$$K= \frac{1,7}{\sin(64°17´)}\*(28-12\*\sin(64°17´))$$

$K= $**32,43%**

**Minsk**

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

$$K=30,5\%$$

**Sniezska**

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

$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

$s\_{Z}$ = 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}=216mm $(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}=270mm $(srážkový úhrn říjen - březen)

Index ombrické kontinentality:

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

$$k=18,26\%$$

**Sniezska**

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}=540mm $(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 kontinetálnější.

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 zimně už jsou zde oproti Kajaani spíš 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 stanice v období let 1961-1990.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **K index termické kontinentality** | **k index ombrické kontinentality** |
| **Kajaani** | 32,43 | 23,88 |
| **Minsk** | 30,50 | 18,26 |
| **Sniezska** | 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

**Tab. 7:** 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** |
| **Kajaani (F)** | 30 | 23 | 25 | 27 | 38 | 56 | 68 | 89 | 64 | 45 | 42 | 33 | 540 |
| **Minsk (BY)** | 40 | 34 | 42 | 42 | 62 | 83 | 88 | 72 | 60 | 49 | 52 | 53 | 677 |
| **Sniezka (PL)** | 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 … 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

**Sniezska:**

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.

Výpočet souřadnic těžiště srážek:

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

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

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):

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

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

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

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

Sniezska 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.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | **x** | **y** |
| **Minsk** | -0,03 | -0,18 |
| **Kajaani** | -1,42 | -0,24 |
| **Sniezska** | 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.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Kajaani** | **Minsk** | **Sniezska** |
| **zeměpisná šířka** | 64°17´ s. š. | 53°56´ s. š. | 50°44´ s. š. |
| **nadmořská výška [m n. m.]** | 136 | 234 | 1603 |
| **index termické kontinentality [%]** | 32,43 | 30,5 | 12,97 |
| **index ombrické kontinentality [%]** | 23,88 | 18,26 | 11,36 |
| **doba polovičních srážek [měsíc]** | 4,92 | 4,88 | 4,95 |
| **poloha těžiště srážek** | 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 závětří 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 výskou 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): Climatologicalnormals (CLINO) forthe period 1961-1990. Geneva: SecretariatoftheWorldMeteorologicalOrganization, 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): *Klimadiagrammeweltweit.* [cit. 24. 10.2017]. Dostupné z: [<http://klimadiagramme.de/>](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/>](https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2017/Z0076/cviceni/klimaindexy/)