**METEOROLOGIE A KLIMATOLOGIE**

Cvičení číslo 1

Klimatologické indexy

**ZADÁNÍ**

Pro zadané stanice ze světa vypsat roční chod teploty vzduchu a srážek a početně či graficky zpracovat 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**

Úkoly jsem vypracovávala pro následující klimatologické stanice:

* Sniezka (PL)
* London/Gatwick Airp (GB)
* Yalta (UA)

 Stanice Sniezka se nachází v polské části naší nejvyšší hory Sněžky. Leží v nadmořské výšce asi 1587 m n. m. Jedná se proto o horskou stanici, která je nejvýše položenou z mnou vybraných stanic. Tato stanice se nachází ve vnitrozemí, proto by se dalo očekávat kontinentální klima.

 Stanice London/Gatwick Airport se nachází zhruba 40 km jižně od Londýna. Leží v nadmořské výšce pouze 62 m n. m. Na této stanici se dá očekávat oceánské klima vzhledem k její poloze blízké oceánu.

 Yalta se nachází na Krymu, na severním pobřeží Černého moře. Leží v nadmořské výšce 72 m n. m. Stejně jako u druhé stanice by se dalo vzhledem k poloze blízko Černému moři očekávat oceánské klima.

Tab. 1: Průměrné měsíční teploty [°C] ve vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

|  |  |
| --- | --- |
| **Stanice** | **Měsíce** |
| **I** | **II** | **III** | **IV** | **V** | **VI** | **VII** | **VIII** | **IX** | **X** | **XI** | **XII** | **I-XII** |
| **Sniezka** | -7,0 | -6,8 | -5,0 | -1,4 | 3,4 | 6,5 | 8,0 | 8,2 | 5,3 | 2,3 | -2,8 | -5,6 | 0,4 |
| **London/Gatwick Airp** | 3,5 | 3,8 | 5,7 | 8,0 | 11,3 | 14,4 | 16,5 | 16,1 | 13,8 | 10,7 | 6,4 | 4,5 | 9,6 |
| **Yalta** | 3,9 | 4,2 | 6,0 | 10,8 | 15,6 | 20,2 | 23,2 | 23,0 | 19,0 | 13,6 | 9,5 | 6,3 | 12,9 |

*Zdroj: WMO, 1996*

Tab. 2: Průměrné měsíční množství srážek [mm] ve vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

|  |  |
| --- | --- |
| **Stanice** | **Měsíce** |
| **I** | **II** | **III** | **IV** | **V** | **VI** | **VII** | **VIII** | **IX** | **X** | **XI** | **XII** | **I-XII** |
| **Sniezka** | 87 | 91 | 87 | 104 | 123 | 141 | 138 | 132 | 85 | 76 | 103 | 96 | 1263 |
| **London/Gatwick Airp** | 78 | 51 | 61 | 54 | 55 | 57 | 45 | 56 | 68 | 73 | 77 | 79 | 754 |
| **Yalta** | 83 | 64 | 45 | 35 | 35 | 45 | 36 | 35 | 43 | 38 | 68 | 95 | 622 |

*Zdroj: WMO, 1996*

**1. PLUVIOMETRICKÝ KOEFICIENT**

 Pluviometrický koeficient nám vyjadřuje podíl skutečného úhrnu srážek za určitý měsíc a úhrnu, který by tento měsíc měl při rovnoměrném rozložení srážek během roku (1/12 ročního úhrnu). Slouží k posouzení srážkové vydatnosti jednotlivých měsíců při hodnocení ročního rozdělení srážek. Vzorec pro pluviometrický koeficient je tento:

$$K\_{p}=\frac{r\_{i}}{\frac{1}{12}\*R}$$

ri … měsíční úhrn srážek i-tého měsíce[mm]

R … roční srážkový úhrn[mm]

Kp> 1 nadprůměrně srážkově vydatný měsíc

Kp< 1 podprůměrně srážkově vydatný měsíc

Tab. 3: Pluviometrický koeficient vybraných stanic v normálovém období 1961 – 1990

|  |  |
| --- | --- |
| **Stanice** | **Měsíce** |
| **I** | **II** | **III** | **IV** | **V** | **VI** | **VII** | **VIII** | **IX** | **X** | **XI** | **XII** |
| **Sniezka** | 0,83 | 0,86 | 0,83 | 0,99 | 1,17 | 1,34 | 1,31 | 1,25 | 0,81 | 0,72 | 0,98 | 0,91 |
| **London/Gatwick Airp** | 1,24 | 0,81 | 0,97 | 0,86 | 0,88 | 0,91 | 0,72 | 0,89 | 1,08 | 1,16 | 1,23 | 1,26 |
| **Yalta** | 1,60 | 1,23 | 0,87 | 0,68 | 0,68 | 0,87 | 0,69 | 0,68 | 0,83 | 0,73 | 1,31 | 1,83 |

Obr. 1: Pluviometrický koeficient na vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

 V grafu můžeme vidět průběh pluviometrického koeficientu na jednotlivých stanicích. Stanice London a Yalta mají podobný průběh, avšak na ukrajinské stanici jsou srážkově vydatnější zimní měsíce. Stanice London má 5 nadprůměrných srážkových měsíců, Yalta pouze 4 nadprůměrně srážkové měsíce.

 V grafu lze dobře vidět rozdíl kontinentální stanice Sniezka, která má výrazně jiný průběh než předchozí dvě. Nadprůměrné srážkové měsíce má od jara zhruba do konce léta. Počet nadprůměrných srážkových měsíců je stejný jako u stanice Yalta. Nejvyšší hodnota pluviometrického koeficientu (1,83) je na ukrajinské stanici Yalta v prosinci. Naopak nejnižší hodnota (0,68)je na stejné stanici v dubnu, květnu a srpnu.

**2. HODNOCENI KONTINENTALITY/OCEANITY KLIMATU**

**a) Index termické kontinentality**

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

K … termická kontinentalita [%]

φ … zeměpisná šířka

A … průměrná roční amplituda teploty [°C] (absolutní rozdíl nejvyšší a nejnižší průměrné měsíční teploty)

Tab. 4: Zeměpisné šířky [°] vybraných stanic a vypočtená hodnota termické kontinentality na vybraných stanicích

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Stanice** | **Zeměpisná šířka** | **A[°C]** | **K [%]** |
| **Sniezka** | 50° 44´ | 15,20 | 12,98 |
| **London/Gatwick Airp** | 51° 09´ | 13,00 | 7,98 |
| **Yalta** | 44° 29´ | 19,30 | 26,42 |

Dosazení pro stanici Sniezka:

$K=\frac{1,7}{\sin(50° 44´)}(15,2-12\*\sin(50° 44´))$= 12,98 %

 Nejvyšší hodnota indexu termické kontinentality vyšla na stanici Yalta a měla hodnotu 26,42%. Čím více se nám hodnota blíží 40 %, tím více je klima kontinentálnější. V daném případě nám vyšla u stanice Yalta překvapivě velká kontinentalita, což je způsobeno velkou průměrnou roční amplitudou, která je na této stanici 19,3 °C. Podle indexu termické kontinentality bychom museli stanici Yalta označit za kontinentální typ

 U stanice Sniezka nám naopak kontinentalita nižší než bychom očekávali a to 12,98%. Je to způsobeno zřejmě menším teplotním rozdílem.

 Stanice Longon/Gatwick Airp má hodnotu indexu 7,98% a můžeme o ní říci, že má mírný oceánický typ klimatu.

**b) Index ombrické kontinentality**

$$k=12(l-35)/\sqrt{s\_{z}}$$

k … ombrická kontinentalita [%]

l … srážky teplého pololetí (IV-IX) v % ročního úhrnu

sz … absolutní množství srážek chladného pololetí (X-III) [mm]

sr … roční úhrn srážek [mm]

Tab. 5: Vypočtená hodnota ombrického indexu na vybraných stanicích

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stanice** | **Σs (IV-IX) [mm]** | **Sr [mm]** | **l [%]** | **Sz [mm]** | **K [%]** |
| **Sniezka** | 723 | 1263 | 57,24 | 540 | 11,48 |
| **London/Gatwick Airp** | 335 | 754 | 44,43 | 419 | 5,53 |
| **Yalta** | 229 | 622 | 36,82 | 393 | 1,10 |

Dosazení pro stanici Sniezka:

$k=12(57,24-35)/\sqrt{540}$ = 11,48

 Hodnoty ombrické kontinentality se od termické opravdu hodně liší, ale více odpovídají daným předpokladům. V tomto případě opět platí, že čím se index blíží 40%, tím je klima více kontinentální. U ombrického indexu jsou nejnižší hodnoty u stanic Yalta a London (1,10 % a 5,53%). Tyto hodnoty indikují oceánský typ klimatu u těchto stanic.

 Stanice Sněžka má opět poměrně nízkou hodnotu (11,48 %). Je to způsobeno především poměrně vydatnými srážkami během celého roku, které jsou větší než u zbylých dvou stanic.

**c) Doba polovičních srážek (srážkový poločas)**

 Doba polovičních srážek je doba v měsících, za kterou spadne polovina ročního úhrnu srážek, počítáno od 1. 4. Lze ji využít k charakteristice ombrické kontinentality – s rostoucí kontinentalitou se doba polovičních srážek zkracuje (v kontinentálních oblastech se zkracuje asi na 3 měsíce, v oblastech silně oceánických přesahuje 7,0).

Tab. 6: Hodnoty ročních srážek, polovičních ročních srážek a doba jejich naplnění od 1. dubna na vybraných stanicích v období let 1961-1990

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Stanice** | **sr [mm]** | **sn[mm]** | **Počet měsíců** |
| **Sniezka** | 1263 | 631,5 | 4,95 |
| **London/Gatwick Airp** | 754 | 377,0 | 6,58 |
| **Yalta** | 622 | 311,0 | 7,65 |

Dosazení pro stanici Sniezka:

 Roční úhrn srážek je 1263 mm, polovina je 631,5 mm: 104+123+141+138= 4 celé měsíce, do dosažení poloviny srážek zbývá 125,5 mm, což představuje 0,95 měsíčního úhrnu dalšího měsíce (předpokládá se rovnoměrné rozložení srážek během měsíce) => doba polovičních srážek je 4,95 měsíce

Dosazení pro stanici London/Gatwick Airp

 Roční úhrn srážek je 754 mm, polovina je 377 mm:54+55+57+45+56+68= 6 celých měsíců, do dosažení poloviny srážek zbývá 42 mm, což představuje 0,58 měsíčního úhrnu dalšího měsíce (předpokládá se rovnoměrné rozložení srážek během měsíce) => doba polovičních srážek je 6,58 měsíce

Dosazení pro Yalta

 Roční úhrn srážek je 622 mm, polovina je 311 mm:35+35+45+36+35+43+38=7 celých měsíců, do dosažení poloviny srážek zbývá 44 mm, což představuje 0,65 měsíčního úhrnu dalšího měsíce (předpokládá se rovnoměrné rozložení srážek během měsíce) => doba polovičních srážek je 7,65 měsíce

 Výsledky odpovídají tomu, že s rostoucí kontinentalitou se doba polovičních srážek zkracuje (v kontinentálních oblastech se zkracuje asi na 3 měsíce, v oblastech silně oceanických přesahuje 7,0). Stanici Sniezka bychom proto mohli označit jako mírně kontinentální až přechodnou. Stanice London a Yalta jsou silně oceánické.

**d) Poloha těžiště srážek**

 Vychází se z toho, že měsíční srážkové úhrny jsou rozloženy souměrně po obvodu kružnice o jednotkovém poloměru.

Obr. 2:Paprskový graf rozložení ročního chodu srážek vybraných klimatologických stanic v letech 1961-1990

Tab. 7: Souřadnice polohy těžiště srážek vybraných stanic v období let 1961 – 1990

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Stanice** | **Souřadnice x** | **Souřadnice y** |
| **Sniezka** | 0,03884 | -0,11059 |
| **London/Gatwick Airp** | -0,04655 | 0,08527 |
| **Yalta** | -0,06486 | 0,21230 |

Souřadnice těžiště srážek se vypočtou podle vztahů:

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

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

I, II, III… úhrny srážek jednotlivých měsíců

S… roční úhrny srážek

Dosazení pro stanici Sniezka:

$$x=\frac{0,5\left(91+141-132-96\right)+0,866\left(87+123-85-103\right)+104-76}{1263}$$

*x = 0,03884*

$$y=\frac{0,5\left(87-123-85+103\right)+0,866\left(91-141-138+96\right)+87-138}{1263}$$

*y = -0,11059*

 Stanice London a Yalta mají v paprskovém grafu podobný průběh. Výrazně se liší Sniezka, která má celoročně srážkově vydatné měsíce. Nejvíce srážek ale spadne v období od dubna do srpna.

Obr. 3: Poloha těžiště srážek vybraných stanic v období let 1961 – 1990

 Poloha stanic v jednotlivých kvadrantech charakterizuje různé typy klimatu. Z obrázku je patrné, že jak stanice London/Gatwick Airp, tak stanice Yalta leží ve II. kvadrantu, který znamená, že klima na stanicích je oceánické. Sniezka leží ve IV. kvadrantu, který charakterizuje teplý kontinentální typ.

Tab. 8: Výsledné hodnoty vybraných charakteristik na sledovaných stanicích za období let 1961 - 1990

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stanice** | **Zeměpisná šířka [°]** | **Nadmořská výška [m n.m.]** | **Index termické kontinentality [%]** | **Index ombrické kontinentality [%]** | **Doba polovičních srážek [měsíc]** | **Poloha těžiště srážek** | **Klima kontinentální/ oceánské** |
| **Sniezka** | 50° 44´ | 1587 | 12,98 | 11,48 | 4,95 | IV. kvadrant | kontinentální |
| **London/ Gatwick Airp** | 51° 09´ | 62 | 7,98 | 5,53 | 6,58 | II. kvadrant | oceánské |
| **Yalta** | 44° 29´ | 72 | 26,42 | 1,10 | 7,65 | II. kvadrant | oceánské |

ZÁVĚR

 V poslední tabulce můžeme vidět shrnutí výsledků zjišťovaných ukazatelů pro vybrané stanice mezi lety 1961-1990.

 Stanice Sniezka, kterou díky nadmořské výšce (1587 m n. m.) můžeme označit jako horskou má kontinentální typ klimatu. Index termické kontinentality i index ombrické kontinentality (12,98% a 11,48%) jsou nižší než bychom očekávali, ale to může být způsobeno menšími rozdíly teplot a vydatnějšími srážkami během roku. Doba polovičních srážek je výrazněji nižší než u zbylých dvou stanic a indikuje přechodné až kontinentální klima. Sniezka leží ve IV. kvadrantu, který znamená teplé kontinentální klima.

 Stanice London/ Gatwick Airp má nadmořskou výšku 62 m n. m. a celkově tuto stanici můžeme označit jako oceánskou. Index termické kontinentality i index ombrické kontinentality (7,98% a 5,53%) jsou poměrně nízké, což odpovídá oceánskému klimatu. Doba polovičních srážek (6,58) se blíží hodnotě 7, která charakterizuje silně oceánické oblasti. Stanice London/ Gatwick Airp leží ve druhém kvadrantu, který znamená oceánské klima.

 Stanice Yalta, která leží v nadmořské výšce 72 m n. m. a její klima se dá také označit jako oceánské. Index termické kontinentality (26,42%) by indikoval kontinentální klima, protože závisí především na průměrné roční amplitudě teploty, která je na Yaltě výrazná. Ovšem index ombrické kontinentality (1,10%), už nám indikuje oceánské klima, které je na Yaltě více pravděpodobné. Doba polovičních srážek (7,65) také odpovídá silně oceánické oblasti, protože přesahuje hodnotu 7. Stanice Yalta leží stejně jako London ve druhém kvadrantu, který znamená oceánské klima.

ZDROJE

* Climatological normals (CLINO) for the period 1961-1990. WMO, Geneva, 1996, 768 s.
* Is.muni.cz (2017). Klimatologické indexy – Zadání cvičení [online]. [cit. 7. 10. 2016]. Dostupné z:<https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2017/Z0076/cviceni/klimaindexy/Indexy_zadani_2017.pdf>