

# METEOROLOGIE A KLIMATOLOGIE

## Klimatologické indexy

### ZADÁNÍ

Popište polohu zadaných stanic a vypsát roční chod teploty vzduchu a srážek a početně či graficky zpracovat následující charakteristiky (slovně zhodnotit):

- 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

Pro zadaný úkol jsem zpracovával tyto stanice:

- 1) La Coruña
- 2) Rivne
- 3) Jokioinen

La Coruña se nachází na severozápadním pobřeží Španělska, to znamená převažující proudění vzduchu od Atlantického oceánu. Podle tabulek č.1 a č.2 lze s jistotou říci, že se bude jednat o ryze oceanické klima (poměrně vyrovnané teploty po celý rok). Ze všech stanic se jedná o nejnižší položenou a zároveň v nejnižší nadmořské výšce (téměř hladina sv. oceánu).

Rivne neboli Rovno najdeme na západní Ukrajině asi 150 km od polských hranic. Při první pohled na mapu lze říci, že se nachází poměrně daleko od moře/oceánu a oproti první zmiňované stanici se nachází ve větší nadmořské výšce (230 m.n.m.). Podle tabulek lze očekávat spíše kontinentální klima (velký rozdíl mezi minimální a maximální průměrnou teplotou, srážky jsou největší v létě).

Poslední zpracovávaná stanice se nachází v jižním Finsku v nadmořské výšce 103 m.n.m. Vzhledem k blízkosti Finského a Botnického zálivu bych očekával o něco větší oceanitu než v ukrajinské meteostanici, ale následující tabulky mi toto tvrzení nejspíše vyvrací, mají podobný průběh teplot a srážek jako Rivne – tedy spíše kontinentální charakter.

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

Stanice	Měsíc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
La Coruña	10,4	10,5	11,3	12,1	14,1	16,4	18,4	18,8	18,1	15,7	12,6	10,9
Rivne	-5,4	-4	0,3	7,7	13,7	16,6	17,7	17,2	13,1	7,7	2,1	-2,5
Jokioinen	-7,5	-7,4	-3,5	2,4	9,4	14,3	15,8	14,2	9,4	4,7	-0,4	-4,9

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

Tab. 2: Průměrné měsíční srážky [mm] ve vybraných stanicích za období 1961 – 1990

Stanice	Měsíc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
La Coruña	131	104	86	83	78	49	25	29	63	104	116	128
Rivne	30	28	26	41	56	81	84	63	48	38	36	37
Jokioinen	36	24	25	32	35	47	80	83	65	58	55	42

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

## PLUVIOMETRICKÝ KOEFICIENT

Tento koeficient vysvětluje počet srážek v určitém měsíci ku poměru srážek rozložených během celého roku rovnoměrně. Lze vyjádřit pomocí vzorce:

$$k_i = \frac{r_i}{\frac{R}{12}}$$

$k_i$  – Pluviometrický koeficient

$r_i$  – měsíční srážkový úhrn i-tého měsíce

R – roční srážkový úhrn (suma všech měsíčních srážek)

Podle vypočtených hodnot v tabulce č. 3 je vidět největší rozdíl pluviometrického koeficientu mezi stanicí La Coruña a zbývajícími dvěma stanicemi. Ve Španělské stanici je většina srážek zaznamenána v zimním období a naopak ve zbývajících dvou v letním. Nejsevernější stanice Jokioinen má v létě posunuty maximální hodnoty pluviometrického koeficientu asi o měsíc oproti stanici Rivne.

Tab. 3: Pluviometrický koeficient vybraných stanic za období 1961 - 1990

Stanice	Měsíc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
La Coruña	*1,58	1,25	1,04	1,00	0,94	0,59	0,30	0,35	0,76	1,25	1,40	1,54
Rivne	0,63	0,59	0,55	0,87	1,18	1,71	1,77	1,33	1,01	0,80	0,76	0,78
Jokioinen	0,74	0,49	0,52	0,66	0,72	0,97	1,65	1,71	1,34	1,20	1,13	0,87

Zdroj dat: Climatological normals (CLINO) for the period 1961-1990. WMO, Geneva, 1996, 768 s. (vlastní výpočet)

\*Výpočet:

$$k_i = 131 / (996/12) = \underline{1,58}$$

Lepší přehled o chodu pluviometrického koeficientu nám ukazuje obr. č. 1. Nalezneme zde dvě amplitudy maximálních hodnot pro stanice Rivne a Jokioinen a minimální hodnotu pluviometrického koeficientu pro španělskou stanici La Coruña v létě. To znamená, že španělská stanice má úplně jiné rozložení srážek během roku než zbývající dvě. Zde je lépe vidět již zmíněný posun maximální hodnoty  $k_p$  ve stanici Jokioinen oproti Rivne asi o kalendářní měsíc.



Obr. 1 Průběh pluviometrického koeficientu u vybraných stanic za období 1961 – 1990

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

## INDEX TERMICKÉ A OMBIRCKÉ KONTINENTALITY

Abychom zjistili pomocí teplot, jestli se v dané stanici jedná o kontinentální respektive oceanické klima, k tomu slouží index termické a ombrické kontinentality. Pokud se oba indexy blíží k nule, jedná se o oceanické klima. Index termické kontinentality je závislý na zeměpisné šířce (tab. 4) a průměrné roční teplotní amplitudy:

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

K.... Index termické kontinentality (%)

A.... Průměrná roční amplituda (°C)

$\varphi$ .... Zeměpisná šířka (°)

Tab. 4: Zeměpisná šířka vybraných stanic

Stanice	Zeměpisná šířka
La Coruña	43°22' s.š.
Rivne	50°35' s.š.
Jokioinen	60°49' s.š.

Nejvyšší hodnoty indexu termické kontinentality má stanice Rivne a Jokioinen, které odpovídají kontinentálnímu klimatu (mají velkou hodnotu průměrné roční teplotní amplitudy). La Coruña je charakteristická tímto indexem blízkým nule, to odpovídá ryze oceanickému klimatu.

Tab. 5: Průměrná roční amplituda a index termické kontinentality ve vybraných stanicích za období 1961 - 1990

Stanice	A (°C)	K (%)
La Coruña	8,4	*0,40
Rivne	23,1	30,43
Jokioinen	23,3	24,97

Zdroj dat: Climatological normals (CLINO) for the period 1961-1990. WMO, Geneva, 1996, 768 s. (vlastní výpočet)

\*Výpočet:

$$K = (1,7/\sin 43^\circ 22')(8,4 \times \sin 43^\circ 22') = \underline{0,4 \%}$$

Index ombrické kontinentality slouží opět k určení kontinentality/oceanity. Používá k tomu srážkové úhrny za určitá období. Vzorec pro výpočet je následující:

$$k = \frac{12 \cdot (l - 35)}{\sqrt{S_z}}$$

k... index ombrické kontinentality

l... množství srážek v „letním“ období (IV-IX) v procentech ročního srážkového úhrnu, výpočet:

$$l = \frac{\sum S_{(IV-IX)}}{S_r} \cdot 100 \text{ [%]}$$


S<sub>r</sub>... roční úhrn srážek

S<sub>z</sub>... množství srážek v „zimním“ období (X-III), výpočet:

$$S_z = \sum S_{(X-III)}$$

Největší podíl srážek za zimní půlrok má stanice Rivne, ihned následována finskou stanicí Jokioinen. Tyto stanice mají větší sumu srážek v zimním půlroce než v letním. Je to způsobené polohou těchto stanic – leží ve vnitrozemí. La Coruña je charakteristická obráceným rozložením srážek - více než dvě třetiny všech srážek spadnou v zimě, protože zde proudí většinu roku vlhký vzduch od oceánu. Tomuto tvrzení odpovídá i index ombrické kontinentality (nejmenší je pro La Coruňu – oceanické klima, zbývající dvě mají mnohonásobně vyšší hodnotu – kontinentální klima).

Tab. 6: Vybrané charakteristiky stanic a jejich index ombrické kontinentality (k) za období 1961-1990

Stanice	l (%)	S <sub>z</sub> (mm)	S <sub>r</sub> (mm)	k (%)
La Coruña	30,88	669	996	*- 
Rivne	60,55	243	616	19,67
Jokioinen	52,86	305	647	12,27

Zdroj dat: Climatological normals (CLINO) for the period 1961-1990. WMO, Geneva, 1996, 768 s. (vlastní výpočet)

\*Výpočet:

$$S_z = 104 + 116 + 128 + 131 + 104 + 86 = 669 \text{ mm}$$

$$l = (83 + 78 + 49 + 25 + 29 + 63)/996 \times 100 = 327/996 \times 100 = 30,88 \text{ %}$$

$$*k = 12 \times (30,88 - 35)/\sqrt{669} = -1,83$$

## DOBA POLOVIČNÍCH SRÁŽEK

Jedná se o dobu, kdy spadne polovina srážek (vyjádřeno v měsících) za níž spadne polovina ročního úhrnu. V kontinentálním klimatu je tato doba menší než v oceanickém. Výpočet pomocí vzorce:

$$\sum_{III}^x S_i = S_n$$

$S_i$ .... Průměrný měsíční úhrn srážek i-tého měsíce

$S_n$ .... Počet měsíců

$x$ .... Poslední celý měsíc, jehož srážkové množství přičítáme

Následující tabulka (č.7) ukazuje silnou oceanitu stanice La Coruña, protože k získání poloviny průměrných srážek je potřeba téměř 8 měsíců. Naopak ve stanici Rivne je tato hodnota téměř 2x menší, způsobují to konvektivní srážky v letním období, v zimě tolik nenaprší/nenasněží, proto lze jednoznačně říci, že tato stanice je typická pro kontinentální klima. Finská stanice podle těchto charakteristik má menší náznaky kontinentálního klimatu – asi o 1 měsíc více je potřeba k získání poloviny průměrných srážek, existuje tu o něco větší vliv oceánu než v případě Rivne.

Tab.7: Hodnoty ročních srážek, polovičních ročních srážek a doba jejich získání od 1. dubna na vybraných stanicích za období 1961-1990.

Stanice	$S_r$ (mm)	$S_n$ (mm)	počet měsíců
La Coruña	1059	529,5	7,95
Rivne	616	308	4,55
Jokioinen	647	323,5	5,56

Zdroj dat: Climatological normals (CLINO) for the period 1961-1990. WMO, Geneva, 1996, 768 s. (vlastní výpočet)

Výpočty (vše v mm, pokud není uvedeno jinak)

1) La Coruña (vzorový příklad):

$83 + 78 + 79 + 25 + 29 + 63 + 104 = 431$  (7měsíců, do 529,5mm zbývá 98,5mm z dalšího měsíce)

Zbývající čas:  $104/30 = 3,467$  mm/den (za předpokladu rovnoměrného rozložení srážek;)

$98,5/3,467 = 28,41$  dní;

$28,41/30 = 0,95$  měsíce (tuto hodnotu přičteme k celým měsícům)

2) Rivne

$$41 + 56 + 81 + 84 = 262 (4)$$

$$84/30 = 2,8 \text{ mm/den};$$

$$46/2,8 = 16,42 \text{ dní};$$

$$16,42/30 = \underline{0,55 \text{ měsíce}}$$

3) Jokioinen

$$32 + 35 + 47 + 80 + 83 = 272 (5)$$

$$83/30 = 2,77 \text{ mm/den};$$

$$46,5/2,77 = 16,81 \text{ dní};$$

$$16,81/30 = \underline{0,56 \text{ měsíce}}$$

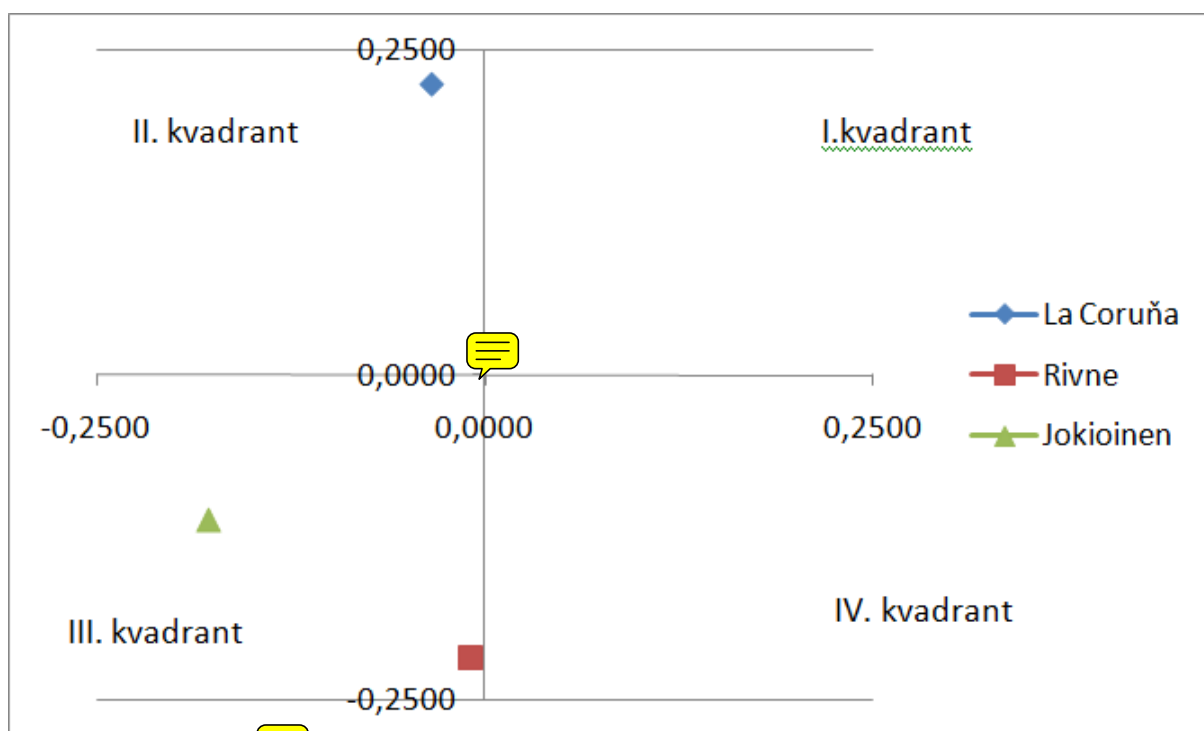
## POLOHA TĚŽIŠTE SRÁŽEK

Ukazuje charakter klimatu stanice pomocí jednotlivých měsíčních úhrnů. Souřadnice těžiště srážek se vypočtou podle vztahů:

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

S.... roční úhrn srážek

Následující graf (obr. 2) a výsledná tabulka (č. 8) ukazuje rozdělení stanic do kvadrantů, tedy do určitého klimatu. I. Kvadrant reprezentuje horské a středomořské klima, do této části nepatří žádná ze stanic. Druhý kvadrant je typický pro oceanitu, zde se nachází stanice La Coruña. Tato stanice ale není daleko od prvního kvadrantu, přibližuje se tedy nejspíš středomořskému chodu srážek, horský typ to nemůže být, protože leží u moře. Třetí kvadrant obsahuje ihned dvě stanice a to Jokioinen a Rivne. První jmenována se nachází „uprostřed“ kvadrantu, znamená to že, je charakteristická kontinentálním a přechodným typem srážek. Rivne leží přesně na hranici mezi III. a IV. Kvadrantem. Ta bude reprezentovat poněkud teplejší klima než Jokioinen avšak stále kontinentální.



Obr. 2: Poloha těžiště srážek vybraných stanic v období let 1961 – 1990

Výpočet těžiště srážek (pro stanici La Coruña):

$$X = [0,5 (104 + 49 - 29 - 128) + 0,866 (86 + 78 - 63 - 116) + 83 - 104] / 996 = -0,0341$$

$$Y = [0,5 (86 - 78 - 63 + 116) + 0,866 (104 - 49 - 29 + 128) + 131 - 25] / 996 = 0,2240$$

Tab. 8: Vybrané charakteristiky stanic za období 1961 – 1990.

Stanice	Zeměpisná šířka	Nadmořská výška (m. n. m.)	Index termické kont. (%)	Index ombrické kont. (%)	Doba pol. srážek (měsíce)	Poloha těžiště srážek	klima
La Coruña	43°22' s.š.	98	0,40	1,83	7,95	2. kvadrant	oceanické
Rivne	50°35' s.š.	231	30,43	19,67	4,55	3. kvadrant	kontinentální
Jokioinen	60°49' s.š.	103	24,97	12,27	5,56	3. kvadrant	kontinentální

Zdroj dat: Climatological normals (CLINO) for the period 1961-1990. WMO, Geneva, 1996, 768 s. (vlastní výpočet), IS MUNI

## ZÁVĚR

Pro tři zpracovávané meteorologické stanice rozmístěné po celé Evropě bylo za úkol zjistit jejich příslušnost k oceanickému nebo kontinentálnímu druhu klimatu. Jak už názvy



napovídají, nejvíce záleží na vzdálenosti od oceánu. Pokud by ale nebyla k dispozici poloha stanic lze to určit i pomocí různých srážkových a teplotních charakteristik.

Nejsnadnější je se podívat na tabulku průměrných měsíčních teplot (tab. 1) a průměrných měsíčních srážek (tab. 2), které ihned rozdělují stanice na dva odlišné typy. Španělská stanice La Coruña bez větších debat patří do oceanického typu klimatu protože ji nalezneme na severozápadním cípu Pyrenejského poloostrova a proto lze očekávat téměř neustálý příliv nasyceného vzduchu přinášejícího v zimním období hojné srážky, dokazuje to velká hodnota pluviometrického koeficientu viz tab. 3. Opačný pól reprezentuje ukrajinská stanice Rivne, pro kterou sou charakteristické nevyšší srážkové úhrny v létě (tab.3). Jde o srážky většinou z bouřkových oblaků vytvářených z vysokých teplot v létě. Podobný charakter klimatu nalezneme i v nejsevernější zkoumané stanici – Jokioinen ve Finsku, s tím rozdílem že průměrné měsíční teploty jsou asi o 2°C menší a maximální amplituda srážek je posunuta asi o měsíc jak ukazuje obr. 1.

Poněkud složitější charakteristiky také prokazují předešlá tvrzení ohledně klimatu, protože se index termické a ombrické kontinentality blíží k hodnotě nula u stanice La Coruña. Naopak nabývá velkých hodnot v případě obou zbývajících stanic. Index termické kontinentality u těchto dvou stanic lze považovat za podobný, v případě ombrického indexu už je tu vidět znatelný rozdíl, který může indikovat rozmezí kontinentálního a přechodného klimatu (nejspíše vlivem měsíčního posunu maximálních srážek a vyšší zeměpisné šířce – téměř polární kruh). Podobně lze vysvětlit i různou dobu polovičních srážek – u stanice La Coruña je tato doba asi 2x delší než v případě nejvíce kontinentální stanice Rivne. Poslední charakteristika bylo nalezení polohy těžiště srážek, které nám zařadilo všechny stanice do určitého kvadrantu, které popisují určité klima (obr. 2).

Tyto výsledky jsem očekával už při prvním shlédnutí mapy, akorát u Finské stanice jsem očekával větší vliv oceanity a tedy spíše přechodné klima.

## ZDROJE

WMO, 1996. Climatological normals (CLINO) for the period 1961 - 1990. Geneva: autor neznámý

IS MUNI, 2018. Klimatologické indexy. [Online]

Dostupné z: [https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2018/Z0076/cviceni/cviceni\\_1/](https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2018/Z0076/cviceni/cviceni_1/) (9. 10. 2018)