

KLIMATOLOGICKÉ INDEXY

cvičenie č. 1

Zadanie:

Popíšte polohu vám pridelených staníc a vypíšte ročný chod teploty vzduchu a zrážok. Výpočtom alebo graficky spracujte nasledujúce charakteristiky:

- 1) Pluviometrický koeficient – hodnotenie ročného rozdelenia zrážok
- 2) Hodnotenie kontinentality/oceanity klímy
 - Index termickej kontinentality
 - Index ombrickej kontinentality
 - Doba polovičných zrážok (zrážkový polčas)
 - Poloha ťažiska zrážok

Opíšte chod ročnej teploty a zrážok, priemernú ročnú teplotu a ročnú sumu zrážok pre každú stanicu.

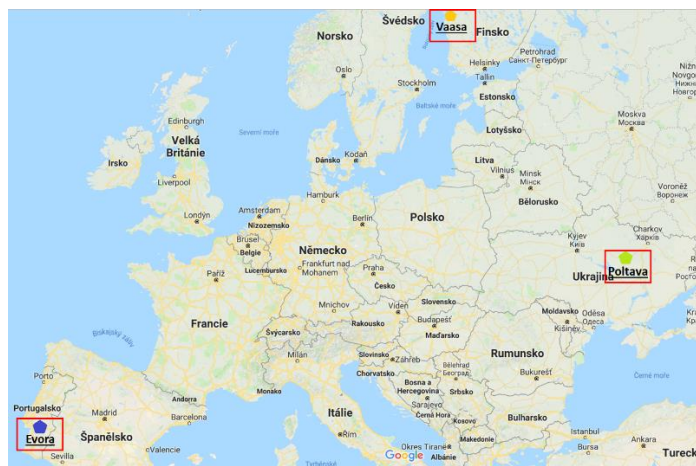
Vypracovanie:

Spracovávali sme údaje z troch meteorologických staníc a to [Evora](#) v Portugalsku, [Poltava](#) na Ukrajine a [Vaasa](#) vo Fínsku. Meteorologická stanica Evora sa nachádza v nadmorskej výške 293 m n.m. Leží východne od hlavného mesta Lisabon, približne v strede medzi hranicou štátu a pobrežím Atlantického oceánu. Medzi Kyjevom a Charkovom, vo výške 160 m n.m. sa nachádza stanica Poltava ležiaca vo vnútrozemí. Fínska stanica sa nachádza na letisku v blízkosti mesta Vaasa, ktoré leží na pobreží Botnického zálivu severozápadne od hlavného mesta Helsinky. Stanica leží v nadmorskej výške 6 m n.m.

Tabuľka 1: Zemepisná šírka a dĺžka meteorologických staníc

stanica	zem. šírka	zem.dĺžka
Evora	38°34′	7°91′
Poltava	49°36′	34°54′
Vaasa	63°03′	21°75′

Zdroj: WMO (1966), Universidade de Évora; Finnish meteorological institute; OSCAR WMO (2018)



Obrázok 1: Poloha daných staníc na mape

Zdroj: GoogleMaps (2018), vlastné spracovanie (2018)

Ročný chod teplôt vzduchu a úhrnu zrážok

Evora

Stanica Evora ležiaca približne v strede Portugalska má malú amplitúdu teplôt. Najnižšia teplota, 9,4°C, bola nameraná v zimnom polroku a to v mesiaci január. Najvyššia teplota bola nameraná v auguste, kedy dosiahla hodnotu 23,2°C. Najviac zrážok napadlo v zimných mesiacoch s maximom 88 mm v januári. Naopak minimum zrážok napadlo v letných mesiacoch a to predovšetkým 4 mm v júli a 8 mm júny. Priemerná ročná teplota je 15,7°C a ročná suma úhrnu zrážok 627 mm. Takýto ročný chod teplôt a zrážok je typický pre stanice s oceánickou klímou.

Poltava

Podľa polohy stanice vo vnútrozemí Ukrajiny, sme usúdili že by mohlo ísť o stanicu s kontinentálnou alebo prechodnou klímou. Priemerná ročná teplota je pre túto stanicu 7,6°C. Teplotná amplitúda je pre túto stanicu pomerne veľká. V zimnom polroku sa vyskytujú štyri mesiace s teplotou menšou ako 0°C. V letnom polroku dosiahla teplota maximum v júli a to 20,1 °C. Ročný úhrn zrážok predstavuje 569 mm. Úhrny zrážok letného a zimného polroku nie sú tak výrazne rozdielne ako to bolo u stanice Evora. Na druhú stranu je jednoznačné že v letnom polroku je úhrn zrážok vyšší ako v zimnom.

Vaasa

Táto fínska stanica, ležiaca v malej nadmorskej výške v blízkosti Botnického zálivu, má veľkú teplotnú amplitúdu a pomerne nízku priemernú ročnú teplotu 3,4°C. Hodnotu teploty menej ako 0°C tu má päť mesiacov zimného polroku. Najvyššia teplota bola zaznamenaná pre mesiac júl, a to 15,7°C. Najväčší úhrn zrážok je v druhom polroku s maximom v mesiaci august, 68 mm. Minimum zrážok je koncom zimy a v jarných mesiacoch a to 22 mm vo februári, 24 mm v marci a 26 mm v apríly. Celkový ročný úhrn zrážok dosahuje 501 mm. Podľa vyššie uvedených skutočností by sme stanicu najskôr zaradili medzi stanice s kontinentálnou klímou avšak z hľadiska polohy stanice na mape, by sme skôr uvažovali o stanici s prechodnou klímou.

Tabuľka 2: Ročný chod teploty vzduchu [°C] na daných staniach v období 1961-1990

Stanica	Mesiac												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Evora	9,4	11,8	13,4	16,3	20,1	23,0	23,2	21,6	17,3	12,7	9,9	15,7	
Poltava	-6,6	-5,3	-0,1	8,8	15,4	18,6	20,1	19,4	14,3	7,6	1,5	-3,1	7,6
Vaasa	-7,8	-7,8	-3,9	1,7	8,3	13,7	15,7	13,9	9,2	4,6	-0,9	-5,5	3,4

Zdroj: WMO (1996)

Tabuľka 3: Ročný chod úhrnu zrážok [mm] nameraný na daných staniach v období 1961-1990

Stanica	Mesiac												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Evora	88	86	57	56	38	29	8	4	27	69	80	85	627
Poltava	43	37	35	40	51	60	71	46	44	42	49	51	569
Vaasa	30	22	24	26	33	38	58	68	62	52	49	39	501

Zdroj: WMO (1996)

Pluviometrický koeficient

Vypočítame ho, ako podiel mesačného úhrnu zrážok daného mesiaca v roku a jednej dvanástiny ročného úhrnu zrážok. Na základe vypočítanej hodnoty vieme určiť podpriemernosť alebo nadpriemernosť mesiaca z hľadiska úhrnu zrážok. Pokiaľ hodnota daného mesiaca je väčšia ako 1, tak hovoríme o nadpriemernom mesiaci. Pokiaľ je hodnota menšia ako 1, tak sa jedná o podpriemerný mesiac.

Vzorec pre výpočet:

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

K_p = pluviometrický koeficient

r_i = mesačný úhrn zrážok i-tého mesiaca v roku [mm]

R = ročný úhrn zrážok [mm]

Vzorový výpočet: výpočet hodnoty K_p pre stanicu Evora za mesiac január (dosadenie údajov z tabuľky 3)

$$K_p = \frac{88}{\frac{627}{12}}$$

Tabuľka 4: Hodnoty pluviometrického koeficientu (PK) pre dané stanice

st	Pluviometrický koeficient											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Evora	1,68	1,65	1,09	1,07	0,73	0,56	0,15	0,08	0,52	1,32	1,53	1,63
Poltava	0,91	0,78	0,74	0,84	1,08	1,27	1,50	0,97	0,93	0,89	1,03	1,08
Vaasa	0,72	0,53	0,57	0,62	0,79	0,91	1,39	1,63	1,49	1,25	1,17	0,93

Evora

Podľa hodnôt v tabuľke 4 vidíme že stanica má len dva mesiace blížiac sa priemernej hodnote a to v mesiaci marec, kedy hodnota PK je 1,09 a v mesiaci apríl kedy je táto hodnota 1,07. Taktiež vieme, že od mája do septembra majú všetky mesiace podpriemernú hodnotu, a od októbra do februára nadpriemernú s maximom v mesiaci Január a to 1,68.

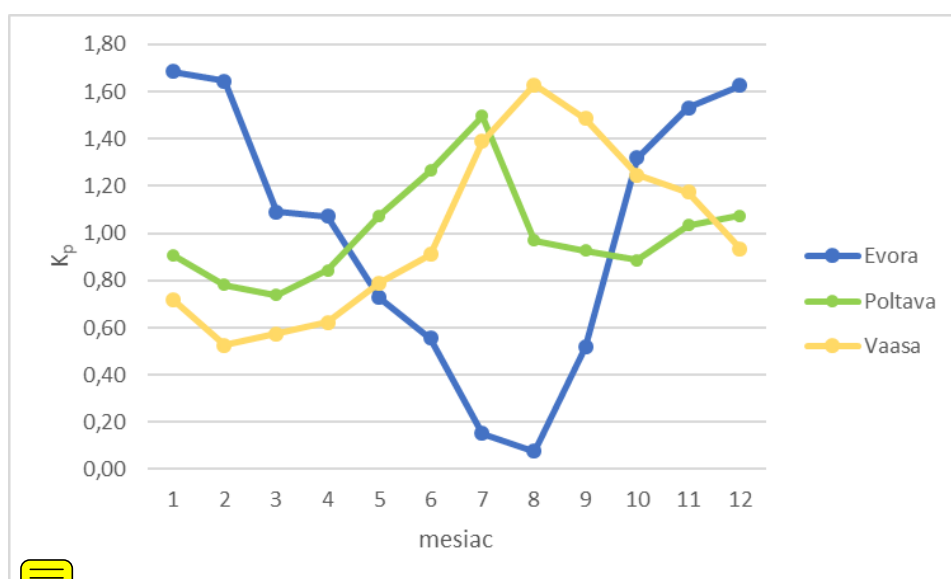
Poltava

Pri tejto stanici vidíme, že priemeru sa okrem štyroch mesiacov, február, marec, jún a júl blížia v všetky ostatné mesiace. Najviac nadpriemerným mesiacom, s hodnotou PK 1,50, je mesiac júl. Naopak podpriemernými mesiacmi sú február, s hodnotou 0,78, a marec s hodnotou 0,74.

Vaasa

Táto stanica má až päť mesiacov s podpriemernou hodnotou PK a to s minimom 0,53 v mesiaci február. Nadpriemernú hodnotu majú mesiace júl, august, s najväčšou hodnotou PK a to 1,63, následne september a október. Priemernej hodnote sa približujú najviac mesiace jún, november a december, pričom hodnota mesiaca december, 0,93 sa priemeru približuje najviac.

Na obrázku 2 je graficky zobrazený ročný chod pluviometrického koeficientu jednotlivých staníc. Z grafu je veľmi dobre vidieť, že stanice **Poltava** a **Vaasa** majú relatívne podobný chod zrážok a teda by mohli mať rovnaký typ klímy, v tomto prípade to napovedá ku kontinentálnemu typu. Stanica **Evora** je ich pravým opakom a teda klíma by podľa takéhoto ročného chodu PK mala byť pre stanicu oceánická.



Obrázok 2: ročný priebeh pluviometrického koeficientu

Index termickej kontinentality

Index slúži na posúdenie kontinentality resp. oceanity klímy, v závislosti na zemepisnej šírke a priemernej ročnej amplitúde teploty. Taktiež jeho hodnota môže vypovedať aj o silnej kontinentalite či extrémnej oceanite. Princíp vyhodnocovania výsledkov je pomerne jednoduchý. Čím je hodnota K vyššia, tým je klíma kontinentálnejšia. Naopak, čím je hodnota K nižšia, tým je klíma oceánickejšia.

Vzorec pre výpočet:

$$K = \frac{1.7}{\sin \varphi} (A - 12 * \sin \varphi)$$

K = index termickej kontinentality [%]

φ = zemepisná šírka [°]

A = priemerná ročná amplitúda teploty [°C]

Vzorový výpočet: výpočet hodnoty **K** pre stanicu Evora (dosadenie údajov z tabuľky 1 a 2)

$$K = \frac{1.7}{\sin 38^{\circ}34'} (13,8 - 12 * \sin 38^{\circ}34')$$

Tabuľka 5: Hodnoty indexu termickej kontinentality (ITK) pre dané stanice

Stanica	index termickej kontinentality[%]
Evora	17,2
Poltava	39,2
Vaasa	24,4

Evora

Pri tejto stanici vyšla hodnota ITK najnižšia a to 17,2%, čo predstavuje skoro strednú hodnotu škály na vyhodnocovanie kontinentality. Ak berieme v úvahu len tento fakt, tak by sme stanici priradili prechodnú klímu, poprípade veľmi slabo oceánickú. Avšak keď zväžíme jej polohu na mape, tak sa nám výsledok nezdá príliš dôveryhodný.

Poltava

Podľa hodnoty ITK patrí táto stanica medzi tie so silne kontinentálnou klímou, z hľadiska jej polohy vo vnútrozemí Ukrajiny ale aj pomerne malej vzdialenosti od čierneho mora, by sme kontinentalite veľkú silu neprivlastňovali.

Vaasa

Hodnota ITK je v prípade tejto stanice nad strednou hodnotou a to 24,4%. Podľa tejto hodnoty je klíma stanice prechodná až slabo kontinentálna.

Index ombrickej kontinentality

Je to ďalší z indexov, ktorý nám pomáha určiť kontinentalitu alebo oceanitu klímy. Tento index však neoperuje s hodnotami teplôt, ako to bolo u predošlého indexu, ale s hodnotami úhrnov zrážok. Princíp vyhodnocovania výsledkov je rovnaký ako u indexu termickej kontinentality.

Vzorec pre výpočet:

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

k = index ombrickej kontinentality [%]

$$l = \frac{\sum s(IV - IX)}{s_r} * 100 [\%]$$

l = zrážky teplého polroka (IV-IX) v % ročného úhrnu

s_z = absolútne množstvo zrážok chladného polroka (X-III) [mm]

$$s_z = \sum s(X - III)$$

s_r = ročný úhrn zrážok [mm]

Vzorový výpočet: výpočet hodnoty k pre stanicu Evora (dosadenie údajov z tabuľky 3)

$$l = \frac{56 + 38 + 29 + 8 + 4 + 27}{s_r 627} * 100 [\%]$$
$$s_z = 69 + 80 + 85 + 88 + 86 + 57$$
$$k = 12(25,83732 - 35)/\sqrt{465}$$

Tabuľka 6: Hodnoty indexu ombrickej kontinentality (IOK) pre dané stanice

Stanica	index ombrickej kontinentality[%]
Evora	-5,1
Poltava	14,8
Vaasa	17,9

Evora

Hodnota IOK je pre danú stanicu veľmi nízka čo je indikátorom oceánickej klímy. Nakoľko IOK nadobúda záporných hodnôt, -5,1%, tak klíma stanice je až extrémne oceánická. Ak by sme brali v úvahu polohu stanice, mohli by sme sa k tomuto tvrdeniu prikloniť.

Poltava

Nakoľko stanice s najsilnejšou kontinentalitou dosahujú IOK o hodnote okolo 40%, by sme túto stanicu, ktorej hodnota IOK je 14,8% zaradili medzi stanice s prechodnou klímou až slabo oceánickou.

Vaasa

Z daných staníc ktoré sú predmetom cvičenia, má práve táto stanica hodnotu ombrickej kontinentality najvyššiu. S hodnotou IOK 17,9% ju zaradíme medzi stanice s prechodnou klímou, tak ako aj stanicu Poltava.

Doba polovičných zrážok

Slúži nám na vyjadrenie ombrickej kontinentality, k čomu využíva počet mesiacov potrebný na vypadnutie jednej polovice ročného úhrnu zrážok. Na základe jej hodnôt môžeme určiť kontinentalitu či oceanitu klímy, a to tak, že v prípade nízkeho počtu mesiacov bude klíma kontinentálna. A naopak, čím bude počet mesiacov vyšší, tým bude klíma oceánickejšia.

Výpočet pre jednotlivé stanice: (dosadenie údajov z tabuľky 3)

Evora

Ročný úhrn zrážok tejto stanice je 627 mm. Jedna polovica z toho je 313,5. V ďalšom kroku vyrátame koľko mesiacov je potrebných do hodnoty jednej polovice ročného úhrnu zrážok. Začíname sčítavať od apríla, pričom využívame hodnoty z tabuľky 3. Musíme upozorniť na to, že konečné výsledky počtu mesiacov zaokrúhľujeme na 2 desatinné miesta.

Výpočet: $56+38+29+8+4+27+69+80= 311$ mm, ešte nám chýba 2,5 mm zrážok z mesiaca december. Ďalej sme počítali tak, že hodnotu čiastky ,ktorá chýba, v tomto prípade 2,5, vydáme jedným percentom celkovej hodnoty úhrnu zrážok za december. V tomto prípade: $2,5/0,85=2,94$. Doba polovičných zrážok je 8,29 mesiaca. Toto číslo je vysoké a teda vypovedá o tom, že táto stanica leží v oceánickej klíme.

Poltava

Pri výpočte sme postupovali obdobne ako pri stanici Evora. Jedna polovica ročného úhrnu zrážok je pre túto stanicu 284,5 mm.

Výpočet: $40+51+60+71+46=268$ mm, do polovičnej hodnoty chýba 16,5 mm z mesiaca september. Výpočet: $16,5/0,44=37,5$. Doba polovičných zrážok pre túto stanicu je 5,38 mesiaca. Takúto hodnotu dosahujú zvyčajne stanice s prechodnou klímou.

Vaasa

Opäť sme použili rovnaký spôsob výpočtu ako pri dvoch predošlých staniaciach. Ročný úhrn zrážok je 501 mm a polovica je teda 250,5 mm.

Výpočet: $26+33+38+58+68=223$ mm, do polovičnej hodnoty chýba 27,5 mm z mesiaca september. Výpočet: $27,5/0,62=44,35483871$. Doba polovičných zrážok nám vyšla približne rovnaká ako hodnota predošlej stanice a to 5,44 mesiaca. To znamená, že aj tejto stanici by sme priradili prechodný typ klímy.

Poloha ťažiska zrážok

Vypočítaním súradníc x; y daných staníc, a ich vynesím do súradnicového grafu, môžeme na základe ich polohy v jednotlivých kvadrantoch zhodnotiť, o stanice s akým typom klímy sa jedná.

Vzorec pre výpočet:

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

s= ročný úhrn zrážok

x= súradnica osi x

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

y= súradnica osi y

I, II,...,XII = úhrn zrážok pre daný mesiac

Vzorový výpočet: výpočet súradníc x a y , pre stanicu Evora (dosadenie údajov z tabuľky 3)

$$x = \frac{0,5(86 + 29 - 4 - 85) + 0,866(57 + 38 - 27 - 80) + 56 - 69}{627}$$

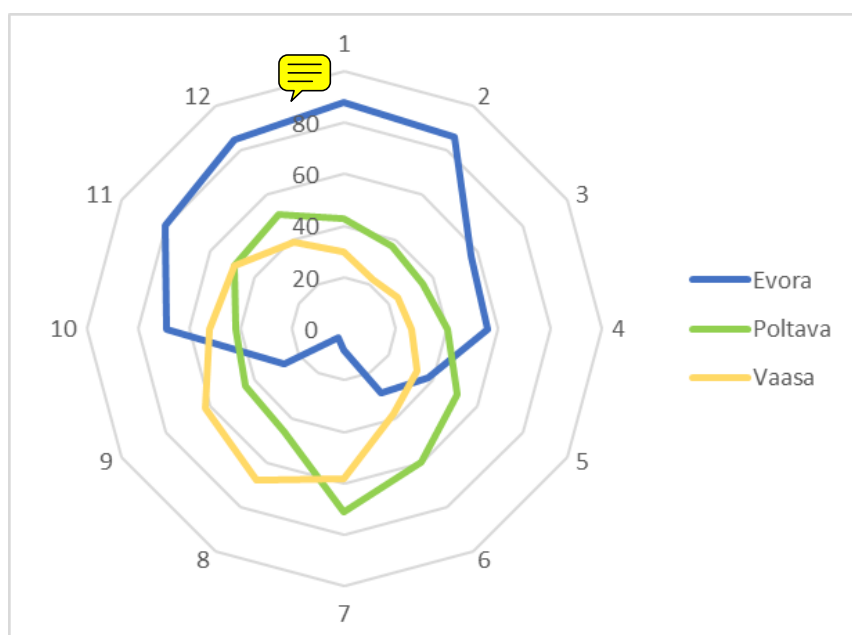
$$y = \frac{0,5(57 - 38 - 27 + 80) + 0,866(86 - 29 - 4 + 85) + 88 - 8}{627}$$

Tabuľka 7: Výsledné súradnice ťažiska zrážok pre dané stanice

stanica	x	y
Evora	-0,01657	0,375611
Poltava	-0,01417	-0,08627
Vaasa	-0,20558	-0,15563

Zdroj: WMO (1996), vlastný výpočet (2018)

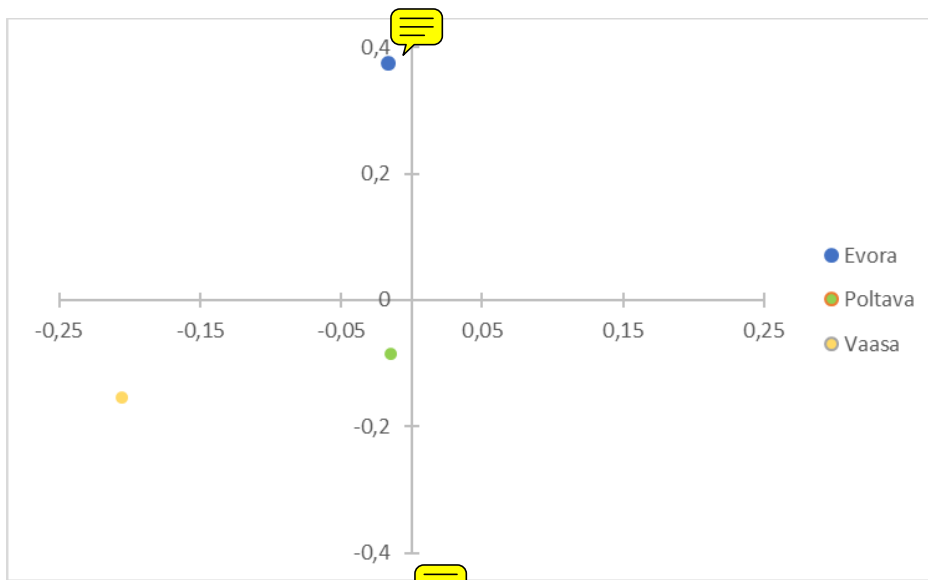
Ročný chod úhrnov zrážok je graficky znázornený na obrázku 3. Z grafu je veľmi dobre vidieť, že najväčšie úhrny zrážok pre portugalskú stanicu sú v mesiacoch november, december, január a február. Naopak najnižšie úhrny zrážok sú v mesiacoch jún, júl a august. Čo sa týka ukrajinskej stanice, tak maximá úhrnov zrážok sú naopak v letných mesiacoch jún, júl, a minimá predovšetkým koncom zimy a v jarných mesiacoch február a marec. Pri fínskej stanici je chod úhrnu zrážok podobný ako pri ukrajinskej, akurát v letnom období posunutý o mesiac. To znamená že minimálne úhrny zrážok sú v mesiacoch február, marec a v tomto prípade aj apríl. Maximá úhrnov zrážok sú v mesiacoch júl a august.



Obrázok 3: rozloženie zrážok počas roku na daných staniciach

Zdroj: WMO (1996), vlastný výpočet a spracovanie (2018)

Vypočítané súradnice polohy ťažisiek daných staníc z tabuľky 7 sme vyniesli do súradnicového grafu, v ktorom osy x; y rozdeľujú pole grafu na štyri kvadranty. V prvom kvadrante (vpravo hore) sa vyskytujú stanice s vysokohorskou a stredomorskou klímou. V druhom kvadrante (vľavo hore) sa vyskytujú spravidla stanice s oceánickou klímou. Poloha v treťom kvadrante (vľavo dole) je typická pre stanice s prechodnou a kontinentálnou klímou. Vo štvrtom kvadrante (vpravo dole) sa vyskytujú stanice s teplou kontinentálnou klímou.



Obrázok 4: poloha ťažiska zrážok na daných staniciach

Zdroj: WMO (1996), vlastný výpočet a spracovanie (2018)

Evora

Súradnice tejto stanice sa nachádzajú v druhom kvadrante, a teda klíma podľa toho by mala byť oceánická.

Poltava a Vaasa

V treťom kvadrante sa nachádzajú súradnice oboch staníc. Teda klíma bude prechodná alebo kontinentálna.

Záver:

Zhodnotili sme ročný chod teplôt a úhrnov zrážok troch staníc, ktoré nám boli pridelené. Pre všetky tri stanice sme vypočítali hodnoty pluviometrického koeficientu, indexu termickej kontinentality, indexu ombrickej kontinentality, dobu polovičných zrážok a polohu ťažiska zrážok. Na základe vypočítaných hodnôt sme sa snažili k jednotlivým staniciam prideliť typ klímy.

Tabuľka 8: Súhrnná tabuľka s výsledkami klimatických indexov a typom klímy daných staníc

Stanica	index termickej kontinentality [%]	index ombrickej kontinentality [%]	doba polovičných zrážok [mesiac]	poloha ťažiska zrážok	Typ klímy (kontinentálna/ oceánická)
Evora	17,2	-5,1	8,29	II. kvadrant	oceánická (extrémna)
Poltava	39,2	14,8	5,38	III. kvadrant	slabo kontinentálna až prechodná
Vaasa	24,4	17,9	5,44	III. kvadrant	prechodná

Zdroj: WMO (1996), vlastný výpočet a spracovanie (2018)

Stanicu Evora sme zaradili do kategórie s extrémne oceánickou klímou. Vzhľadom na polohu stanice na mape sme už na začiatku cvičenia predpokladali že stanica bude mať tento typ klímy. Okrem indexu termickej kontinentality nám túto domnienku potvrdili všetky ostatné charakteristiky pričom na základe doby polovičných zrážok a indexu ombrickej kontinentality sme mimo iného určili klímu tejto stanice ako extrémnu.

Poltava ležiaca vo vnútrozemí Ukrajiny a zároveň aj v blízkosti Čierneho mora, na nás pôsobila ako stanica s typom kontinentálnej klímy. Silnú kontinentalitu nám potvrdil index termickej kontinentality. Na základe ostatných charakteristík sme skôr jej klímu vyhodnotili ako prechodnú. Zvažovali sme teda aký typ klímy bude mať táto stanica a rozhodli sme sa že jej klímu budeme považovať za slabo kontinentálnu.

Fínska stanica Vaasa, bola pre nás najtvrdším orieškom. Všetky vypočítané charakteristiky jednoznačne zamietli oceánickú klímu, čo sme aj predpokladali z ročného chodu teplôt a úhrnu zrážok tejto stanice. Stanica leží na pobreží zálivu v malej nadmorskej výške, podľa indexu termickej kontinentality by jej klíma mala byť kontinentálna, podľa ďalších charakteristík skôr prechodná. Po dlhom zvažovaní sme sa priklonili k názoru, že klíma stanice je prechodná.

Zdroje:

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

UNIVERSIDADE DE EVORA (2018): zemepisné súradnice a nadmorská výška stanice Evora, <http://www.clima.cge.uevora.pt/evora/> (4. 10. 2018)

FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE (2018): zemepisné súradnice a nadmorská výška stanice Vaasa, <https://en.ilmatieteenlaitos.fi/observation-stations> (4. 10. 2018)

OSCAR.WMO.INT (2018): zemepisné súradnice a nadmorská výška stanice Poltava, <https://oscar.wmo.int/surface/index.html#/search/station/stationReportDetails/0-20000-0-33506> (4. 10. 2018)

GOOGLE MAPS (2018): základný prehľad o polohe staníc, <https://www.google.cz/maps> (4. 10. 2018)