

Lucie MARŠÁLKOVÁ

457649

2.ročník, B-GK, GEOG (FG)

Brno, 27. 9. 2017

METEOROLOGIE A KLIMATOLOGIE

Klimatologické indexy

ZADÁNÍ:

Popište polohu vybraných stanic a vypište roční chod teploty vzduchu a srážek a početně či graficky zpracujte následující charakteristiky:

1. Pluviometrický koeficient
2. Hodnocení kontinentality/oceanity klimatu
 - Index termické kontinentality
 - Index ombrické kontinentality
 - Doba polovičních srážek (srážkový poločas)
 - Plocha těžiště srážek

VYPRACOVÁNÍ:

Klimatické indexy vypracovávám pro klimatologické stanice:

- GB – Edinburgh Airport(55°56's.š.)
- P – Evora(38°34's.š.)
- FIN – Jyvaskyla(62°24's.š.)

Zadané stanice se nacházejí nejen v různých státech, ale především v různých nadmořských výškách a vzdálenostech od oceánu, což značně ovlivňuje jejich roční chod teploty vzduchu i srážek. Nejnižše položenou stanicí je stanice ve Velké Británii – Edinburgh Airport, která se nachází v nadmořské výšce 35 m n.m.. O více než sto výškových metrů výše se nachází finská stanice Jyvaskyla (145 m n. m.). Nejvýše položenou stanicí z vybraných oblastí je portugalská stanice Evora ve výšce 321 m n. m..Můžeme povšimnout, že žádná ze stanic není horskou stanicí.

Portugalské město Evora najdeme v rovinatém reliéfu v blízkosti řeky Tajo. Toto historické město dělí od Atlantského oceánu necelých 80 km, proto zde, i v souvislosti s převážně JZ přenosem vzduchu, můžeme očekávat značný vliv blízkosti oceánu. Teplotní amplituda je vcelku nízká. Zajímavé je zde rozložení srážek, které v zimních měsících dosahují maxim, naopak v letním období jsou velmi nízké. Pro oblasti západního pobřeží je toto typické. V zimě je toto území pod vlivem Islandské tlakové níže, proto zde vydatněji prší. V letním půlroce je počasí ovlivněno spíše Azorskou tlakovou výší, proto jsou srážkové úhrny v létě nižší.

Středofinské město Jyvaskyla, ležící na severním břehu druhého největšího finského jezera Paijanne, se rozprostírá v rovinatém kraji plném ledovcových jezer. Zde můžeme očekávat kontinentální podnebí, tedy například větší amplitudu teplot. Nejvyšší měsíční

srážkové úhmy zde najdeme v letních měsících, minima naopak v únoru. Skandinávský poloostrov je v zimním období také pod vlivem Azorské tlakové níže, ale srážky spadnou již před Skandinávským pohoří, oblačnost proto dále až do Finska neprostoupí. V zimě na oblast působí také Sibiřská tlaková výše. Díky těmto dvěma faktorům jsou v zimě nižší srážkové úhmy. Naopak v letním půlroce na území působí Íránská tlaková níže a srážky jsou vydatnější.

Edinburgh je pobřežním městem, zde tedy očekáváme malé rozdíly v ročním chodu teplot, tedy nízkou teplotní amplitudu a vyrovnané úhmy srážek. I když jsou srážky poměrně rovnoměrně rozloženy, jistý vrchol najdeme v podzimním období. Stanice se nachází na východním pobřeží, můžeme zde tedy predikovat jak vliv polohy u oceánu, tak i vliv pevniny v souvislosti s přenosem vzduchu od JZ přes pevninu.

Jednotlivé hodnoty průměrných měsíčních teplot a úhrnů srážek najdeme v tabulkách a 2.

Tab.1: Průměrné měsíční teploty vzduchu [°C] ve vybraných stanicích 1961-1990

| Prům.měs. T [°C] | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Prům. |
|------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Edinburgh Airport (GB) | 3,2 | 3,3 | 5,1 | 7,1 | 9,9 | 13 | 14,5 | 14,3 | 12,3 | 9,5 | 5,4 | 3,9 | 8,5 |
| Evora (P) | 9,4 | 10,2 | 11,8 | 13,4 | 16,3 | 20,1 | 23 | 23,2 | 21,6 | 17,3 | 12,7 | 9,9 | 15,7 |
| Jyvaskyla (FIN) | -10 | -9,5 | -4,7 | 1,3 | 8,7 | 14,1 | 15,7 | 13,6 | 8,3 | 3,4 | -2,2 | -7,2 | 2,6 |

Komentář [M1]: Všechny hodnoty v tabulce musí mít stejný počet desetinných míst

Zdroj:WMO (1996)

Tab.2: Průměrné měsíční úhrny srážek [mm] ve vybraných stanicích 1961-1990

| Úhrn srážek [mm] | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Suma |
|------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| Edinburgh Airport (GB) | 57 | 42 | 51 | 41 | 51 | 51 | 57 | 65 | 67 | 65 | 63 | 58 | 668 |
| Evora (P) | 88 | 86 | 57 | 56 | 38 | 29 | 8 | 4 | 27 | 69 | 80 | 85 | 627 |
| Jyvaskyla (FIN) | 43 | 30 | 35 | 37 | 41 | 56 | 78 | 91 | 67 | 56 | 59 | 47 | 640 |

Zdroj:WMO (1996)

1. PLUVIOMETRICKÝ KOEFICIENT

Pluviometrický koeficient nám zjednodušeně říká, zda v daném měsíci spadlo více či méně srážek, než je za měsíc průměrné. Pluviometrickým koeficientem chápeme tedy podíl skutečného úhrnu srážek za daný měsíc k úhrnu, který by tento měsíc měl při rovnoměrném rozložení srážek během celého roku. Pokud tedy hodnotíme roční rozdělení srážek pomocí této veličiny, můžeme posoudit srážkovou vydatnost jednotlivých měsíců. Matematicky jej můžeme vyjádřit takto:

$$Kp = \frac{r_i}{R/12}$$

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

R ... roční úhrn srážek [mm]

Kp ...pluviometrický koeficient

$Kp > 1$ nadprůměrně srážkově vydatný měsíc

$Kp < 1$ podprůměrně srážkově vydatný měsíc

Výpočet:

Pro stanici Edinburgh Airport, leden:

$$Kp = \frac{r_i}{R_{/12}} = \frac{57}{668/12} = \frac{171}{167} = 1,024$$

Pro stanici Evora, červenec:

$$Kp = \frac{r_i}{R_{/12}} = \frac{8}{627/12} = \frac{32}{209} = 0,153$$

Pro stanici Jyvaskyla, prosinec:

$$Kp = \frac{r_i}{R_{/12}} = \frac{47}{640/12} = \frac{141}{160} = 0,881$$

Z vypočtených hodnot vyčteme velké rozdíly mezi jednotlivými stanicemi. Portugalská stanice Evora má nejodlišnější rozložení srážek oproti ostatním porovnávaným stanicím. Zde se srážkově nejvydatnější měsíce vyskytují v zimním období. V některých měsících je úhrn až o 60% vyšší než je průměrné. Na druhé straně zde najdeme srážkově velmi podprůměrné období v letních měsících, kdy úhrn srážek dosahuje sotva 10% průměrného měsíčního úhrnu. Celkově je na stanici Evora vypočteno 7 měsíců srážkově nadprůměrných a 5 měsíců srážkově podprůměrných. V letních měsících se v blízkosti nachází Azorská tlaková výše, která silně ovlivňuje jasné počasí v těchto měsících. V zimě zde pozorujeme vliv nejen Azorské tlakové výše, ale také Islandské tlakové níže, proto jsou zimní měsíce deštivější.

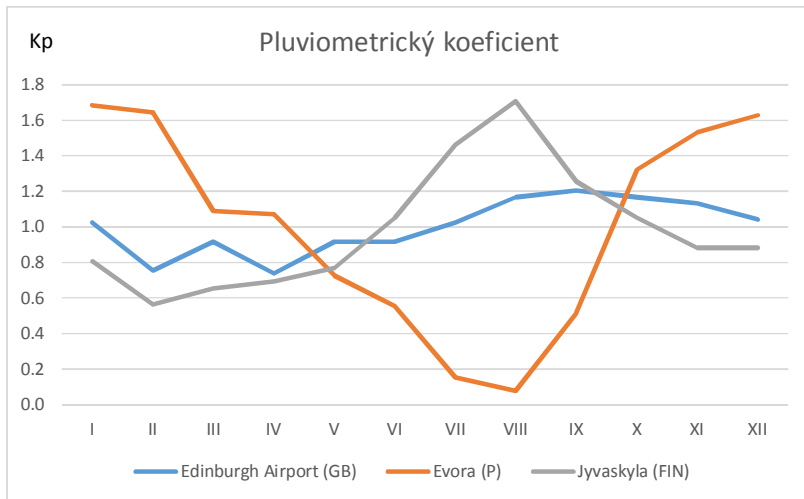
Rozdílné rozložení srážek pozorujeme u finské stanice Jyvaskyla. V tomto místě se srážkově nejvydatnější měsíce nachází v letním období, naopak k zimním měsícům vydatnost klesá až k minimu v únoru, kdy úhrn srážek tvoří polovinu průměrného měsíčního úhrnu. Nejvydatnější měsíc však přesahuje průměrný měsíční úhrn až o 70%. Zde najdeme 7 měsíců srážkově podprůměrných a 5 měsíců srážkově nadprůměrných. Během letních srážkově nadprůměrných měsíců je území pod vlivem Íránské tlakové níže, naopak kratší část roku je území ovlivněno Sibiřskou tlakovou výší. Po tuto část roku jsou srážkové úhrny nižší.

Nejblíže měsíčním průměrům se pohybují úhrny srážek na britské stanici Edinburgh Airport. Maxima zde zaznamenáváme v září, minima v dubnu. Odchytky od průměrného měsíčního úhrnu jsou však nejméně nápadné. Můžeme tedy konstatovat, že v této stanici je rozložení úhrnu srážek nejrovnoměrnější v průběhu celého roku.

Tyto trendy můžeme vyčíst i z přiloženého grafu. Zde také vidíme, že rozložení srážek v Edinburghu kopíruje křivku pro Jyvaskylu, avšak nedosahuje tak extrémních hodnot a maxima i minima jsou o dva měsíce opožděna. Křivka pro stanici Evora je zcela odlišná.

Tab.3: Pluviometrický koeficient vypočtený pro jednotlivé měsíce a stanice v období 1961-1990

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Edinburgh Airport (GB) | 1,024 | 0,754 | 0,916 | 0,737 | 0,916 | 0,916 | 1,024 | 1,168 | 1,204 | 1,168 | 1,132 | 1,042 |
| Evora (P) | 1,684 | 1,646 | 1,091 | 1,072 | 0,727 | 0,555 | 0,153 | 0,077 | 0,517 | 1,321 | 1,531 | 1,627 |
| Jyvaskyla (FIN) | 0,806 | 0,563 | 0,656 | 0,694 | 0,769 | 1,050 | 1,463 | 1,706 | 1,256 | 1,050 | 0,881 | 0,881 |



Obr.1: Graf chodu pluviometrického koeficientu vypočteného pro jednotlivé měsíce a stanice v období 1961-1990

2. INDEX TERMICKÉ A OMBRICKÉ KONTINENTALITY

INDEX TERMICKÉ KONTINENTALITY:

Index termické kontinentality slouží k vyhodnocení kontinentality/oceanity klimatu. Využívá zeměpisné šířky dané stanice a průměrné roční amplitudy teplot, tedy rozdílu mezi maximální a minimální průměrnou měsíční teplotou. Matematicky jej zapíšeme jako:

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

K... termická kontinentalita [%]

φ ... zeměpisná šířka

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

Tab.4: Zeměpisné šířky a roční amplitudy teplot pro jednotlivé stanice

| | zem.š. φ | amplituda A |
|------------------------|------------------|-------------|
| Edinburgh Airport (GB) | 55°56' | 11,3°C |
| Evora (P) | 38°34' | 13,8°C |
| Jyvaskyla (FIN) | 62°24' | 25,7°C |

Výpočet:

Pro stanici Edinburgh Airport:

$$K = \frac{1,7}{\sin\varphi} (A - 12 * \sin\varphi) = \frac{1,7}{\sin(55^{\circ}56')} * (11,3 - 12 * \sin(55^{\circ}56')) = 2,7897$$

Pro stanici Evora:

$$K = \frac{1,7}{\sin\varphi} (A - 12 * \sin\varphi) = \frac{1,7}{\sin(38^{\circ}34')} * (13,8 - 12 * \sin(38^{\circ}34')) = 17,2307$$

Pro stanici Jyvaskyla:

$$K = \frac{1,7}{\sin\varphi} (A - 12 * \sin\varphi) = \frac{1,7}{\sin(62^{\circ}24')} * (25,7 - 12 * \sin(62^{\circ}24')) = 28,9002$$

Pro posouzení výsledné kontinentality, resp. oceanity klimatu využíváme znalosti, že čím vyšší hodnota, tím kontinentálnější klima a naopak čím nižší hodnota, víc oceaničtější klima. Pro stanici Edinburgh Airport nám vychází jasné oceaničné klima, naopak pro stanici Jyvaskyla jasné klima kontinentální. Klima stanice Evora není jednoznačně určitelné, však můžeme jej považovat za spíše přechodné.

INDEX OMBRICKÉ KONTINENTALITY:

Index ombrické kontinentality slouží obdobně jako předchozí index k hodnocení kontinentality klimatu. Zde se však využívá srážkových úhrnů teplého a chladného pololetí. Princip hodnocení výsledků je stejný. Matematický vztah vyjádříme:

$$k = \frac{12(I - 35)}{\sqrt{SZ}}$$

k... ombrická kontinentalita [%]

I... srážky teplého pololetí (IV-IX) v% ročního úhrnu

sz... absolutní množství srážek chladného pololetí (X-III)

Pro stanici Edinburgh Airport:

$$k = \frac{12(I-35)}{\sqrt{sz}} = \frac{12(49,7-35)}{\sqrt{336}} = \frac{21\sqrt{21}}{10} = 9,623$$

Pro stanici Evora:

$$k = \frac{12(I-35)}{\sqrt{sz}} = \frac{12(25,84-35)}{\sqrt{465}} = -5,097$$

Pro stanici Jyvaskyla:

$$k = \frac{12(I-35)}{\sqrt{sz}} = \frac{12(57,81-35)}{\sqrt{270}} = 16,658$$

Jelikož opět platí čím vyšší hodnota, tím kontinentálnější klima, u stanice Jyvaskyla můžeme potvrdit výsledek kontinentálního klimatu. Dle výsledků této veličiny se však mění zařazení dalších dvou stanic. Stanice Edinburgh Airport se svým výsledkem blíží spíše přechodnému klimatu, výsledek stanice Evora je dokonce záporný, což značí značnou oceanitu. Rozdílné výsledky oproti předchozí veličině mohou být způsobeny zejména použitím jiných vstupních proměnných, tedy použití srážkových úhrnu oproti průměrným teplotám. Ke stanici Evora přichází nasycený vzduch od oceánu zejména v zimním období. Naproti tomu v Edinburghu je deštivější období letní, navíc vzduch často již přechází přes reliéf pevniny od západu, část srážek tak vypadne, proto ve jmenovateli máme nižší hodnotu pro chladné období než u Evory.

DOBA POLOVIČNÍCH SRÁŽEK

Doba polovičních srážek pracuje se srážkovými úhrny obdobně jako index ombrické kontinentality. Vyjadřuje, za jakou dobu v měsících spadne polovina ročního úhrnu srážek. Měsíce se do vzorce dosazují postupně, počínaje dubnem. Často je třeba dopočítat, v jaké části dalšího měsíce spadne „zbytek“ polovičního úhrnu. Výpočet lze provést jednoduše trojčlenkou.

Při hodnocení kontinentality/oceanity klimatu pomocí této metody je třeba vědět, že s rostoucí kontinentalitou se doba polovičních srážek zkracuje, naopak s vyšší oceanitou se doba polovičních srážek prodlužuje. Nejkratší dobu polovičních srážek vychází pro stanici Jyvaskyla, což opět potvrzuje kontinentalitu této oblasti. Výsledky zbylých dvou stanic zařadíme k oceánickému klimatu, jelikož doba překročení polovičních srážek přesahuje polovinu roku. Stanici Evora můžeme zařadit mezi stanici se silně oceanickým klimatem.

Výpočet:

Pro stanici Edinburgh Airport:

$$41+51+51+57+65+67=332 \text{ mm} \rightarrow \text{chybí } 2 \text{ mm}$$

$$\text{Další měsíc spadne } 65 \text{ mm srážek} \rightarrow ((100 \times 2) / 65) \times 100 = 0,03$$

Doba polovičních srážek je rovna 6,03 měsíce

Pro stanici Evora:

$56+38+29+8+4+27+69+80=311 \text{ mm} \rightarrow$ chybí 2,5 mm

Další měsíc spadne 85 mm srážek $\rightarrow ((100 \times 2,5)/85) \times 100 = 0,02$

Doba polovičních srážek je rovna 8,02 měsíce

Pro stanici Jyvaskyla:

$37+41+56+78+91=303 \text{ mm} \rightarrow$ chybí 17 mm

Další měsíc spadne 67 mm srážek $\rightarrow ((100 \times 17)/67) \times 100 = 0,25$

Doba polovičních srážek je rovna 5,25 měsíce.

Tab.5:Roční úhm srážek a poloviční úhm v mm pro jednotlivé stanice v období 1961-1990

| | Suma | Poloviční úhm |
|------------------------|------|---------------|
| Edinburgh Airport (GB) | 668 | 334 |
| Evora (P) | 627 | 313,5 |
| Jyvaskyla (FIN) | 640 | 320 |

3. POLOHA TĚŽIŠTĚ SRÁŽEK

K této charakteristice využíváme měsíčních srážkových úhmů. V paprskovém grafu jsou měsíční srážkové úhmy rozloženy po obvodu kružnice. Dále je třeba vypočítat souřadnice těžiště srážek, vždy souřadnici x a y pro každou stanici dle následujících vzorců:

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

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

I,II,III...XII... úhmy srážek jednotlivých měsíců

S... roční úhm srážek

Výpočet:

Pro stanici Edinburgh Airport:

$$x = \frac{0,5 (II+VI-VIII-XII)+0,866 (III+V-IX-XI)+IV-X}{S} = \frac{0,5(42+51-65-58)+0,866 (51+51-67-63)+41-65}{668} = -\frac{3953}{41750} = -0,095$$

$$y = \frac{0,5 (III-V-IX+XI)+0,866 (II-VI-VIII+XII)+I-VII}{S} = \frac{0,5(51-51-67+63)+0,866(42-51-65+58)+57-57}{668} = -\frac{991}{41750} = -0,024$$

Pro stanici Evora:

$$x = \frac{0,5 (II+VI-VIII-XII)+0,866 (III+V-IX-XI)+IV-X}{S} = \frac{0,5(86+29-4-85)+0,866 (57+38-27-80)+56-69}{627} = -\frac{433}{26125} = -0,017$$

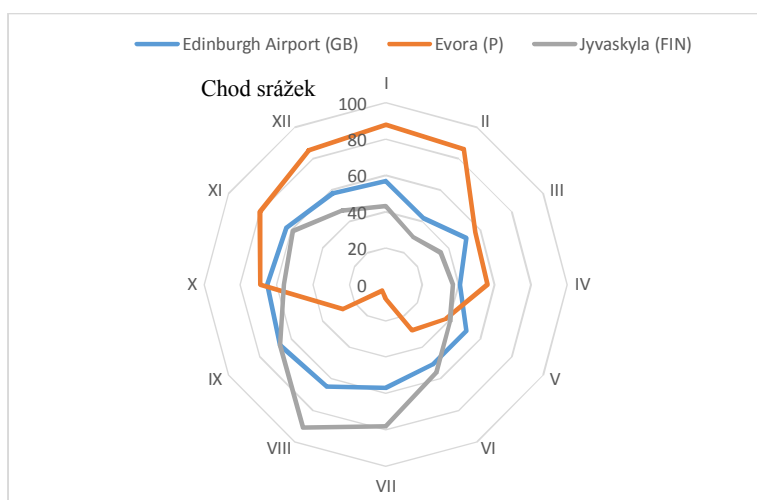
$$y = \frac{0,5 (III-V-IX+XI)+0,866 (II-VI-VIII+XII)+I-VII}{S} = \frac{0,5(57-38-27+80)+0,866(86-29-4+85)+88-8}{627} = 0,376$$

Pro stanici Jyvaskyla:

$$x = \frac{0,5 (II+VI-VIII-XII)+0,866 (III+V-IX-XI)+IV-X}{S} = \frac{0,5(30+56-91-47)+0,866 (35+41-67-59)+37-56}{640} = -\frac{883}{6400} = -0,138$$

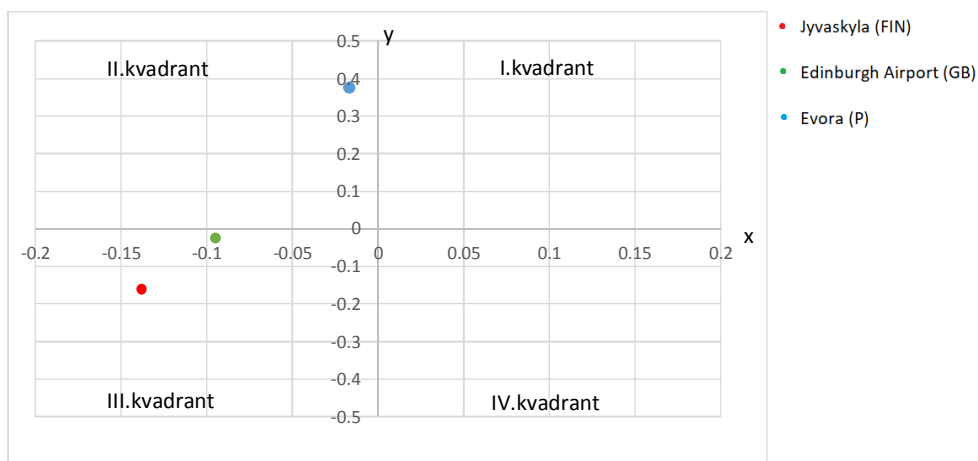
$$y = \frac{0,5 (III-V-IX+XI)+0,866 (II-VI-VIII+XII)+I-VII}{S} = \frac{0,5(35-41-67+59)+0,866(30-56-91+47)+43-78}{640} = -\frac{5131}{32000} = -0,16$$

Na obr.3 můžeme vidět zakreslené jednotlivé stanice do kartézské soustavy. K určení kontinentality/oceanity využijeme polohy bodů v jednotlivých kvadrantech. Poloha stanice Evora ve druhém kvadrantu značí oceanický typ klimatu. Stanice Jyvaskyla vychází polohou souřadnic do třetího kvadrantu, tedy kontinentální klima se opět potvrzuje. Stanice Edinburgh Airport je nachází také ve třetím kvadrantu (kontinentalita), avšak je téměř na hranici s druhým kvadrantem (oceanita). Stanici je tak touto metodou obtížné zařadit, příklání se blíže kontinentálnějšímu klimatu. Ve zbylých dvou kvadrantech se nenachází žádná z porovnávaných stanic, avšak můžeme doplnit, že první kvadrant značí klima středomořské nebo místa ve vysokých horách a čtvrtý kvadrant oblasti s teplým kontinentálním klimatem.



Obr.2: Rozložení ročního chodu srážek pro jednotlivé stanice v období 1961-1990

Komentář [M2]: Když tam doplňuješ popis osy v malování, zkus použít alespoň podobné písmo :-)



Obr.3: Poloha těžiště srážek pro jednotlivé stanice v období 1961-1990

Komentář [M3]: I v grafu u popisu os musí být dodrženo pravidlo stejného počtu desetinných míst

ZÁVĚR:

Z vypočtených charakteristik můžeme usoudit, že nejjednoznačnější zařazení k typu klimatu má finská stanice Jyväskylä. Kontinentální klima této stanice šlo předpovídat nejen z polohy ve středu Finska, ale také z vysoké amplitudy teplot a nejvyšším srážkovým úhrnům v letních měsících. Kontinentalitu klimatu potvrdily všechny vypočtené charakteristiky.

U ostatních dvou stanic není celkové zhodnocení typu klimatu tak jednoznačné jako u předchozí stanice. Portugalskou stanicí Evora bychom dle výsledků indexu ombrické kontinentality, doby dosažení polovičních srážek a polohy těžiště srážek zařadili k oceánickému klimatu, indexem termické kontinentality bychom stanicí zařadili k přechodnému klimatu. Index termické kontinentality pravděpodobně vyšel jinak proto, že ostatní z uvedených výpočtů pracují se srážkami, tento index využívá teplot vzduchu. Avšak pomocí výchozích tabulek (nízká teplotní amplituda) a převládajících výsledků, zařadíme tuto stanicí k oceánickému typu klimatu.

Pobřežní britskou stanicí Edinburgh Airport zařadíme k oceánickému typu klimatu. Tomuto zařazení napovídají jak rozložení srážkových úhrnů a chod průměrných teplot vzduchu během roku, tak výsledky počítaných veličin. Neshoduje se pouze hodnota polohy těžiště srážek, která je však hraniční mezi kontinentálním a oceánickým klimatem. To může být způsobeno poměrně rovnoměrným rozložením srážek (i oproti ostatním srovnávaným stanicím). Přechodné klima vyšlo i při výpočtu indexu ombrické kontinentality, což bude opět způsobeno rovnoměrným rozložením srážek.

Tab.6: Shrnutí výsledků pro jednotlivé stanice v období 1961-1990

| | Index termické kontinentality | Index ombrické kontinentality | Doba polovičních | Poloha těžiště srážek | Klima |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|---------------|
| Edinburgh Airport (GB) | 2,7897 | 9,6230 | 6,0300 | III | oceánické |
| Evora (P) | 17,2307 | -5,0970 | 8,0200 | II | oceánické |
| Jyväskylä (FIN) | 28,9002 | 16,6580 | 5,2500 | III | kontinentální |

ZDROJE:

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

Studijní materiály IS MUNI (2017): *Klimaindexy* [online]. Citováno dne 2.10.2017. Dostupné z WWW: <<https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2017/Z0076/cviceni/klimaindexy/>>.

Klimadiagramme.de (2017): *Klimadiagramy* [online]. Dostupné z WWW: <<http://www.klimadiagramme.de/>>.

Mapy.cz (2017): *Základní mapa* [online]. Citováno dne 2.10.2017. Dostupné z WWW: <<https://mapy.cz/zakladni?x=14.6296694&y=47.3284799&z=5>>.

Studijní materiály IS MUNI (2017): *Klimaindexy* [online]. Citováno dne 2.10.2017. Dostupné z WWW: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/04-cirkulace.html>.

Studijní materiály IS MUNI (2017): *Klimaindexy* [online]. Citováno dne 2.10.2017. Dostupné z WWW: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/03-prvky.html>.