

KLIMATOLOGICKÉ INDEXY

Meteorologie a Klimatologie

Zadání: Pro zadané stanice popsat jejich polohu, vypsát roční chodit teploty vzduchu a srážek. Dále početně i 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: Zadané úkoly byly zpracovávány pro tyto klimatologické stanice:

1. Valentia Observatory (Irsko)
2. Edinburgh Airport (Velká Británie)
3. Czestochova (Polsko)

Všechny 3 dané stanice se nachází ve třech různých zemích v Evropě. Stanice Valentia Observatory se nachází v nadmořské výšce 23,9 m.n.m. na jihozápadní straně Irska směrem k Atlantickému oceánu. Další stanice, která se nachází v nadmořské výšce 57 m.n.m. ve velké Británii u města Edinburgh, konkrétně u letiště toho města, které leží v severnější části toho státu. Poslední stanice, jehož poloha je v jižnější části v nadmořské výšce 293,2 m.n.m., konkrétně v Polsku u města Czestochova, která je stejně pojmenována po městu stejně jako stanice Edinburghu. Z hlediska nadmořských výšek stanic je nejnižší položenou stanicí Valentia Observatory, o něco výše položenou stanicí je Edinburgh a nejvýše se nachází stanice Czestochova v Polsku s 293 m.n.m. Hodnoty průměrných měsíčních teplot a srážek pro období 1961 – 1990 jsou uvedeny v Tab.1 a Tab.2. Z těchto hodnot lze vyvodit, zda dané stanice mají klima kontinentální nebo oceanický. Stanice Valentia Observatory má spíše oceanický charakter díky svojí poloze, teplotní amplitudě (8,1°C) a srážkám, které jsou v podzimním a zimním období mnohem vydatnější než v ostatních obdobích. Stanice Edinburgh je spíše mezi oceanickým a kontinentálním charakterem, jelikož má teplotní amplitudu 11,3°C a průměrné měsíční srážky jsou po celý rok téměř stejné, ale stále v podzimních a zimních období byly srážky o něco vydatnější, tudíž to dost napovídá spíše tomu oceanickému charakteru, ale v tom trochu brání i ta teplotní amplituda. Stanice Czestochova předpovídá výrazně spíše kontinentální charakter, a to hlavně díky teplotní amplitudě 20,1°C a také srážkám, které jsou v letním období nejvydatnější. Pro podrobnější zhodnocení srážek a jeho roční rozložení je zde Pluviometrický koeficient, jehož hodnoty jsou pro tyto tři dané stanice uvedeny v Tab.3.

Tab. 1. Průměrné měsíční teploty (°C) pro vybrané stanice v období 1961 – 1990

Stanice	Měsíc												Rok prům.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Valentia Observatory (IRL)	7,2	7,8	9,0	11,1	13,4	14,9	15,0	13,7	11,8	9,1	8,0	10,7	
Edinburgh Airport (GB)	3,2	5,1	7,1	9,9	13,0	14,5	14,3	12,3	9,5	5,4	3,9	8,5	
Czestochova (PL)	-2,8	-1,4	2,4	7,5	13,0	16,0	17,3	16,9	13,0	8,6	3,2	-0,9	7,7

Zdroj: WMO 1996

Tab. 2 Průměrné měsíční srážky (mm) pro vybrané stanice v období 1961 - 1990

Stanice	Měsíc												Σ I - XII
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Valentia Observatory (IRL)	167	123	122	77	88	80	73	111	125	157	147	159	1429
Edinburgh Airport (GB)	57	42	51	41	51	51	57	65	67	65	63	58	668
Czestochova (PL)	33	30	31	39	69	80	86	76	49	40	41	38	612

Zdroj: WMO 1996

1. PLUVIOMETRICKÝ KOEFICIENT

Pluviometrický koeficient 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. Jeho vzorec se vyjadřuje tímto způsobem:

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

k_pPluviometrický koeficient

r_iMěsíční srážkový úhrn i-tého měsíce v roce (mm)

RRoční úhrn srážek (mm)

Po vypočítání hodnot pluviometrického koeficientu pro dané stanice lze poznat největší rozdíl mezi stanicemi Valentia Observatory a Czestochova. Kde v první stanici jsou srážkově nadprůměrné měsíce jsou hlavně v podzimním a zimním období od září do března s tím, že i v srpnu byl zaznamenán vysoký srážkový úhrn. Ostatní měsíce jsou srážkově podprůměrné.

Pro stanici Czestochova je to jinak, srážkový úhrn je největší v letních měsících od června do srpna.

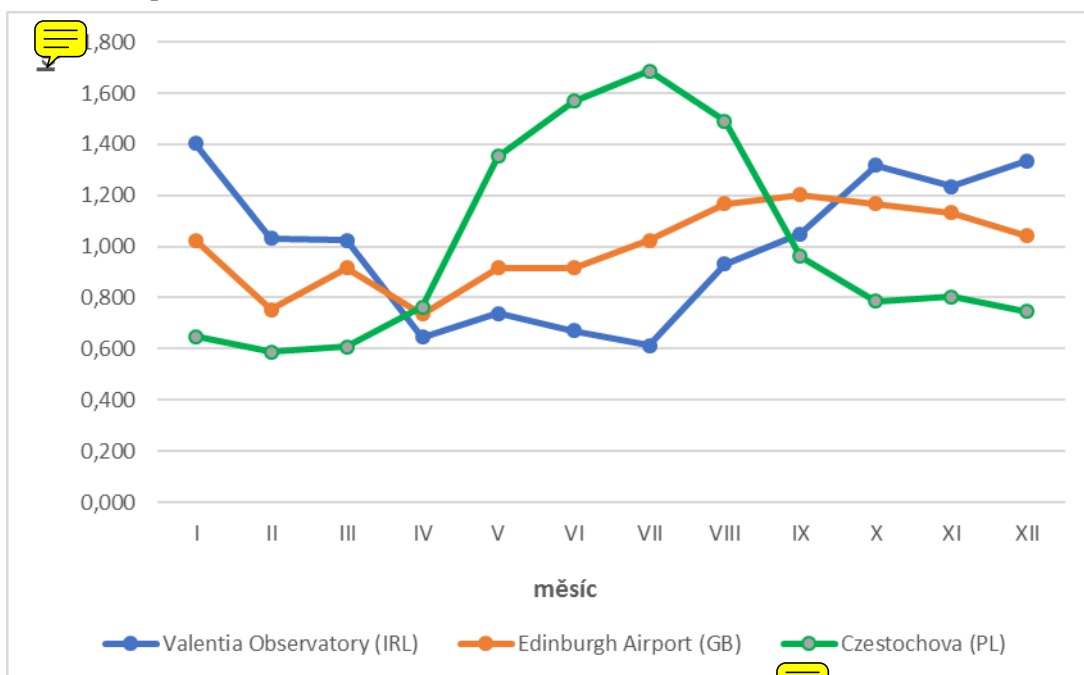
Poslední stanice Edinburgh Airport nemá tak velkou odchylku srážkových úhrnů. Ale stále jsou tu dvě odlišitelná období. Od konce srpna do ledna má srážkově nadprůměrné období. Ostatní měsíce jsou srážkově slabší. Tyto podmínky mohou být způsobeny tím, že se Edinburgh nachází v zálivu Fifth of Forth, který je součástí Severního moře.

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

Stanice	Měsíc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Valentia Observatory (IRL)	1,402	1,033	1,024	0,647	0,739	0,672	0,613	0,932	1,050	1,318	1,234	1,335
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
Czestochova (PL)	0,647	0,588	0,608	0,765	1,353	1,569	1,686	1,490	0,961	0,784	0,804	0,745

Zdroj: WMO 1996 (vlastní výpočty z hodnot Tab.2)

Obr. 1 lze opět poznat následující srážkové úhrny daných stanic. Potvrzuje to předchozí zhodnocení daných charakteristik srážkových úhrnů. Je zde velice patrný rozdíl ve srážkových úhrnech mezi stanicí Czestochova vůči stanicím Valentia Observatory a Edinburgh, kde Czestochova má jednoznačné období nadprůměrných srážkových úhrnů v letních měsících, zatímco zbylé dvě stanice mají takové období v zimních a podzimních měsících.



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

2. INDEX TERMICKÉ A OMRICKÉ KONTINENTALITY

Pro zhodnocení kontinentality či oceanity slouží indexy termické a omrické kontinentality. První index používá hodnoty teplotních amplitud, konkrétně rozdíl mezi maximální a minimální průměrné měsíční teploty v určitém období. Index byl vypočítán podle Gorczynského, který ve vzorci používá zeměpisnou šířku, jejíž hodnoty pro vybrané stanice jsou uvedeny v Tab.4. Vzorec má následující podobu:

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

K...Index termické kontinentality (%)

A...Průměrná roční amplituda (°C)

φ...Zeměpisná šířka (°)

Tab. 4 Zeměpisné šířky (°) pro vybrané stanice

Stanice	Zeměpisná šířka
Valentia Observatory (IRL)	51° 56' s.š.
Edinburgh Airport (GB)	55° 56' s.š.
Czestochova (PL)	50° 47' s.š.

Zdroj: is.muni

Pro následující výsledky platí to, že čím menší hodnota, tím více je charakter klimatu oceanický. A naopak čím vyšší hodnota, tím více má charakter klimatu kontinentální. Nejbližší se oceanickému charakteru blíží stanice Valentia Observatory, která má index termické kontinentality (-2,90%), kromě kterého to potvrzuje i její nízká teplotní amplituda. Jelikož výsledek vyšel záporně, tak se dá o stanici popsat, že je extrémně oceanická. Geografická poloha stanice je blízko oceánu, což její charakter potvrzují dané výsledky. Stanice Edinburgh má index termické kontinentality 2,78%, což je téměř o 4% více než hodnota stanice Valentia Observatory. Tato hodnota napovídá tomu, že stanice Edinburgh Airport nebude mít jednoznačně oceanický charakter jako ho má první stanice. Nejjednoznačnější výsledek indexu termické kontinentality vyšel u stanice Czestochova, kde daný index vyšel 23,70%, což potvrzuje silnější kontinentální charakter.

Tab. 5 Index termické kontinentality ve vybraných stanicích v období 1961 - 1990

Stanice	A (°C)	K (%)
Valentia Observatory (IRL)	8,10	-2,90
Edinburgh Airport (GB)	11,30	2,78
Czestochova (PL)	20,10	23,70

Výpočet indexu termické kontinentality:

Valentia Observatory

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} * (A - 12 \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin 51^{\circ}56'} * (8,10 - 12 * \sin 51^{\circ}56') = (-2,90\%)$$

Edinburgh Airport

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} * (A - 12 \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin 55^{\circ}56'} * (11,30 - 12 * \sin 55^{\circ}56') = 2,78\%$$

Czestochova

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} * (A - 12 \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin 50^{\circ}47'} * (20,10 - 12 * \sin 50^{\circ}47') = 23,70\%$$

Index ombrické kontinentality používá ve vzorci hodnoty srážkových úhrnů za zimní, roční a také i teplé období, které se vyjadřuje v procentech ročního úhrnu. Vzorec byl vypočítán podle Hruďičky a má následující podobu:

$$k = \frac{12 * (l - 35)}{\sqrt{S_Z}}$$

k... Index ombrické kontinentality

l... Množství srážek v teplém období (IV – IX) v % ročního úhrnu

sz... absolutní množství srážek chladného pololetí (X – III) (mm)

sr... roční úhrn srážek (mm)

Pro l platí následující rovnice

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

Pro index ombrické kontinentality platí stejné pravidlo jako u termické kontinentality. Tudiž se potvrzují stejné výsledky, jako u předchozího indexu. Valentia Observatory potvrzuje svůj oceanický charakter. Ale na rozdíl od indexu termické kontinentality, který jí vyšel záporně, zde výsledek vyšel 1,52%. Má i největší roční srážkový úhrn. Oproti ostatním stanicím více než o polovinu ročního srážkového úhrnu. U ostatních dvou stanic je překvapivý téměř stejný roční srážkový úhrn. Avšak výsledky ombrické kontinentality jsou stále velice rozdílné mezi těmito dvěma stanicemi Edinburgh Airport a Czestochova. Czestochova potvrzuje výsledkem ombrické kontinentality svůj kontinentální charakter klimatu. Kromě ročního srážkového úhrnu dané charakteru klimatu potvrzuje ještě srážkový úhrn chladného pololetí. Kde stanice Valentia Observatory ho má jednoznačně nadprůměrný oproti zbývajícím dvěma stanicím.

Tab. 6 Index ombrické kontinentality (%) a sumy srážkových úhrnů (mm) ve vybraných stanicích v období 1961 -1990

Stanice	$\Sigma s(IV-IX)$ (mm)	sr (mm)	L (%)	sz (mm)	K (%)
Valentia Observatory (IRL)	554	1429	38,76	875	1,52
Edinburgh Airport (GB)	332	668	49,70	336	9,62
Czestochova (PL)	399	612	65,19	213	24,82

Výpočty indexů ombrické kontinentality:

Valentia Observatory

$$k = \frac{12 * (38,76 - 35)}{\sqrt{875}} = 1,52\%$$

Edinburgh Aiport

$$k = \frac{12 * (49,70 - 35)}{\sqrt{336}} = 9,62\%$$

Czestochova

$$k = \frac{12 * (65,19 - 35)}{\sqrt{213}} = 24,82\%$$

3. DOBA POLOVIČNÍCH SRÁŽEK

Tato charakteristika se využívá k charakteristice ombričké kontinentality. S rostoucí kontinentalitou se doba polovičních srážek zkracuje (v kontinentálních oblastech se zkracuje asi na 3 měsíce, v oblastech silně oceanických přesahuje 7,0)

V našem případě rozdíl mezi více oceanickou stanicí Valentia Observatory a více kontinentální stanicí vyšel rozdíl přibližně 1,65 měsíce. S tím, že naplnění polovičního úhrnu pro Valentia Observatory dochází po 7,01 měsících. Jelikož přesahuje hodnotu 7,0 tak stanice Valentia Observatory spadá pod silně oceanický charakter klimatu. Avšak výsledek u stanice Czestochova vypovídá něco jiného než předchozí metody výpočtů. Hodnota vyšla 4,37 měsíce a nesplňuje podmínku pro kontinentální oblasti, které mají dobu polovičních srážek přibližně 3 měsíce. Tudíž dané klima bude spíše přechodně kontinentální. Stanice Edinburgh Airport v tomto případě s výsledkem 6,02 měsíce se blíží oceanickému charakteru klimatu.

Tab. 7 Hodnoty ročních, polovičních ročních srážek a doba jejich naplnění od 1.dubna na vybraných stanicích pro období v 1961 - 1990

Stanice	sr (mm)	sn (mm)	počet měsíců
Valentia Observatory (IRL)	1429	714,5	7,01
Edinburgh Airport (GB)	668	334,0	6,03
Czestochova (PL)	612	306,0	4,47

Příklad výpočtu doby polovičních srážek:

Vychází se z Tab.2

Valentia Observatory

Roční úhrn je 1429 mm , polovina je 714,5 mm: $77+88+80+73+111+125+157 = 713\text{mm}$ -> 7 celých měsíců, do dosažení poloviny srážek zbývá 1,5 mm, což představuje přibližně 0,01 měsíčního úhrnu dalšího měsíce. -> doba polovičních srážek je 7,01 měsíce.

Edinburgh Airport

Roční úhrn je 668 mm, polovina je 334,0 mm: $41+51+51+57+65+67 = 332\text{ mm}$ -> 6 celých měsíců, do dosažení poloviny srážek zbývá 2 mm, což představuje přibližně 0,03 měsíčního úhrnu dalšího měsíce. -> doba polovičních srážek je 6,03 měsíce.

Czestochova

Roční úhrn je 612 mm, polovina je 306, 0 mm: $39+69+80+86 = 274\text{ mm}$ -> 4 celé měsíce, do dosažení poloviny srážek zbývá 32 mm, což představuje přibližně 0,47 měsíčního úhrnu dalšího měsíce -> doba polovičních srážek je 4,47 měsíce.

3. POLOHA TĚŽIŠTĚ SRÁŽEK

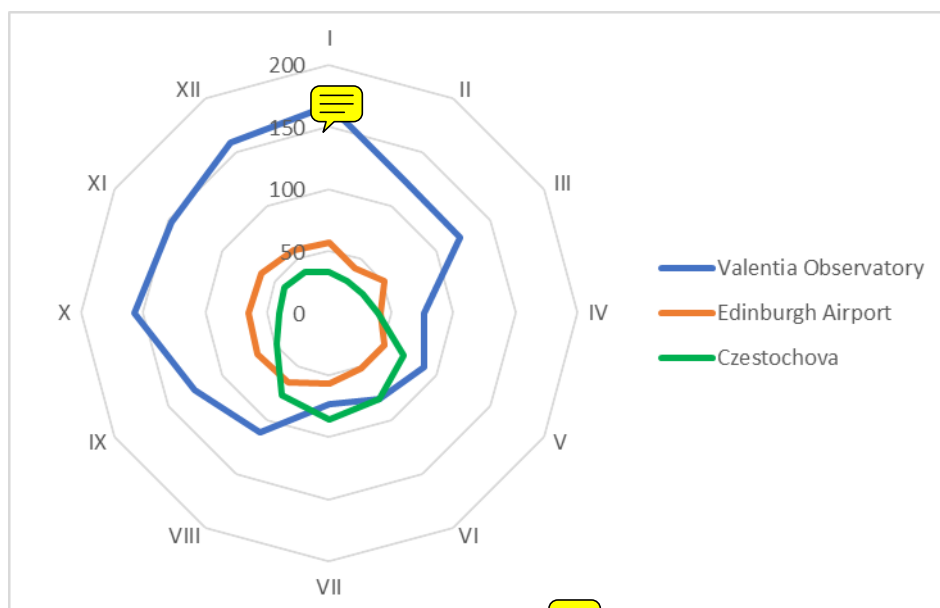
Zde se vychází z toho, že měsíční srážkové úhrny jsou rozloženy souměrně po obvodu kružnice o jednotkovém poloměru (osy prochází průměry leden-červenec a duben-říjen). Výsledek budou hodnoty, které nám zhodnotí charakter klimatu vybraných stanic. Vzorec má následující podobu:

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

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

I, II,...,XII... úhrny srážek jednotlivých měsíců

S... roční úhrn srážek



Obr. 2 Rozložení ročního chodu srážek v paprskovém grafu pro vybrané stanice v období 1961 - 1990

Tab.8 Souřadnice polohy těžiště srážek pro vybrané stanice v období 1961 - 1990

Stanice	x	y
Valentia Observatory (IRL)	-0,10370	0,16355
Edinburgh Airport (GB)	-0,08869	-0,01337
Czestochova (PL)	0,00108	-0,26286

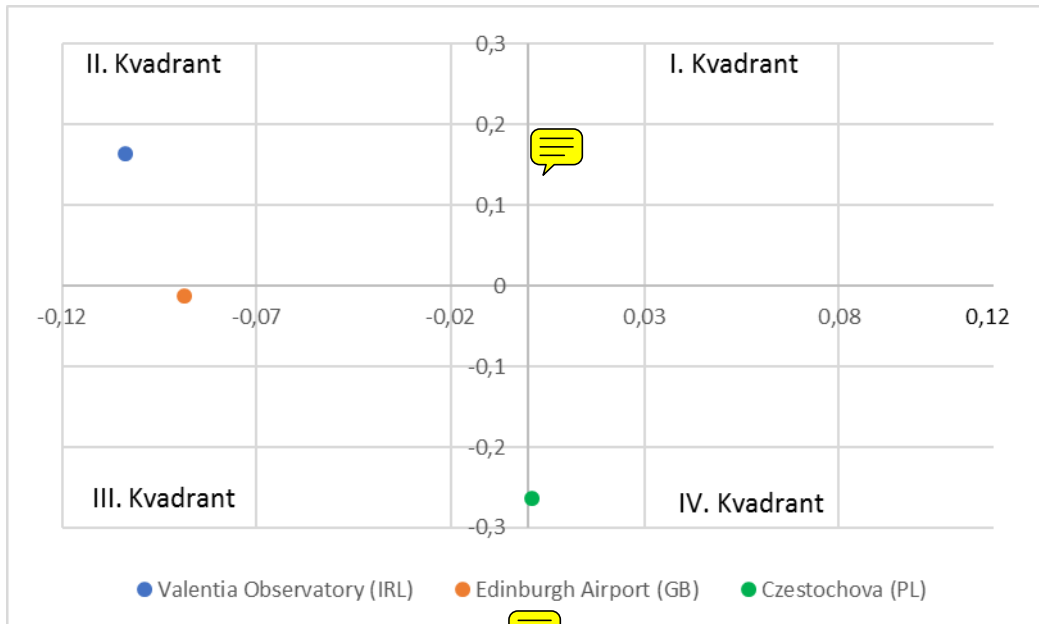
Výpočet souřadnice polohy těžiště srážek:

Valentia Observatory

$$x = \frac{0,5 * (123 + 80 - 73 - 159) + 0,866 * (122 + 88 - 125 - 147) + 77 - 157}{1429} = (-0,10370)$$

$$y = \frac{0,5 * (122 - 88 - 125 + 147) + 0,866 * (123 - 80 - 73 + 159) + 167 - 73}{1429} = 0,16355$$

Každý kvadrant charakterizuje určitý typ klimatu. V I. kvadrantu se nachází stanice ve vysokých horách a v oblastech středomořského klimatu. V našem případě žádná stanice nespadá do tohoto kvadrantu. V II. kvadrantu se nachází stanice s oceanickým typem ročního chodu. V tomto kvadrantu se nachází stanice Valentia Observatory. Ve III. kvadrantu se nachází stanice s kontinentálním a přechodným typem, v němž se v našem případě nachází stanice Edinburgh Airport. V posledním IV. kvadrantu se nachází stanice s teplým kontinentálním typem. Do tohoto kvadrantu patří poslední stanice Czestochova. Nutno dodat, že stanice Edinburgh a Czestochova nemají jednoznačnou identifikaci, protože se jejich těžiště nachází těsně na hranicích kvadrantů. U Edinburghu se těžiště nachází těsně na hranici mezi II. a III. kvadrantem. Těžiště stanice Czestochova se nachází skoro v polovině hranice III. a IV. kvadrantu.



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

Tab. 9 Výsledné hodnoty charakteristik vybraných stanic pro období 1961 - 1990

	Index termické kontinentality	Index ombrické kontinentality	Doba polovičních srážek	Poloha těžiště srážek	Klima kontinentální/ oceánské
Valentia Observatory (IRL)	-2,90%	1,52%	7,01 měsíce	II. Kvadrant	oceánské
Edinburgh Airport (GB)	2,78%	9,62%	6,03 měsíce	III. Kvadrant	kontinentální
Czestochova (PL)	23,70%	24,82%	4,47 měsíce	IV. Kvadrant	kontinentální

Závěr: Po zpracování všech daných charakteristik v období 1961 - 1990 pro 3 vybrané stanice, bylo zjištěno, že každá stanice má odlišný klimatický charakter.

Stanice Valentia observatory se svým klimatickým charakter k extrémně oceanickým. A to hlavně díky výsledku termické kontinentality (-2,90%), ročnímu úhrnu srážek (1492 mm) a rozložením srážek s nadprůměrným úhrnem v zimních a podzimních měsících. Charakter klimatu této stanice také utvrdil výsledek těžiště srážek, který se nachází v II. kvadrantu. Klima této stanice může ovlivňovat

větev Golského proudu nazývána Severoatlantský proud. Tento proud otepluje zimní období na severnějších místech, což se potvrdilo výsledkem průměrných měsíčních teplot v období 1961 – 1990 pro tuto stanici, kde teplota minimální průměrná teplota neklesla v zimním období pod 6,9°C za toto období. Teplejší zima může být následkem vysokého úhrnu srážek v měsících tohoto období.

U stanice Edinburgh Airport se potvrdilo klima spíše kontinentální. Některé výsledky, jako index termické kontinentality (2,78%), a rozložení ročního úhrnu srážek, které vyšlo podobně jako u stanice Valentia Observatory, napovídaly spíše oceanickému typu. Jenže, index ombrické kontinentality (9,62%), doba polovičních srážek (6,02 měsíce) a těžiště srážek v III. kvadrantu utvrdily kontinentální přechodný typ klimatu. Daná stanice se nachází severněji než stanice Valentia Observatory, což potvrzuje například minimální průměrná měsíční teplota za období 1961 – 1990 v lednu 3,2°C oproti stanici Valentia Observatory s 7,2°C v tomto měsíci.

U poslední vybrané stanice Czestochova, která se nachází nejjihněji ze všech tří stanic. Nachází se více ve vnitrozemí Polska. Z toho vyplývají výsledky pro tuto stanici, které potvrdili výrazně kontinentálnější typ klimatu. Nejvíce tuto charakteristiku utvrdily hodnoty indexu termického i ombrického indexu (-2,90% a 9,62%), teplotní amplituda (20,1°C), roční rozložení srážek, které bylo nejvýraznější v letních měsících podle pluviometrického koeficientu vyjádřeného grafem na Obr.1. Nakonec charakteristiku klimatu této stanice utvrdila poloha těžiště srážek, která byla v IV. Kvadrantu, ve kterém se nachází stanice s teplým kontinentálním klimatem, což potvrzují nejvyšší průměrné měsíční teploty v letním období (16 – 16,9°C) oproti zbylým dvěma stanicím.

Zdroje:

Elektronické:

IS.MUNI(2018): Studijní materiály iS, <https://is.muni.cz/> (2018)

GOOGLE(2018): Internetový portál Google, www.google.cz (2018)

OSCAR(2018): Observing Systems Capability Analysis and Review Tool, <https://oscar.wmo.int/surface/index.html#/> (2018)

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