Michal KOLESA, 423779
2. ročník, B-GK GEOG (HG)
Brno 9. 10. 2016

Meteorologie a klimatologie

Klimatologické indexy

Zadání:

Pro zadané světové stanice popište jejich polohu, roční chod teploty a srážek a početně či graficky zpracujte 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 jsme zpracovávali pro tyto stanice:

- Częstochowa (Polsko)
- Bragança (Portugalsko)
- La Coruña (Španělsko)

Obr. 1: Poloha stanic Częstochowa, Bragança a La Coruña v rámci Evropy
(Zdroj: Google Maps, upraveno)

Michal KOLESA, 423779
2. ročník, B-GK GEOG (HG)
Brno 9. 10. 2016

Stanice Bragança i La Coruña se nacházejí na severozápadě Pyrenejského poloostrova, avšak klimatické podmínky obou stanic se v některých ohledech značně liší.

La Coruña je španělské přístavní město ležící na pobřeží Atlantského oceánu v průměrné nadmořské výšce 48 m. Průměrná roční teplota zde činí 14,1 °C, zároveň se jedná stanici s nejvyšším ročním úhrnem srážek, a to 996 mm. Tato fakta naznačují, že zdejší klima by mohlo být poměrně teplé a výrazně oceánické.

Oproti tomu portugalská stanice Bragança leží ve středně vysoké nadmořské výšce, konkrétně 673 m n. m. ve vzdálenosti přibližně 175 km od moře. Dá se tedy očekávat, že zdejší klima bude mít o něco kontinentálnější ráz než u stanice La Coruña.

Stanice Częstochowa leží v mírném klimatickém pásu v zeměpisné šířce 50° 47´ a nachází se na jihu Polska v nadmořské výšce 253 m n. m. přibližně 390 km od moře, kterým je Gdaňský záliv v Baltském moři. Díky této skutečnosti můžeme očekávat, že z těchto tří pozorovaných stanic bude mít zdejší klima nejvíce kontinentální charakter.

Tab. 1: Průměrné měsíční teploty [°C] ve stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961–1990

Stanice	Měsíc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Częstochowa	-2,8	-1,4	2,4	7,5	13	16	17,3	16,9	13	8,6	3,2	-0,9
Bragança	4,5	5,9	8	10	13,4	17,7	21,1	20,8	18,3	13,1	8	5
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

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

Tab. 2: Průměrné měsíční množství srážek [mm] ve stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961–1990

Stanice	Měsíc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Częstochowa	33	30	31	39	69	80	86	76	49	40	41	38
Bragança	101	102	59	62	53	38	17	14	38	70	89	98
La Coruña	131	104	86	83	78	49	25	29	63	104	116	128

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

Tab. 3: Průměrná roční teplota [°C] a roční suma srážek [mm] ve stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961–1990

Stanice	Průměrná roční teplota [°C]	Roční úhrn srážek [mm]
Częstochowa	7,7	612
Bragança	12,2	741
La Coruña	14,1	996

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

Michal KOLESA, 423779
2. ročník, B-GK GEOG (HG)
Brno 9. 10. 2016

1) PLUVIOMETRICKÝ KOEFICIENT

Pluviometrický koeficient je charakteristika vyjadřující podíl skutečného srážkového úhrnu za konkrétní měsíc a úhrnu srážek, který by tento měsíc měl při rovnoměrném rozložení srážek během roku (tedy 1/12 ročního úhrnu). Jeho účelem je porovnání vydatnosti srážek jednotlivých měsíců při posouzení rozložení srážkových úhrnů za rok. Pluviometrický koeficient lze vypočítat následovně:

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

K_p ..... pluviometrický koeficient
r_i ..... měsíční srážkový úhrn i-tého měsíce [mm]
R ..... roční srážkový úhrn [mm]

Ze vzorce je patrné, že pokud $K_p > 1$, pak je měsíc nadprůměrně srážkově vydatný, v opačném případě podprůměrně vydatný.

Tab. 4: Pluviometrický koeficient ve stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961 – 1990

Stanice	Měsíc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Częstochowa	0,65	0,59	0,61	0,76	1,35	1,57	1,69	1,49	0,96	0,78	0,80	0,75
Bragança	1,64	1,65	0,96	1,00	0,86	0,62	0,28	0,23	0,62	1,13	1,44	1,59
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

(Zdroj: Vlastní výpočty z hodnot v Tab. 2 a Tab. 3)

Příklad výpočtu pluviometrického koeficientu pro stanici Częstochowa pro měsíc leden:

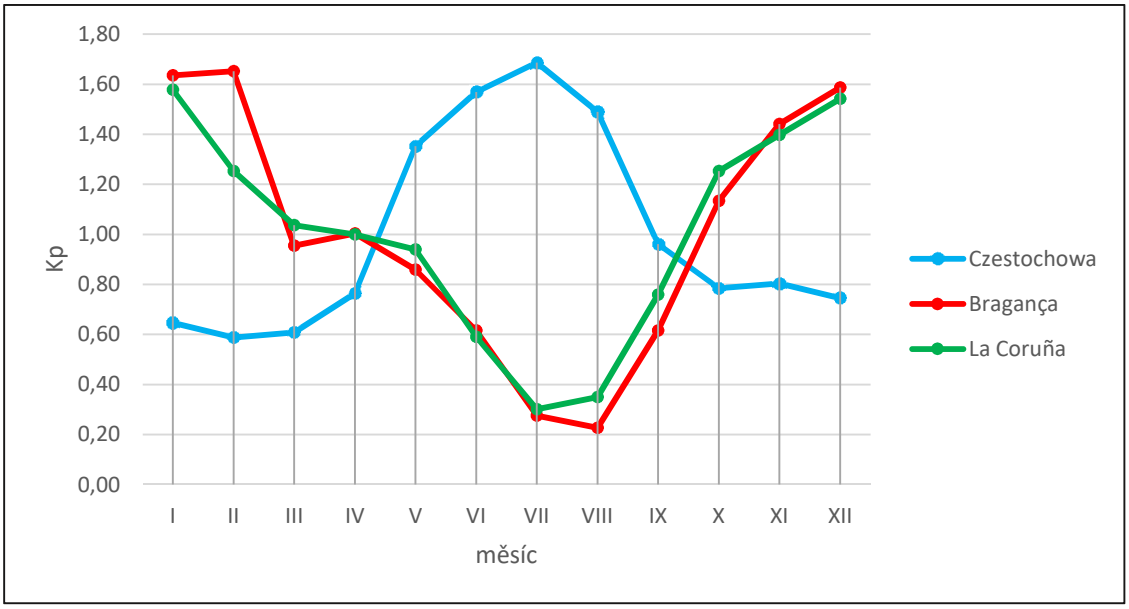
$$K_p = \frac{r_i}{\frac{R}{12}} = \frac{33}{\frac{612}{12}} = \frac{33}{51} = 0{,}647059 \doteq 0{,}65$$

Na základě výpočtu pluviometrického koeficientu jsme zjistili, že na polské klimatologické stanici Częstochowa mezi měsíce srážkově nadprůměrné patřily pouze jarní a letní měsíce květen, červen, červenec a srpen, zatímco zbylé měsíce lze vyhodnotit jako srážkově podprůměrné. Srážkově nejvydatnějším měsícem byl červenec, naopak nejméně srážek napadlo v únoru. Tento fakt je přehledně zdokumentován rovněž na Obr. 2., kde křivka pro tuto stanici vypovídá o kontinentálním typu klimatu. Zcela odlišný průběh má křivka u zbylých dvou stanic.

Na portugalské stanici Bragança patří mezi srážkově nejvydatnější měsíce listopad, prosinec, leden a únor, naopak minima pozorujeme v červenci a srpnu, kdy spadla vždy přibližně pouze čtvrtina průměrného měsíčního množství srážek.

Stejně tomu je i u pobřežní stanice La Coruña, kde pluviometrický koeficient dosahuje maxima v zimních a minima v letních měsících. Tento výrazný úbytek srážek si vysvětlujeme působením Azorské tlakové výše, která ovlivňuje klima nad Pyrenejským poloostrovem zejména v letních měsících teplým a suchým vzduchem. Zároveň si můžeme všimnout, že křivka pluviometrických koeficientů stanic Bragança i La Coruña má téměř totožný tvar, který odpovídá oceánickému typu klimatu.

Michal KOLESA, 423779
2. ročník, B-GK GEOG (HG)
Brno 9. 10. 2016



Obr. 2: Pluviometrický koeficient na stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961 – 1990
(Zdroj: Vlastní tvorba z hodnot z Tab. 4)

2) HODNOCENÍ KONTINENTALITY/OCEANITY KLIMATU

K určení oceanity/kontinentality podnebí můžeme kromě pluviometrického koeficientu použít také další charakteristiky, kterými jsou index termické kontinentality a index ombrické kontinentality. U těchto charakteristik platí, že čím je jejich hodnota vyšší, tím je klima kontinentálnější. Indexy termické a ombrické kontinentality dosahují maxima při hodnotě okolo 40 %, kdy je klima silně kontinentální. Naopak s poklesem této hodnoty roste oceanita, v případě extrémní oceanity se mohou hodnoty pohybovat dokonce v záporných číslech**.**

a) Index termické kontinentality

Vztah pro výpočet:

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

K…. index termické kontinentality [%]
A…. průměrná roční teplotní amplituda [°C] (absolutní rozdíl nejvyšší a nejnižší průměrné měsíční teploty), tj. $A = [t_{max} - t_{min}]$
φ…. zeměpisná šířka [°]

Tab. 5: Zeměpisné šířky [°] zpracovávaných stanic

Stanice	Zeměpisná šířka
Częstochowa	50° 47´
Bragança	41° 48´
La Coruña	43° 22´

(Zdroj: IS MUNI)

Michal KOLESA, 423779
2. ročník, B-GK GEOG (HG)
Brno 9. 10. 2016

Tab. 6: Index termické kontinentality ve stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961 – 1990

Stanice	A [°C]	K [%]
Częstochowa	20,1	23,70
Bragança	16,6	21,94
La Coruña	8,4	0,40

(Zdroj: Vlastní výpočty z hodnot v Tab. 1 a Tab. 5)

Příklad výpočtu indexu termické kontinentality pro stanici Częstochowa:

$$A = [t_{max} - t_{min}] = [17{,}3 - (-2{,}8)] = 20{,}1\ °C$$

$$K = \frac{1{,}7}{\sin\varphi} * (A - 12 * \sin\varphi) = \frac{1{,}7}{\sin 50°47'} * (20{,}1 - 12 * \sin 50°47') = 23{,}70394609 \doteq 23{,}70\ \%$$

Výsledné hodnoty indexu termické kontinentality potvrdily, že v případě stanice Częstochowa se jedná o kontinentální až přechodné klima, protože jsme dosáhli středně vysoké hodnoty 23,70 %. Tomuto typu klimatu odpovídá i stanice Bragança, kde jsme získali podobnou hodnotu. V tomto případě se nám tedy nepotvrdily předchozí znalosti, protože na základě pluviometrického indexu jsme tuto stanici charakterizovali jako oceánickou. Naopak v případě stanice La Coruña index nabývá hodnoty pouze 0,40 % a jedná se tedy o výrazně oceánický typ klimatu. Všechny tyto hodnoty šlo již částečně předpovědět na základě teplotních amplitud (Tab. 6), které mají na výsledek indexu významný vliv – čím větší amplituda, tím má stanice kontinentálnější typ klimatu.

b) Index ombrické kontinentality

Vzorec pro výpočet:

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

k…. index ombrické kontinentality [%]
l….. množství srážek v teplém období (IV-IX) v procentech ročního srážkového úhrnu [mm]
S_Z…. množství srážek v zimním období (X-III) [mm]
S_r…. roční srážkový úhrn [mm]

Nejprve je třeba vypočítat l a S_Z.

Vztah pro výpočet l vypadá následovně:

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

Vztah pro výpočet S_Z má tento tvar:

$$S_Z = \sum S(X - III)$$

Michal KOLESA, 423779
2. ročník, B-GK GEOG (HG)
Brno 9. 10. 2016

Tab. 7: Index ombrické kontinentality [%] a sumy srážkových úhrnů [mm] ve stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961 – 1990

Stanice	ΣS(IV-IX) [mm]	S_r [mm]	L [%]	S_Z [mm]	k [%]
Częstochowa	399	612	65,20	213	24,83
Bragança	222	741	29,96	519	-2,65
La Coruña	327	996	32,83	669	-1,01

(Zdroj: Vlastní výpočty z Tab. 2 a Tab. 3)

Příklad výpočtu ombrické kontinentality pro stanici Częstochowa:

$$l = \frac{\sum S(IV - IX)}{S_r} * 100 = \frac{399}{612} * 100 = 65{,}20\ \%$$

$$S_Z = \sum S(X - III) = 213$$

$$k = \frac{12 * (l - 35)}{\sqrt{S_Z}} = \frac{12 * (65{,}20 - 35)}{\sqrt{213}} = 24{,}83$$

Index ombrické kontinentality pro stanici Częstochowa nabývá hodnoty 24,83, což nám opět potvrdilo kontinentální až přechodný ráz klimatu. V případě španělské stanice La Coruña jsme se dostali do záporných hodnot okolo -1, díky čemuž se jedná o silně oceánické klima. Ještě nižší hodnoty a tedy výrazné oceanity jsme dosáhli u portugalské stanice Bragança, kde tento index dosahuje hodnoty -2,65, což je výrazný rozdíl oproti indexu termické kontinentality, který tuto stanici definoval jako kontinentální/přechodný typ.

c) Doba polovičních srážek

Doba polovičních srážek, též srážkový poločas, je charakteristika související s indexem ombrické kontinentality a udává dobu vyjádřenou v měsících, počínaje 1. dubnem, za kterou spadne polovina ročního úhrnu srážek. Obecně platí – čím kontinentálnější je klima, tím je doba polovičních srážek kratší, s rostoucí oceanitou se pak tento čas prodlužuje.

Tab. 8: Hodnoty ročních srážek, polovičních ročních srážek a doba jejich naplnění od 1. dubna ve stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961-1990

Stanice	S_r [mm]	S_n [mm]	počet měsíců
Częstochowa	612	306	4,43
Bragança	741	370,5	7,88
La Coruña	996	498	7,58

(Zdroj: Vlastní výpočty z Tab. 3)

Michal KOLESA, 423779
2. ročník, B-GK GEOG (HG)
Brno 9. 10. 2016

Výpočet doby polovičních srážek:

Stanice Częstochowa, Polsko:

- roční úhrn srážek činí 612 mm, z toho polovina je 306 mm
- součet srážkových úhrnů od dubna do července: 39 + 69 + 80 + 86 = 274 mm
- do polovičního úhrnu chybí 32 mm, což činí 32/76 a tedy 42 % úhrnu srážek dalšího měsíce
- doba polovičního úhrnu na této stanici je rovna 4 + 0,42 = 4,42 měsíce
- tato hodnota odpovídá kontinentálními klimatu

Stanice Bragança, Portugalsko:

- roční úhrn srážek činí 741 mm, z toho polovina je 370,5 mm
- součet srážkových úhrnů od dubna do října: 62 + 53 + 38 + 17 + 14 + 38 + 70 = 292 mm
- do polovičního úhrnu chybí 78,5 mm, což činí 78,5/89 a tedy 88 % úhrnu srážek dalšího měsíce
- doba polovičního úhrnu na této stanici je rovna 7 + 0,88 = 7,88 měsíce
- tato hodnota odpovídá oceánickému klimatu

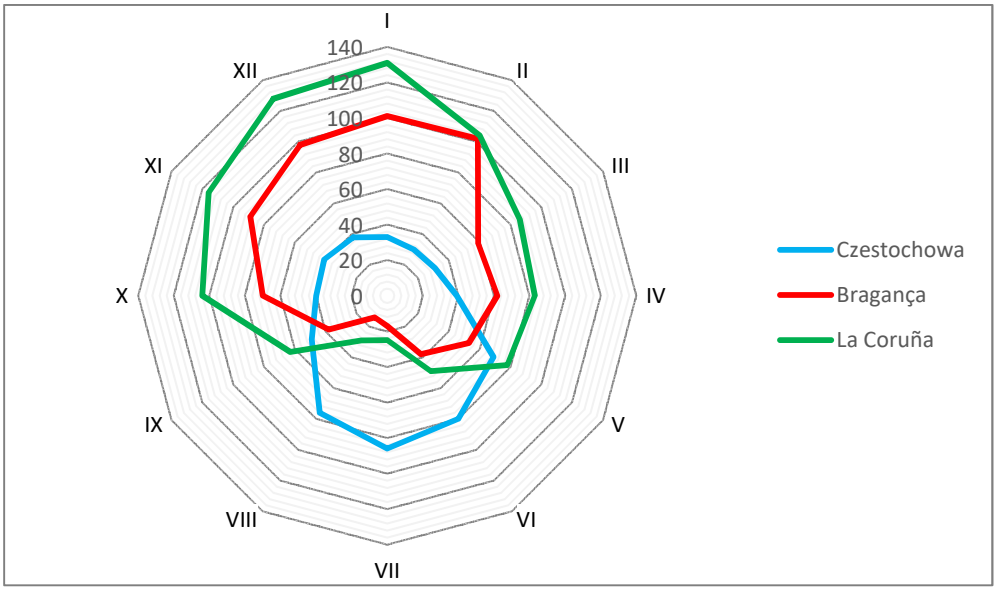
Stanice La Coruña, Španělsko:

- roční úhrn srážek činí 996 mm, z toho polovina je 498 mm
- součet srážkových úhrnů od dubna do října: 83 + 78 + 49 + 25 + 29 + 63 + 104 = 431 mm
- do polovičního úhrnu chybí 67 mm, což činí 67/116 a tedy 58 % úhrnu srážek dalšího měsíce
- doba polovičního úhrnu na této stanici je rovna 7 + 0,58 = 7,58 měsíce
- tato hodnota odpovídá oceánickému klimatu

d) Poloha těžiště srážek

Tato charakteristika klimatu je založena na předpokladu, že úhrny srážek za jednotlivé měsíce mají symetrické rozložení po obvodu kružnice o jednotkovém poloměru. Osy prochází průměry leden–červenec a duben–říjen. Celkové rozložení srážek během roku lze znázornit pomocí paprskového grafu, kde každý kvadrant charakterizuje jiný typ klimatu. Ve II. kvadrantu se nacházejí stanice s oceánickým typem klimatu, ve III. stanice s kontinentálním a přechodným typem, pro IV. kvadrant je potom typické teplé kontinentální klima a v I. kvadrantu se zpravidla vyskytují pouze stanice vysokohorské nebo se středomořským klimatem. U horských stanic navíc nemusí být určení oceanity/kontinentality jednoznačné.

Michal KOLESA, 423779
2. ročník, B-GK GEOG (HG)
Brno 9. 10. 2016



Obr. 3: Rozložení ročního chodu srážek ve stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961 – 1990 v paprskovém grafu
(Zdroj: Vlastní tvorba z hodnot v Tab. 2)

Z paprskového grafu měsíčních průměrů srážek na jednotlivých stanicích je patrné, že rozložení srážek na stanicích Bragança a La Coruña v průběhu roku je velice podobné, pouze s tím rozdílem, že na stanici La Coruña spadne v průměru podstatně více srážek, což reprezentuje větší útvar v grafu. Většina srážek zde spadla v zimě, což svědčí o oceánickém typu klimatu.

Na stanici Częstochowa je situace výrazně odlišná, protože zde spadlo jednak nejméně srážek ze všech tří pozorovaných stanic a jednak je většina srážek rozložena v opačné části roku – v létě. To je opět znakem kontinentálního klimatu.

Tab. 9: Souřadnice polohy těžiště srážek ve stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961 – 1990

Stanice	x	y
Częstochowa	0,016	-0,249
Bragança	-0,009	0,325
La Coruña	-0,036	0,302

(Zdroj: Vlastní výpočty z Tab. 2)

Výpočet souřadnic polohy těžiště srážek:

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

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

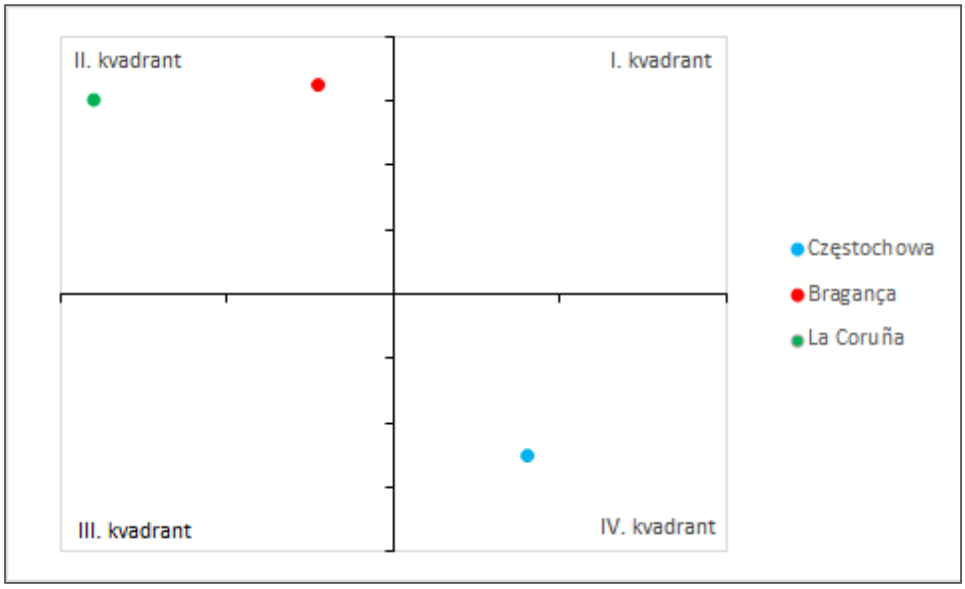
I, II, …, XII … jednotlivé měsíční srážkové úhrny
S … roční srážkový úhrn

Michal KOLESA, 423779
2. ročník, B-GK GEOG (HG)
Brno 9. 10. 2016

Příklad výpočtu pro stanici Częstochowa:

$$x = \frac{0{,}5 * (30 + 80 - 76 - 38) + 0{,}866 * (31 + 69 - 49 - 41) + 39 - 40}{612} = 0{,}016$$

$$y = \frac{0{,}5 * (31 - 69 - 49 + 41) + 0{,}866 * (30 - 80 - 76 + 38) + 33 - 86}{612} = -0{,}249$$



Obr. 4: Poloha těžiště srážek ve stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña v období let 1961 – 1990
(Zdroj: Vlastní tvorba z hodnot z Tab. 2)

Na Obr. 4 vidíme, že těžiště srážek stanic La Coruña a Bragança se nacházejí ve II. kvadrantu, který je vymezen pro stanice s oceánským klimatem. V případě pobřežní stanice La Coruña je tento fakt ničím nezpochybnitelný, zatímco klimatologická stanice Bragança se nachází nedaleko I. kvadrantu (horské a středomořské klima).

Vnitrozemská stanice Częstochowa leží ve IV. kvadrantu, který zahrnuje stanice s teplým kontinentálním klimatem, což je v souladu se všemi předchozími zjištěními.

Tab. 10: Výsledné hodnoty vybraných charakteristik na stanicích Częstochowa, Bragança a La Coruña 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	Typ klimatu
Częstochowa	50° 47´	253	23,70	24,83	4,42	IV. kvadrant	kontinentální
Bragança	41° 48´	673	21,94	-2,65	7,88	II. kvadrant	oceanické
La Coruña	43° 22´	48	0,40	-1,01	7,58	II. kvadrant	oceanické

(Zdroje: ELEVATIONMAP.NET, IS MUNI, vlastní výpočty)

Michal KOLESA, 423779
2. ročník, B-GK GEOG (HG)
Brno 9. 10. 2016

Závěr:

Na základě všech získaných výsledků můžeme konstatovat, že španělská klimatologická stanice La Coruña je výrazně oceánického typu. Tomu nasvědčuje jednak poloha na pobřeží Atlantského oceánu, jednak zjištěné hodnoty indexů termické i ombrické kontinentality, které se obě pohybují okolo 0. Také dlouhá doba polovičních srážek (7,58 měsíce) je znakem oceánického klimatu.

Oceánický charakter má i stanice Bragança na severovýchodě Portugalska, kde jsme však došli k jedné nesrovnalosti v případě indexu termické kontinentality, který dosahuje hodnoty 21,94, což by odpovídalo kontinentálnímu až přechodnému typu klimatu. Tato hodnota je však zřejmě ovlivněna vyšší polohou této stanice (673 m n. m.) a také vysokou teplotní amplitudou (16,6 °C). Všechny ostatní zjištěné hodnoty, zejména index ombrické kontinentality (-2,65) či doba polovičních srážek (7,88 měsíce) tuto stanici charakterizují jako oceanickou. Stejně tak poloha těžiště srážek ve II. kvadrantu svědčí o oceanitě klimatu.

Jedinou stanicí, kterou můžeme charakterizovat jako kontinentální, je polská stanice Częstochowa, která má ze všech tří pozorovaných stanic nejvyšší hodnoty indexů termické a ombrické kontinentality (obě okolo 24 %), naopak je zde nejkratší doba polovičních srážek (4,42 měsíce). Poloha těžiště srážek ve IV. kvadrantu dokonce tuto stanici definuje jako teplou kontinentální.

Zdroje informací:

Elevationmap.net (2016): Elevation Search [online]. [cit. 9. 10. 2016]. Dostupné z: <http://elevationmap.net/>

Google Maps (2016): Základní [online]. [cit. 9. 10. 2016]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/>

IS MUNI (2016): Klimatologické indexy: Zadání cvičení [online]. [cit. 9. 10. 2016]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2016/Z0076/64909295/64909924/Indexy_zadani_2016.pdf>

IS MUNI (2016): Zeměpisná šířka klimatologických stanic [online]. [cit. 9. 10. 2016]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2016/Z0076/64909295/64909924/zem_sirka_stanice_indexy.pdf>

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