

Cvičení č. 1

Klimatologické indexyZadání:

Popište polohu vybraných stanic a vypište roční chod teploty vzduchu a srážek. Následně zpracujte pluviometrický koeficient a další charakteristiky týkající se určení kontinentality/oceanity (index termické kontinentality, index ombrické kontinentality, doba polovičních srážek, poloha těžiště srážek) 3 vybraných světových stanic. Vše zpracujte graficky a slovně prezentujte.

Vypracování:

Cvičení zpracovávám pro následující světové stanice:

- Sodankyla (Finsko)
- La Coruña (Španělsko)
- Kasprowy Wierch (Polsko)

Tab. č. 1: Poloha a zeměpisná šířka zpracovávaných stanic.

	zeměpisná šířka (s. š.)	nadmořská výška
Sodankyla	67° 22'	179 m n. m.
La Coruña	43° 22'	67 m n. m.
Kasprowy Wierch	49° 14'	1991 m n. m.

(zdroj: klimadiagramme.de, 2017)

Mnou zvolené stanice pro zpracování tohoto cvičení se co do zeměpisné šířky nacházejí na jihu i severu Evropy, ale také v Evropě střední. Stanice Sodankyla a La Coruña se nacházejí v poměrně nízké nadmořské výšce. Oproti tomu stanice Kasprowy Wierch je stanicí horskou, která leží ve střední Evropě, respektive v Polsku poblíž hranice se Slovenskem v pohoří Vysoké Tatry. Tato stanice je zároveň stanicí ryze vnitrozemní. Lze zde tedy s jistou pravděpodobností předpokládat kontinentální horské klima. Opačným extrémem je stanice La Coruña, která se nachází na severozápadním cípu Pyrenejského poloostrova v těsné blízkosti Atlantského oceánu. Tato stanice tedy splňuje veškeré předpoklady pro to, aby byla řazena do klimatu oceánského. Zajímavý vývoj lze očekávat u poslední stanice Sodankyla. Tato se nachází vysoko na severu, ale není v těsné blízkosti moře. Nicméně očekávám, že se zde bude nacházet klima převážně kontinentální.

1. Roční chod teploty vzduchu a srážek na vybraných stanicích

Tab. č. 2: Roční chod teploty vzduchu na zpracovávaných stanicích v období 1961 - 1990.

	Roční chod teploty vzduchu 1961 - 1990 [°C]												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sodankyla	-15,1	-13,6	-8,5	-2,1	5	11,6	14,1	11,2	5,9	-0,2	-7,4	-13,1	-1
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	14,1
Kasprowy Wierch	-8,4	-8,4	-6,4	-2,6	2,2	5,1	6,8	6,9	4,3	1,3	-3,8	-7	-0,8

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

Tab. č. 3: Roční chod srážkových úhrnů na zpracovávaných stanicích v období 1961 - 1990.

	Roční chod srážkových úhrnů 1961 - 1990 [mm]												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sodankyla	31	26	25	24	35	56	65	63	55	51	39	31	501
La Coruña	131	104	86	83	78	49	25	29	63	104	116	128	996
Kasprowy Wierch	124	110	118	141	173	223	208	195	131	111	127	140	1801

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

Dvě výše uvedené tabulky zobrazující roční chod teploty vzduchu a srážkových úhrnů potvrdily domněnky o typu klimatu, které jsem uvedl v úvodu. Stanice Sodankyla se jeví jako stanice kontinentální s velkou teplotní amplitudou (29,2 °C) a malým množstvím srážek. La Coruña vypadá jako stanice čistě oceánská s malou teplotní amplitudou (8,4 °C) a největším množstvím srážek v zimních a podzimních měsících, což může být způsobeno její polohou na jihu Evropy a při pobřeží Atlantiku.

Horská stanice Kasprowy Wierch je velmi specifická již podle prvních dvou tabulek. Průměrná roční teplota je velmi nízká (odpovídá severské stanici Sodankyla), ale její amplituda je poměrně vysoká (15,3 °C), odpovídající kontinentálnímu typu klimatu. Oproti tomu srážkové úhrny jsou v průběhu celého roku velmi vysoké, což je s největší pravděpodobností způsobeno vysokou nadmořskou výškou.

2. Pluviometrický koeficient

Pluviometrickým koeficientem určujeme vydatnost srážek. Respektive poměr skutečného množství srážek k celkovému množství, kdyby byly srážky rozloženy v průběhu roku rovnoměrně. Matematickým vzorcem je pluviometrický koeficient vyjádřen následovně:

$$K_p = \frac{r_i}{1/12 R}$$

K_p -> Pluviometrický koeficient

r_i -> Srážkový úhrn jednotlivého měsíce

R -> celoroční srážkový úhrn

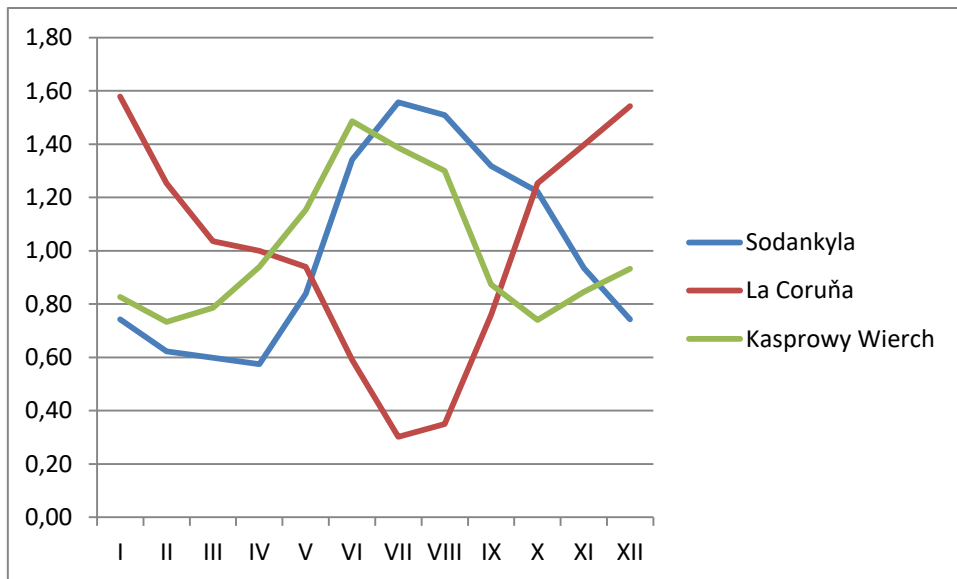
Jako příklad použijí stanici Sodankyla. Pro výpočet pluviometrického koeficientu pro měsíc leden vypadá vzorec po dosazení následovně:

$$K_p = \frac{31}{1/12 \cdot 501} = 0,74$$

V měsíci lednu je tedy pluviometrický koeficient menší jak 1, tedy množství srážek bylo podprůměrné.

Tab. č. 4: Pluviometrické koeficienty pro jednotlivé stanice v období 1961 - 1990.

	Pluviometrický koeficient											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Sodankyla	0,74	0,62	0,60	0,57	0,84	1,34	1,56	1,51	1,32	1,22	0,93	0,74
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
Kasprowy Wierch	0,83	0,73	0,79	0,94	1,15	1,49	1,39	1,30	0,87	0,74	0,85	0,93



Obr. č. 1: Srovnání pluviometrických koeficientů jednotlivých stanic.

Z výše uvedené tabulky je viditelné, že nejméně vyrovnaný srážkový úhrny má stanice La Coruña. V letních měsících se zde pohybuje pluviometrický koeficient až kolem hodnoty 0,30, zatímco v zimě dosahuje úrovně až 1,50. Lze tedy říci, že zimy a konec podzimu jsou na této stanici srážkově nadprůměrné, zatímco především letní měsíce jsou velmi podprůměrné. Je to pravděpodobně způsobeno tím, že stanice leží na západním pobřeží Pyrenejského poloostrova. Velký vliv zde má tedy Atlantik a suchá horká léta.

Opačná situace je u stanice Sodankyla, kde jsou srážkově nadprůměrné měsíce od června do října, tedy léto a začátek podzimu. Zbytek roku je podprůměrný. Podobný vývoj má i stanice Kasprowy Wierch. Zde jsou srážkově nadprůměrné měsíce květen, červen, červenec a srpen. Zbytek roku je podprůměrný, ale ne tolik, jako je tomu u Sodankyla. Je to způsobeno nadmořskou výškou, kde je stále vysoké množství srážek a vliv zeměpisné šířky se stává méně významným.

Z grafu je patrný naprosto odlišný vývoj stanice La Coruña. Jedná se tedy pravděpodobně o jedinou stanici s oceánským klimatem. Maximum srážek v zimních měsících je ovlivněno Atlantským oceánem. Graf také potvrdil podobný vývoj zbylých dvou stanic.

3. Index termické kontinuality

Index termické kontinuality je dalším nástrojem jak určit polohu stanice vůči oceánu a tedy i typ jejího převládajícího klimatu. Index termické kontinuality počítá se zeměpisnou šířkou stanice a teplotní amplitudou. Index se počítá podle vzorce Gorczyńského, který vypadá následovně:

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

K -> termická kontinentalita [%]

φ -> zeměpisná šířka

A -> průměrná roční amplituda teploty [°C]

Po dosazení do vzorce, pro stanici Sodankyla, vypadá vzorec následovně:

$$K = \frac{1,7}{\sin 67^\circ 22'} \cdot (29,2 - 12 \sin 67^\circ 22') = \frac{30,81}{0,92} = 33,49\%$$

Tab. č. 5: Vypočítané indexy termické kontinentality pro zpracovávané stanice v období 1961 - 1990.

	K [%]
Sodankyla	33,49
La Coruña	0,39
Kasprowy Wierch	13,89

Výsledky indexu termické kontinentality potvrdily výše uvedené domněnky, které jsem si částečně potvrdil pluviometrickým koeficientem a rozložením chodu srážek a teplot vzduchu.

Čím více se blíží index termické kontinentality ke 40 %, tím více je klima kontinentální. Naopak čím méně %, tím je klima oceaničtější. Stanice Sodankyla je tedy dle výše uvedených výsledků (K = 33,49 %) stanice se silným kontinentálním klimatem. Úplně opačná situace panuje na stanici La Coruña, která je dle výsledku (K = 0,39 %) stanicí oceaničtější. Oba tyto výsledky odpovídají předchozím výpočtům a analýzám.

Jako přechodná stanice se po výpočtu termické kontinentality jeví stanice Kasprowy Wierch (K = 13,89 %) ač by měla dle zeměpisné polohy být stanicí kontinentální. Tento posun způsobuje vysoká nadmořská výška stanice.

4. Index ombrické kontinentality

Index ombrické kontinentality na rozdíl od indexu termické kontinentality pracuje a počítá se srážkovými úhrny za určitá období roku. Slouží ale ke stejnému účelu, tedy k určení převládajícího typu klimatu na dané stanici. Vzorec podle Hruďičky, který je využit k výpočtu je následovný:

$$k = 12 \frac{l - 35}{\sqrt{s_z}}$$
$$l = \frac{\Sigma s(IV - IX)}{s_r} \cdot 100 [\%]$$

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

K -> ombrická kontinentalita [%]

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

s_z -> absolutní úhrn srážek chladného pololetí (X-III) [%]

s_r -> roční úhrn srážek [mm]

Po dosazení do vzorce, pro stanici Sodankyla, vypadá vzorec následovně:

$$k = 12 \frac{59,48 - 35}{\sqrt{203}} = 20,62$$

Tab. č. 5: Vypočítané indexy ombrické kontinentality pro zpracovávané stanice v období 1961 - 1990.

	k [%]
Sodankyla	20,62
La Coruña	-1,00
Kasprowy Wierch	10,87

Podmínky vyhodnocení indexu ombrické kontinentality jsou stejné jako pro index termické kontinentality. Již na první pohled je tedy zřejmé, že výsledky druhého indexu odpovídají výsledkům indexu prvního. Stanice Sodankyla má opět poměrně vysoký výsledek ($k = 20,62$ %) a tedy zde panuje kontinentální klima. Ve španělské La Coruňi je tentokrát index dokonce záporný, tedy klima je zde extrémně oceanické ($k = -1,00$ %). Na horské stanici Kasprowy Wierch vyšel index ombrické kontinentality $k = 10,87$ %, tedy opět tato stanice spadá do přechodného klimatu.

5. Doba polovičních srážek

Podobně jako index ombrické kontinentality, tak i doba polovičních srážek počítá se srážkovým úhrnem. Tato veličina vyjadřuje, za jakou dobu v měsících spadne na daném území (stanici) polovina celkového ročního úhrnu. Na stanicích s kontinentálním klimatem dosahuje hodnota doby polovičních srážek 3 měsíců, zatímco na stanicích s oceanickým klimatem přesahuje 7 měsíců.

Doba polovičních srážek se počítá od 1. 4. z důvodu pokrytí sněhových srážek.

Pro výpočet opět využijí tabulku č. 3.

Tab. č. 6: Roční množství srážek (Sr) a polovina ročního srážkového úhrnu (Sp) na vybraných stanicích v období 1961 – 1990.

	Sr [mm]	Sp [mm]
Sodankyla	501	250,5
La Coruña	996	498
Kasprowy Wierch	1801	900,5

Výpočty pro jednotlivé stanice:

$$\text{Sodankyla} = 24+35+56+65+63 = 243 \text{ mm}$$

Chybí tedy 7,5 mm z následujícího měsíce. Dobu vypočteme následovně:

$$\frac{55 \text{ mm}}{31 \text{ dní}} = 1,774 \text{ mm/den}$$

$$\frac{7,5 \text{ mm}}{1,774 \text{ mm}} = 4,227 \text{ dne}$$

$$\frac{4,227 \text{ dne}}{31 \text{ dní}} = 0,14 \text{ měsíce} = 5 + 0,14 = \mathbf{5,14 \text{ měsíce}}$$

Nejdříve vypočtu kolik srážek (v případě rovnoměrného rozdělení v měsíci) spadne v jednom dnu. Poté vypočítám, kolik dní trvá, než spadne můj zbývající úhrn a na závěr spočítám jaká je to část měsíce.

$$\text{La Coruña} = 83+78+49+25+29+63+104 = 431 \text{ mm (chybí tedy 67 mm)}$$

$$\frac{116 \text{ mm}}{30 \text{ dní}} = 3,87 \text{ mm/den}$$

$$\frac{67 \text{ mm}}{3,87 \text{ mm}} = 17,312 \text{ dne}$$

$$\frac{17,312 \text{ dne}}{30 \text{ dní}} = 0,58 \text{ měsíce} = 7 + 0,58 = \mathbf{7,58 \text{ měsíce}}$$

$$\text{Kasprowy Wierch} = 141+173+223+208 = 745 \text{ mm (chybí tedy 155,5 mm)}$$

$$\frac{195 \text{ mm}}{31 \text{ dní}} = 6,29 \text{ mm/den}$$

$$\frac{155,5 \text{ mm}}{6,29 \text{ mm}} = 24,721 \text{ dne}$$

$$\frac{24,721 \text{ dne}}{31 \text{ dní}} = 0,80 \text{ měsíce} = 4 + 0,80 = \mathbf{4,80 \text{ měsíce}}$$

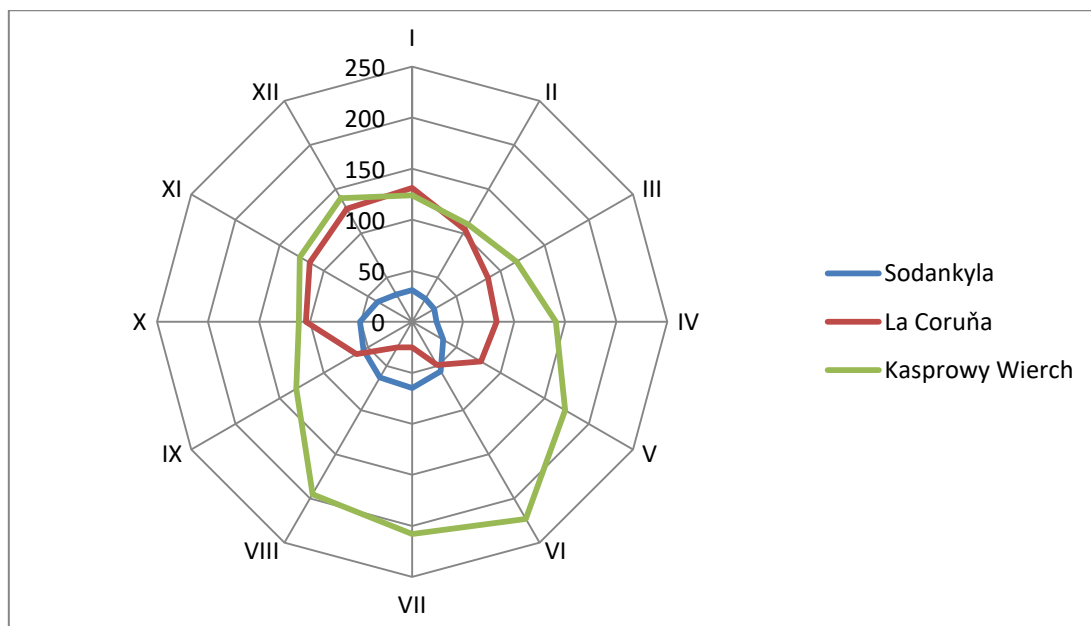
Tab. č. 7: Počet měsíců, za které spadne polovina ročního srážkového úhrnu na vybraných stanicích v období 1961 – 1990.

	Sr [mm]	Sp [mm]	počet měsíců
Sodankyla	501	25	5,14
La Coruña	996	498	7,58
Kasprowy Wierch	1801	900,5	4,80

Výsledky výpočtu doby polovičních srážek nám opět ukázaly typy klimatu u jednotlivých stanic, které byly identifikovány v předchozích charakteristikách. Nicméně stanice Sodankyla, která se u předchozích výpočtů jevila jako jednoznačně kontinentální, se zde jeví spíše jako přechodná s dobou polovičních srážek 5,14 měsíce. Může to být způsobeno její polohou ve vysokých zeměpisných šířkách. Naopak u stanice La Coruña, která má dobu polovičních srážek 7,58 měsíců, se potvrdila silná oceanita. Stanice Kasprowy Wierch, která by co do zeměpisné polohy měla být stanicí kontinentální, se opět ukazuje s dobou polovičních srážek 4,80 měsíce spíše stanicí přechodnou. Jak již bylo řečeno, je to způsobeno její vysokou nadmořskou výškou.

6. Poloha těžiště srážek

V této charakteristice spočítáme dva údaje. Tím prvním bude graf rozložení srážek v průběhu roku. Ten je vytvořen z průměrných měsíčních hodnot srážkového úhrnu a ukazuje rozložení srážek. Jedná se v podstatě o grafické zpracování údajů, které byly využity a zpracovány na začátku cvičení.



Obr. č. 2: Rozložení srážek na jednotlivých stanicích v průběhu roku v období 1961 - 1990.

Z grafu je zřejmé, že nejméně srážek má stanice Sodankyla, která má zároveň srážkové úhrny rozdělena nejrovnoměrěji. Na stanici La Coruña spadne naprostá většina srážek v zimní polovině roku, zatímco na stanici Kasprowy Wierch je tomu opačně. Nicméně na této stanici je velké množství srážek situováno i do zimních a podzimních měsíců. Je rovněž patrný obrovský roční srážkový úhrn této horské stanice.

Druhým zpracovaným grafem je graf polohy těžiště srážek, z kterého opět určíme typ klimatu na jednotlivých stanicích, dle polohy těžiště v určitém kvadrantu. Výhodou je, že I. kvadrant označuje jen stanice horské, případně středomořské.

Souřadnice těžiště srážek musíme nejdříve spočítat pomocí následujících vzorců:

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

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

I, II, III, ... XII -> měsíční úhrny srážek

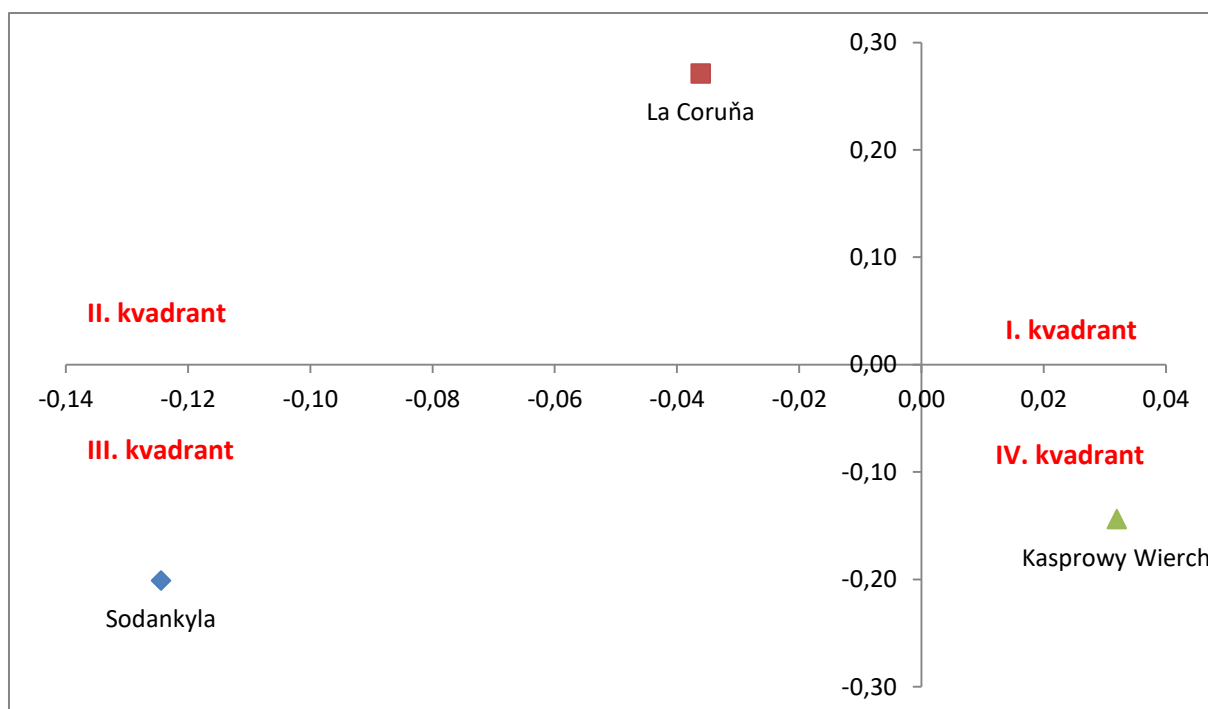
S -> roční úhrn srážek

Vzorový výpočet pro polohu těžiště srážek pro stanici Sodankyla:

$$x = \frac{0,5 \cdot (26 + 56 - 63 - 31) + 0,866 \cdot (25 + 35 - 55 - 39) + 24 - 51}{501} = \frac{-62,444}{501} = -0^{\circ} 7' 28''$$

$$y = \frac{0,5 \cdot (25 - 35 - 55 + 39) + 0,866 \cdot (26 - 56 - 63 + 31) + 31 - 65}{501} = \frac{-100,692}{501} = -0^{\circ} 12' 4''$$





Obr. č. 3: Poloha těžiště srážek jednotlivých stanic v průběhu roku v období 1961 - 1990.

Z grafu zobrazujícího polohu těžiště srážek jednotlivých stanic vyplývá zařazení stanic do jednotlivých typů klimatu. Stanice La Coruña se nachází ve II. kvadrantu, který označuje stanice s oceánickým typem klimatu. III. kvadrant označuje stanice s kontinentálním, případně přechodným typem klimatu. Zde se nachází stanice Sodankyla. Došlo tedy k potvrzení skutečností, které byly zmíněny výše. Tato stanice tedy má převážně klima kontinentální. Kontinentalita ale není tak silná. Do posledního, IV. kvadrantu spadá stanice Kasprowy Wierch. Tento kvadrant označuje stanice s teplým kontinentálním klimatem. Dle předchozích výsledků spadala tato stanice převážně do klimatu přechodného typu. Nicméně svou geografickou polohou by mělo být klima kontinentální. Poloha těžiště srážek, tedy potvrdila geografickou polohu stanice. To, že je zde klima označováno jako teplé, je pravděpodobně způsobeno velkým množstvím srážek, které jsou následkem velké nadmořské výšky stanice.

7. Vyhodnocení

Tab. č. 8: Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik pro vybrané stanice za období 1961 - 1990.

	Index termické kontinentality	Index omrické kontinentality	Doba polovičních srážek	Poloha těžiště srážek	Klima kontinentální / oceánské
Sodankyla	33,49	20,62	5,14	III. kvadrant	kontinentální
La Coruña	0,39	-1,00	7,58	II. kvadrant	oceánské
Kasprowy Wierch	13,89	10,87	4,80	IV. Kvadrant	kontinentální/přechodné

Závěr:

V tomto cvičení jsem zpracoval mnoho klimatologických charakteristik pro vybrané stanice La Coruña (Španělsko), Sodankyla (Finsko) a Kasprowy Wierch (Polsko), které vedly k finálnímu určení oceanity nebo kontinentality klimatu.

Stanice Sodankyla, která leží v severním Finsku, má klima kontinentální s malým množstvím srážek. To je způsobeno především její polohou ve vyšších zeměpisných šířkách. Jediná charakteristika, která tuto stanici předurčuje spíše do klimatu přechodného je doba polovičních srážek. Ovšem finálně jsem tuto stanici určil jako kontinentální.

Opačným případem je stanice La Coruña. Ta se dá již díky svojí poloze v severozápadním cípu Pyrenejského poloostrova určit jako kontinentální. Všechny charakteristiky, které byly spočítány, tuto domněnku potvrdily.

Složitější situace ovšem nastala u stanice Kasprowy Wierch, která leží ve Vysokých Tatrách, nedaleko hranic se Slovenskou republikou. Díky vysoké nadmořské výšce byla tato stanice ve většině charakteristik určována jako přechodná. Až poloha těžiště srážek přisoudila stanici jednoznačně do klimatu kontinentálního. To odpovídá její geografické poloze v „srdci“ Evropy. Nicméně celkově jsem tuto stanici (na základě předchozích charakteristik) určil spíše jako přechodnou.

Celkově lze říci, že určování kontinentality, respektive oceanity, je složité a nelze brát v úvahu jen jednu charakteristiku.

Zdroje:

- WMO (1996): Climatological normals (CLINO) for the period 1961 - 1990. Geneva, 768 s.
- Klimadiagramme weltweit (2016) [online]. [cit.: 3. 10. 2017.]. Dostupný z WWW: <<http://klimadiagramme.de/>>.