

Meteorologie a klimatologie

Klimatické indexy

Zadání:

Vyberte si tři klimatologické stanice a charakterizujte roční rozdělení srážek pomocí pluviometrického koeficientu. Dále se zaměřte na charakter stanice - oceánský/kontinentální. Stav zhodnořte na základě indexu termické kontinentality, indexu ombrické kontinentality, doby polovičních srážek a polohy ťžiště srážek.

Vypracování:

Zvolené stanice: **Zugspitze** (D) - 47° 25', **Ovruch** (UA) - 51° 19', **Turku** (FIN) - 60° 31'.

Vysokohorská stanice Zugspitze se nachází na stejnojmenném vrcholu, který je nejvyšší horou Německa. Můžeme proto očekávat, že průměrné měsíční i roční teploty tu budou velmi nízké a průměrné měsíční i roční srážky naopak vysoké. Vzhledem k poloze v rámci Evropy by to měla být stanice se spíše kontinentálním podnebím a mělo by převažovat západní proudění. Ovlivňována by měla být v zimním období především Azorskou a Sibiřskou tlakovou výš, které by přinesly slunečné počasí. Azorská tlaková výše by měla způsobit proudění teplejšího (a vlhkého) vzduchu od Atlantiku a tedy i oteplení, Sibiřská tlaková výše by naopak měla přivádět chladný suchý vzduch ze střední a východní Asie a způsobovat tak ochlazení a mrazy. V letním období by měla mít vliv opět Azorská tlaková výše, tentokrát by ale přinášela vlhký vzduch z Atlantiku, způsobující bouřky a dešťové srážky.

Kontinentální podnebí by mělo působit (na základě polohy) také v místě ukrajinské stanice Ovruch. Průměrné měsíční teploty vzduchu by proto měly mít velkou amplitudu (horká léta a mrazivé zimy) a mohli by se tu vyskytnout extrém. Srážek by mělo být spíše méně. Očekáváme, že opět bude převažovat západní proudění. V zimním období by měl převládat vliv Sibiřské tlakové výše (se stejnými vlivy jako u stanice Zugspitze) a v letním Íránská tlaková níže, která by měla způsobit oteplení. To proto, že se tato níže nachází nad pevninou, která je v létě silně zahřátá a nachází se nad ní suchý teplý vzduch.

Finská stanice Turku by měla naopak podléhat oceánskému podneb, protože se nachází na jihu Finska blízko Botnického zálivu a Baltského moře. Očekáváme proto větší množství srážek, malou teplotní amplitudu a chladnější léta a teplejší zimy. V ročním chodu by také mělo dojít k opožďování extrémů o jeden měsíc. I tady by mělo převládat západní proudění. Předpokládáme, že stanici ovlivňuje v zimním i letním období hlavně Islandská tlaková níže, přinášející vlhký vzduch od Atlantiku a způsobující tak srážky a zataženou oblohu. V zimním období by jejím přičiněním mělo dojít k oteplení, v letním k ochlazení.

Tab. 1 – Průměrné měsíční a roční teploty [°C] a úhrny srážek [mm] na stanicích Ovruch, Turku a Zugspitze za období 1961-1990

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Ovruch	-6,2	-4,8	-0,1	7,7	14,2	17,1	18,1	17,3	12,8	7,1	1,5	-2,9	6,8
	40,0	35,0	34,0	45,0	52,0	81,0	96,0	71,0	52,0	39,0	50,0	46,0	641,0
Turku	-6,0	-6,2	-2,6	3,0	9,8	14,9	16,5	15,2	10,3	5,7	0,6	-3,6	4,8
	45,0	33,0	34,0	38,0	35,0	43,0	78,0	84,0	72,0	69,0	71,0	59,0	661,0
Zugspitze	-11,2	-11,4	-10,2	-7,5	-3,1	-0,1	2,2	2,2	0,5	-2,1	-7,1	-9,7	-4,8
	189,0	154,0	186,0	199,0	172,0	185,0	183,0	170,0	115,0	109,0	158,0	184,0	2004,0

Zdroj: WMO, 1996

1. část:

Pluviometrický koeficient vyjadřuje podíl úhrnu srážek za měsíc ku jedné dvanáctině ročního úhrnu. Dokážeme díky němu tedy posoudit, zda za vybraný měsíc spadlo více nebo méně srážek, než je průměr. Vzorec pluviometrického koeficientu zní:

$$K_p = \frac{r_i}{\frac{1}{12}R}, \text{ kde}$$

r_i = srážkový úhrn i -tého měsíce v roce [mm],

R = roční úhrn srážek [mm].

Pokud je koeficient větší než jedna, spadlo nadprůměrné množství srážek, pokud menší než jedna, tak naopak.

Výpočet pro stanici Zugspitze a měsíc leden: $K_p = \frac{189}{\frac{1}{12}2004} = 1,1$.

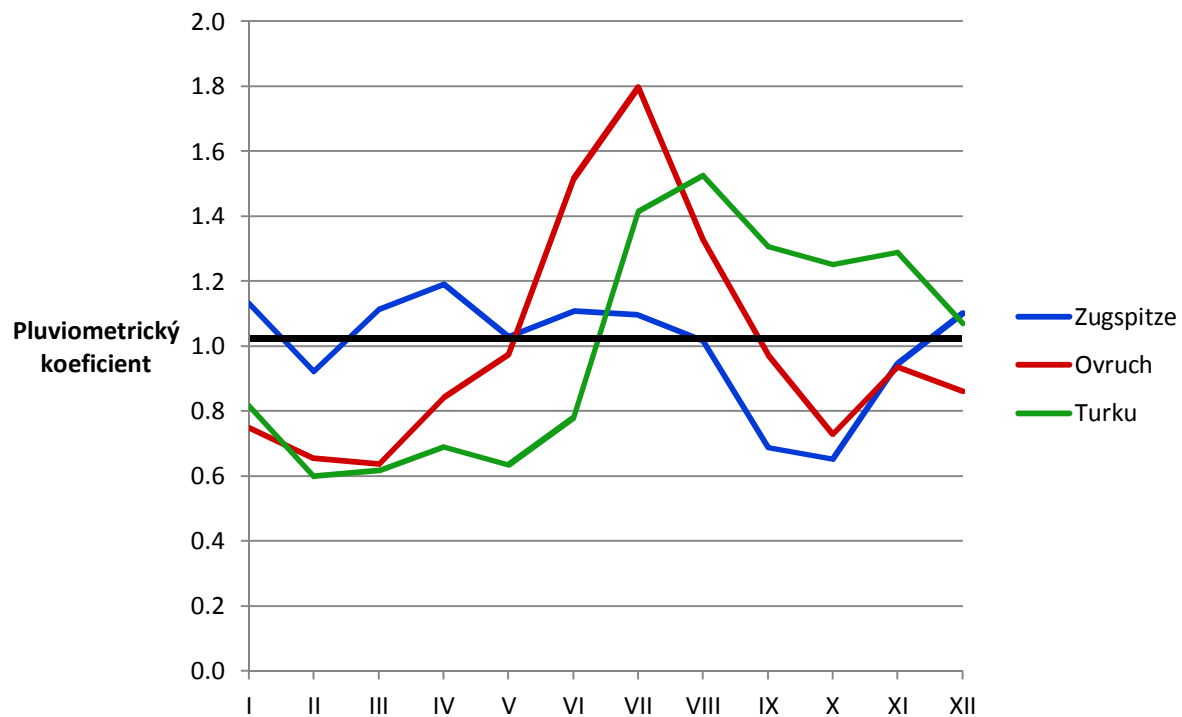
Tab. 2 – Pluviometrické koeficienty stanice Ovruch, Turku a Zugspitze za období 1961-1990

Stanice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ovruch	0,7	0,7	0,6	0,8	1,0	1,5	1,8	1,3	1,0	0,7	0,9	0,9
Turku	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8	1,4	1,5	1,3	1,3	1,3	1,1
Zugspitze	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,1	1,1	1,0	0,7	0,7	0,9	1,1

Na grafu níže jako první zaujme nejspíš to, že nejvyšší hodnota pl. koeficientu byla 1,8 a to pro stanici Ovruch v červenci. V letních měsících byla hodnota koeficientu větší než jedna, v květnu a v září rovna jedné. To by mělo být dáno kontinentalitou stanice, protože pro tu je typické zvyšování úhrnů srážek na jaře, maximální úhrny v létě, postupné snižování úhrnů na podzim a minimální úhrny v zimě.

Stanice Turku měla se stanicí Ovruch podobný průběh. Pozorujeme u ní ale posun o jeden měsíc, kdy navíc nejvyšší hodnota koeficientu je 1,5, tedy je nižší o 0,3 a hodnoty klesají ne rapidně, ale pozvolna. Hodnot větších než jedna nabývá koeficient ve druhé polovině roku, tedy od července do prosince. To by měla způsobovat celkově oceanita stanice a dále třeba působení cyklón. V lednu už nejspíš není vzduch proudící od oceánu dostatečně teplý na to, aby vyvolával takové srážkové úhrny, jako v období červenec-prosinec.

Stanice Zugspitze má mnohem menší rozptyl hodnot koeficientů a na rozdíl od předchozích dvou stanic se tu maxima vyskytují na jaře, přesněji v dubnu, a ne v létě. Koeficient je vyšší než jedna střídavě během roku – v lednu, březnu, dubnu, červenci, červnu a prosinci, hodnoty jedna nabývá v květnu a srpnu. Mělo by to být způsobeno reliéfem – v tyto období by mělo docházet k silné konvekci, která by způsobovala výstupné pohyby vzduchu a následnou kondenzaci a vypadávání srážek.



Obr. 1 – Graf pluviometrických koeficientů pro stanice Ovruch, Turku a Zugspitze za období 1961-1990

2. část:

Index termické kontinentality používáme, snažíme-li se zjistit, jestli je klima v daném místě spíše oceánické nebo kontinentální. Je založen na zeměpisné šířce a průměrné roční amplitudě teploty. Čím vyšší je hodnota indexu, tím kontinentálnější klima v dané zeměpisné šířce panuje. Vypočte se jako

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

K ... termická kontinentalita [%]

φ ... zeměpisná šířka

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

$$\text{Pro stanici Zugspitze platí: } K = \frac{1,7}{\sin 47^\circ 25'} (13,6 - 12 \cdot \sin 47^\circ 25') = 11,0$$

$$\text{Ovruch: } K = \frac{1,7}{\sin 51^\circ 19'} (24,3 - 12 \cdot \sin 51^\circ 19') = 32,5$$

$$\text{Turku: } K = \frac{1,7}{\sin 60^\circ 31'} (22,7 - 12 \cdot \sin 60^\circ 31') = 23,9$$

Výsledky výpočtu termické kontinentality vypovídají o tom, že největší kontinentalitu by měla mít stanice Ovruch, pro kterou vyšlo 32,5, dále Turku, o hodnotě 23,9, a nejnižší by pak měla mít Zugspitze. Vzhledem k tomu, že se jedná o vysokohorskou stanici, nemůžeme k indexu příliš přihlížet.

Tab. 3 – Indexy termické kontinentality spolu s daty pro jejich výpočet pro stanici Ovruch, Turku a Zugspitze za období 1961-1990.

Stanice	Zeměpisná šířka	A [°C]	Index termické kontinentality
Ovruch	51° 19'	24,3	32,5
Turku	60° 31'	22,7	23,9
Zugspitze	47° 25'	13,6	11,0

Index ombrické kontinentality slouží k tomu samému, je ale založen na srážkových úhrnech.

$$k = (12(1-35)) / \sqrt{s_z}, \text{ kde}$$

k ... ombrická kontinentalita [%]

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

$$l = \frac{\sum S_{(IV-IX)}}{s_r} \cdot 100$$

s_z ... absolutní množství srážek chladného pololetí (X-III) [mm]

$$s_z = \sum S_{(X-III)}$$

s_r ... roční úhrn srážek [mm]

Ovruch: $k = (12(62,0-35))/\sqrt{244} k = 20,7$

Turku: $k = (12(53,0-35))/\sqrt{311} k = 12,2$

Zugspitze: $k = (12(51,1-35))/\sqrt{980} k = 6,2$

Protože opět platí, že čím vyšší hodnota indexu, tím kontinentálnější podnebí, vidíme, že výsledky se prakticky opakují. Největší index má stanice Ovruch o $k=20,7$, druhý největší stanice Turku s $k=12,2$ a nejmenší opět Zugspitze, kde $k=6,2$. Zdá se proto, že Ovruch bude skutečně stanicí kontinentálního rázu, zatímco Turku spíše přechodného nebo jen mírně kontinentálního. U Zugspitze nemůžeme situaci posoudit, protože je vysokohorskou stanicí, kde se kontinentalita a oceanita neprojevují tak, jako na místech o nižších nadmořských výškách (nižším ve smyslu oproti vysokohorským oblastem).

Tab. 4 – Indexy ombrické kontinentality spolu s daty pro výpočet pro stanici Ovruch, Turku a Zugspitze za období 1961-1990

Stanice	Úhrn srážek za IV-IX [mm]	s_r [mm]	l [%]	s_z [mm]	k
Ovruch	397,0	641,0	62,0	244,0	20,7
Turku	350,0	661,0	53,0	311,0	12,2
Zugspitze	1024,0	2004,0	51,1	980,0	6,2

Doba polovičních srážek neboli **srážkový poločas** je metoda, kdy zjišťujeme, za jakou dobu spadne od začátku dubna polovina ročního srážkového úhrnu (bráno v měsících). Platí přitom, že s narůstající dobou polovičních srážek klesá kontinentalita – tedy čím kratší doba, tím větší kontinentalita v daném místě.

Nejdelší dobu polovičních srážek měla stanice Zugspitze o 5,8 měsících, téměř tu samou dobu, 5,7 měsíců, měla stanice Turku a nejmenší, 4,7 měsíců, stanice Ovruch. Neznamená to ale, že by stanice Zugspitze a Turku měly být podobného rázu v rámci kontinentality/oceanity. Protože velké přísuny srážek jsou pro vysokohorské oblasti běžné, a to nejen v létě, opět bychom se o tento ukazatel neměli v případě rozhodování o síle kontinentality příliš opírat. U stanice Turku vidíme, že by nemuselo být příliš kontinentálního rázu, protože běžná hodnota kontinentálních oblastí je kolem 3 měsíců. Stanice Ovruch je už tedy jistě kontinentálního charakteru, protože její poloviční doba srážek nebyla ani 5 měsíců.

Tab. 5 – Roční chod srážek stanic Ovruch, Turku a Zugspitze [mm] za období 1961-1990

Stanice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Ovruch	40	35	34	45	52	81	96	71	52	39	50	46	641
Turku	45	33	34	38	35	43	78	84	72	69	71	59	661
Zugspitze	189	154	186	199	172	185	183	170	115	109	158	184	2004

Zdroj: Climatological normals (CLINO) for the period 1961-1990

Tab. 6 – Doba polovičních srážek a hodnoty pro její výpočet pro stanice Ovruch, Turku a Zugspitze za období 1961-1990.

Stanice	Roční úhrn srážek [mm]	Polovina sr [mm]	Úhrn za vybrané měsíce [mm]	Doba polovičních srážek (v měsících)
Ovruch	641,0	320,5	284,0	4,7
Turku	661,0	330,5	278,0	5,7
Zugspitze	2004,0	1002,0	909,0	5,8

Výpočet pro stanici **Ovruch**:

$$\frac{Sr}{2} = \frac{641}{2} = 320,5$$

$$\sum_{IV-VII} = 284$$

$$Sr - \sum_{IV-VII} = 320,5 - 284 = 45$$

$$\frac{(\frac{Sr}{2}) - \sum_{IV-VII}}{VIII} = \frac{45}{71} = 0,7$$

$$4 + 0,7 = \underline{4,7}$$

Výpočet pro stanici **Turku**:

$$\frac{Sr}{2} = \frac{661}{2} = 330,5$$

$$\sum_{IV-VIII} = 278$$

$$Sr - \sum_{IV-VIII} = 330,5 - 278 = 52,5$$

$$\frac{(\frac{Sr}{2}) - \sum_{IV-VIII}}{IX} = \frac{52,5}{72} = 0,7$$

$$5 + 0,7 = \underline{5,7}$$

Výpočet pro stanici **Zugspitze**:

$$\frac{Sr}{2} = \frac{2004}{2} = 1002$$

$$\sum_{IV-VIII} = 909$$

$$Sr - \sum_{IV-VIII} = 1002 - 909 = 93$$

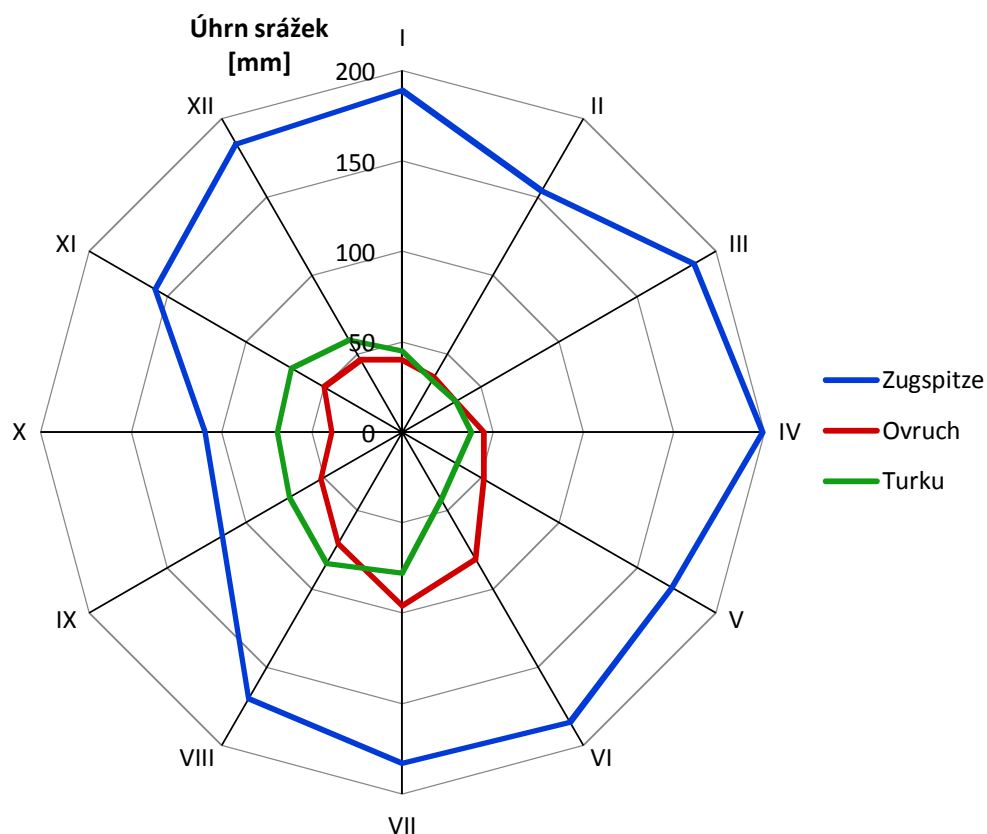
$$\frac{(\frac{Sr}{2}) - \sum_{IV-VIII}}{IX} = \frac{93}{115} = 0,8$$

$$5 + 0,8 = \underline{\underline{5,8}}$$

Poloha těžiště srážek

Tato metoda je založena na paprskovém grafu, kde měsíční srážkové úhrny jsou souměrně rozloženy po obvodu kružnice. Následně je potřeba vypočítat těžiště srážek a sestavit druhý graf. Ten na základě polohy stanice v grafu prozrazuje, jaké klima panuje (nebo by alespoň mělo) na stanici.

Graf níže dobře vyjadřuje, že Zugspitze má mnohem více srážek než zbylé dvě stanice a maximálních hodnot dosahuje v dubnu. Zbylé dvě stanice jsou co do výšky srážek srovnatelné, opět zde dobře pozorujeme posun o měsíc a fakt, že stanice Turku dosahuje vysokých srážkových úhrnů v letních a podzimních měsících, zatímco Ovruch zejména v těch letních.



Obr. 2 – Graf srážkových úhrnů pro stanice Ovruch a Turku a Zugspitze za období 1961-1990

Těžiště srážek se vypočte jako:

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

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

S = roční úhrn srážek

Po dosazení za stanici Zugspitze dostaneme:

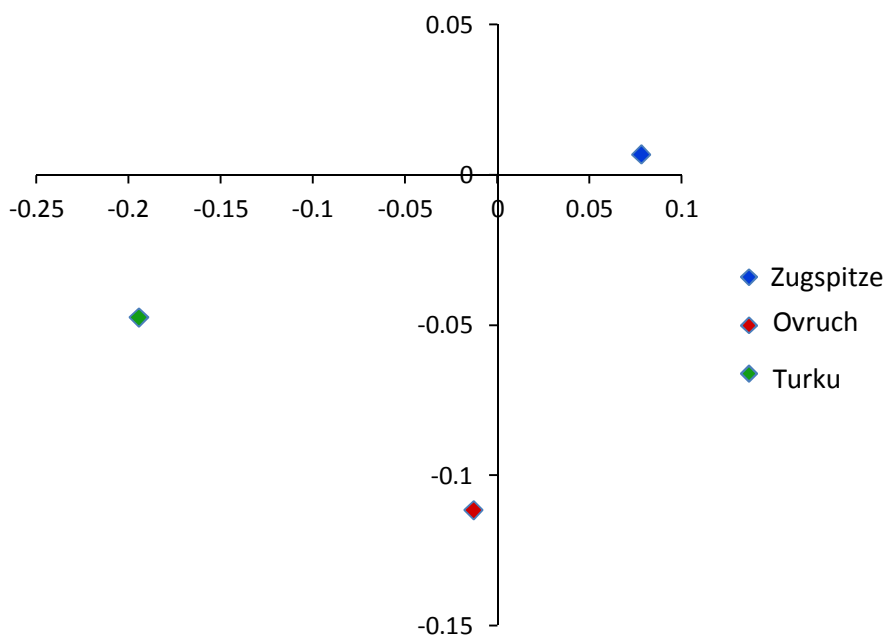
$$x = \frac{0,5 \times (154 + 185 - 170 - 184) + 0,866 \times (186 + 172 - 115 - 158) + 199 - 109}{2004} = 0,077899202,$$

$$y = \frac{0,5 \times (186 - 172 - 115 + 158) + 0,866 \times (154 - 185 - 170 + 184) + 189 - 183}{2004} = 0,006875.$$

Tab. 7 – Souřadnice těžiště srážek pro stanice Ovruch, Turku a Zugspitze pro období 1961-1990

	x	y
Zugspitze	0,077899	0,006875
Ovruch	-0,01304	-0,11152
Turku	-0,19453	-0,04737

Jednotlivé kvadranty grafu polohy těžiště srážek (viz. níže) vypovídají o kontinentalitě/oceanitě stanice. V prvním kvadrantu, kde se nachází stanice Zugspitze, se vyskytují vysokohorské stanice a stanice středomořského klimatu. Ve druhém kvadrantu najdeme stanice oceánského typu chodu srážek, ve třetím stanice o kontinentálním a přechodném podnebí – sem se zařadili Ovruch a Turku. Poslednímu kvadrantu náleží stanice teplého kontinentálního typu.



Obr. 3 – Poloha těžiště srážek stanic Ovruch, Turku a Zugspitze za období 1961–1990

Tab. 8 – Shrnutí charakteristik vypovídající o kontinentalitě/oceanitě podnebí stanic Ovruch, Turku a Zugspitze za období 1961-1990

Stanice	Index termické kontinentality	Index ombrické kontinentality	Doba polovičních srážek	Poloha těžiště srážek	Klima kontinentální/oceánské
Ovruch	32,5	20,7	4,7	III. kvadrant	Kontinentální
Turku	23,9	12,2	5,7	III. kvadrant	Kontinentální, spíše přechodné
Zugspitze	11,0	6,2	5,8	I. Kvadrant	Kontinentální (vysokohorské)

Závěr:

Ve cvičení jsme se snažili zjistit, jaké klima převládá na třech různých stanicích. Na stanici Zugspitze by pouze na základě polohy mělo panovat spíše kontinentální nebo přechodné klima. Těžko se to ale určuje, protože se jedná o vysokohorskou stanici, čemuž také odpovídá měsíční chod teplot a srážek v průběhu roku (velmi nízké teploty, v létě nad nulou, a vysoké úhrny srážek, o kterých vypovídal také paprskový graf). Kdybychom toto nevěděli, mohli bychom si myslet, že je stanice přechodného rázu – vypovídala by o tom doba polovičních srážek, která byla 5,8, což je zhruba na pomezí mezi oceánským a kontinentálním klimatem, a pak také nízké indexy, což je u vysokohorských stanic typické. Index termické kontinentality byl 11 a index ombrické kontinentality 6,2. Hlavní ukazatel, který poukazoval na fakt, že Zugspitze je vysokohorskou stanicí, byl graf polohy těžiště srážek, kde stanice správně spadala do 1. kvadrantu.

Stanice Ovruch je bezesporu kontinentálního typu. Důkazem je poloha (stanice se nachází na Ukrajině daleko od moře a oceánu), dále fakt, že nejdeštivější jsou letní měsíce (jak můžeme pozorovat i z paprskového grafu), a pak také, že teplotní amplituda v průběhu roku je vysoká, stejně jako amplituda pluviometrického koeficientu. Výrazné deště v letních měsících by mohly být dány působením Íránské tlakové výše, která přivádí horký suchý vzduch ze zahřáté pevniny, který by pak měl způsobovat vysoký výpar a tedy následnou kondenzaci a vypadávání srážek.

Když se podíváme na indexy termické a ombrické kontinentality, všimneme si, že jsou dost vysoké, a to především ten první z nich, který činí 32,5. To vypovídá o značně kontinentálním klimatu. Dalším důkazem je doba polovičních srážek, která byla 4,7 – platí totiž, že čím menší doba polovičních srážek, tím větší kontinentalita. Nakonec byla stanice zařazena do třetího kvadrantu grafu polohy těžiště srážek, kam sice kromě kontinentálních stanic spadají i ty s přechodným klimatem, nicméně vzhledem k ostatním ukazatelům bylo toto zařazení bráno jako potvrzení teorie o tom, že Ovruch spadá mezi stanice s kontinentálním klimatem.

Stanice Turku se na první pohled zdá být oceánského typu, protože se nachází blízko Baltského moře a Botnického zálivu. Když se ovšem podíváme na měsíční teploty v průběhu roku a úhrny srážek, zjistíme, že je stanice spíše kontinentálního rázu - teplotní amplituda je značná (22,5 °C), srovnatelná se stanicí Ovruch (24,3 °C), srážky jsou vydatné především v letních měsících a pluviometrické koeficienty v průběhu roku mají velkou amplitudu. Paprskový graf dobře znázorňuje nejen to, že množství srážek je zhruba srovnatelné se stanicí Ovruch a srážkové úhrny nejsou tak vydatné, jaké by měly být na stanici o oceánském klimatu. Domnívám se, že zdárný kontinentální ráz (vyjádřený ukazateli) je způsobený především polohou vůči Skandinávskému pohoří (Turku se nachází východně od něho). Protože v dané oblasti převažuje západní proudění, vlhký vzduch od Atlantiku, který je do Skandinávie přinášen, z kondenzuje z většiny na návětrné straně Skandinávského pohoří a na území Turku se pak dostane především ten suchý vzduch, který srážky nepřináší. V létě jsou pak úhrny větší, což je způsobeno zejména vyššími teplotními úhrny.

Protože indexy termické (23,9) a ombrické kontinentality (12,2) nejsou ani příliš vysoké, ani nízké, řekla bych, že jde o stanici s přechodným podnebím. Podporuje to také

doba polovičních srážek, která byla 5,7 měsíce, a také to, že byla stanice zařazena grafem polohy těžiště srážek mezi stanice spadající do kontinentálního a přechodného podnebí.

Zdroje:

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

Klimatologie a hydrogeografie pro učitele [online]. 2014, [cit. 25. 10. 2017]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/index.html

IS studijní materiály [online]. 2017, [cit. 25. 10. 2017]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/>