



Kristýna Jiráčková
2. ročník, Geografie (FG)
Brno, 2017

METEOROLOGIE A KLIMATOLOGIE

Klimatologické indexy

ZADÁNÍ

Pro zadané stanice ze světa vypsát roční chod teploty vzduchu a srážek a početně či 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 jsme zpracovávali pro tyto klimatologické stanice:

- Brest (Bělorusko)
- Klikenny (Irsko)
- Saentis (Švýcarsko)

Tab. 1: Roční chod průměrné měsíční teploty vzduchu [°C] ve vybraných stanicích v letech 1961-1990

Měsíc													
Stanice	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.-XII.
Brest	-1,7	0,0	5,2	13,0	19,2	22,3	23,7	23,1	18,4	12,3	5,3	0,7	-4,0
Klikenny	7,7	7,9	10,0	12,4	15,1	18,1	19,9	19,6	17,2	13,9	10,1	8,4	13,4
Saentis	-5,1	-5,3	-4,2	-2,0	1,8	5,1	7,3	7,3	6,0	3,7	-1,2	-3,5	0,8

Zdroj: (WMO, 1996)

Tab. 2: Roční chod průměrného měsíčního množství srážek [mm] ve vybraných stanicích v letech 1961-1990

	Měsíc												
Stanice	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.-XII.
Brest	37	33	31	39	59	72	80	76	51	42	47	44	611
Klikenny	87	66	63	52	62	50	53	71	72	85	74	88	823
Saentis	229	201	209	249	235	293	315	333	211	171	211	246	2903

Zdroj: (WMO, 1996)

Tyto tři vybrané evropské stanice budou zkoumány za třicetileté normálové období v letech 1961 až 1990. Každá ze tří stanic má rozdílnou polohu a nadmořskou výšku.

Stanice Klikennyse nachází v Irsku v údolí Nore, asi 2 km severozápadně od centra města Klikenny. Tato stanice má úzký vztah k oceánu. Oproti ostatním stanicím se jako jediná nachází na území ostrovního státu, navíc má nízkou nadmořskou výšku, takže se dá předpokládat, že se jedná o oceánský typ podnebí. Toto tvrzení podporují i údaje v tabulce č. 1 a 2 – kde je malý rozdíl teplot mezi letními a zimními měsíci, a vysokým ročním úhrnem srážek (například oproti stanici Brest).

Stanice Kilkenny byla otevřena v květnu 1957; je významná tím, že zaznamenala některé z nejvyšších letních a nejnižších zimních teplot v Irsku. Byla uzavřena v dubnu 2008 a nahrazena

automatickou stanicí v Oak Parku, Carlow. Extrémy zaznamenané na stanici Kilkenny: nejvyšší teplota vzduchu 31,5 °C (29.6.1976); nejnižší teplota vzduchu 14,1 °C (2.1.1979). (MET, 2017)

Stanice Brest, ve stejnojmenném městě v Bělorusku, se nachází ve výšce 142 mn.m. Díky velké vzdálenosti a vlivem proudění vzduchu ze Sibíře tu v průběhu roku teplota značně kolísá. Ze všech tří stanic má Brest největší teplotní amplitudu (22°C). To nám říká, že zdejší podnebí bude pravděpodobně kontinentálního rázu.

Poslední stanice ve východním Švýcarsku je nejvýše položenou vybranou stanicí. Leží v pohoří Alpy s nadmořskou výškou 2 502 m n.m., a proto je tu po většinu měsíců průměrná teplota vzduchu pod nulou a roční úhrn srážek je až 3,5krát větší než u oceánské stanice Kilkenny.

Ráz počasí nad určitou geografickou oblastí (nad vybranými stanicemi) určuje rozložení vzduchových hmot, atmosférických front, anticyklon, cyklon a jiných synoptických objektů. Asi největší vliv má přítomnost útvarů nízkého či vysokého tlaku vzduchu. Synoptické situace se během roku dosti mění. V zimě panuje na severní polokouli nad Atlantským oceánem proudění Islandské cyklony. Nasyčená Islandská tlaková níže přináší v zimě četné úhrny srážek (hlavě u irské stanice). Na její místo postupně směřuje Azorská tlaková výše, která se od ledna k červenci posunuje více k severu a přináší na evropské pobřeží slunečné počasí (zasahuje hlavně stanice Kilkenny a Saentis).

Naproti tomu nad euroasijským kontinentem se během roku střídá zimní Sibiřská anticyklona s Íránskou cyklonou. Sibiřská tlaková výše přináší do oblasti východní Evropy (včetně stanice Brest) suchý a chladnější vzduch ze severu a Íránská tlaková níže přináší z Indického oceánu svým severním až severozápadním směrem teplý a vlhký vzduch.

1. PLUVIOMETRICKÝ KOEFICIENT

Tento koeficient, za předpokladu rovnoměrného rozložení srážek během roku, vyjadřuje podíl skutečného úhrnu srážek a úhrnu, jenž by měl být tento měsíc. Když je hodnota pluviometrického koeficientu menší než 1, jedná se o měsíc podprůměrný, a naopak koeficient vyšší než 1, vypovídá o nadprůměrném měsíci.

Vzorec:

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

K_p ... pluviometrický koeficient

r_i ... měsíční srážkový úhrn i-tého měsíce

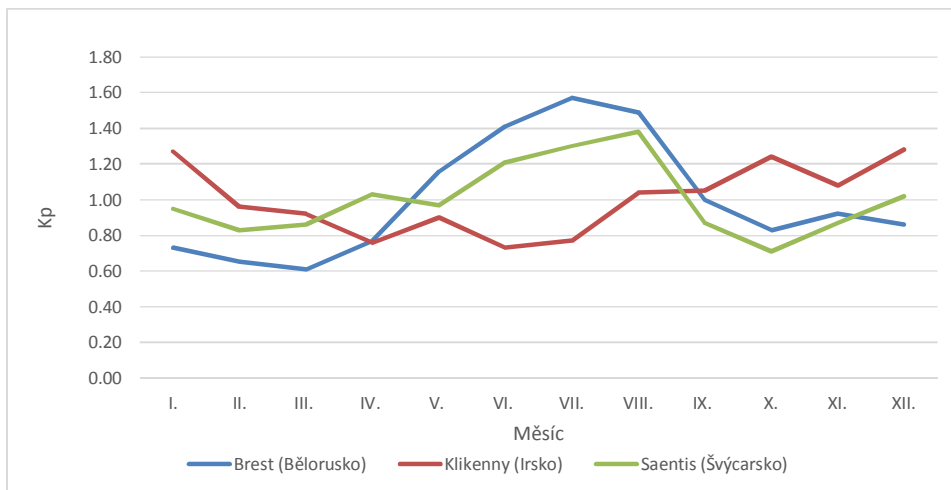
R ... roční srážkový úhrn

*Výpočet:

$$K_p = \frac{r_i}{R/12} = \frac{37}{611/12} = 0,73$$

Tab. 3: Pluviometrické koeficienty vybraných stanic v období let 1961-1990

Stanice	Měsíc											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Brest	0,73*	0,65	0,61	0,77	1,16	1,41	1,57	1,49	1,00	0,83	0,92	0,86
Kilkenny	1,27	0,96	0,92	0,76	0,90	0,73	0,77	1,04	1,05	1,24	1,08	1,28
Saentis	0,95	0,83	0,86	1,03	0,97	1,21	1,30	1,38	0,87	0,71	0,87	1,02



Obr. 1: Graf pluviometrických koeficientů na vybraných stanicích v období let 1961-1990

Komentář [M1]: U popisu os je lepší používat celá slova než zkratky

Všechny stanice mají stejný počet měsíců s podprůměrnými i nadprůměrnými srážkami. Na stanici Brest spadne od května do září více srážek, než je roční průměr. V létě je zde nižší tlak a Brest je ovlivňován Íránskou cyklonou přinášející teplý a vlhký vzduch z Indického oceánu. Jinak má stanice přes půl roku podprůměrnou hodnotu vydatnosti srážek (konkrétně 7 měsíců).

Podobná situace se odehrává i u druhé stanice Klikenny. Opět převládají měsíce s podprůměrnou hodnotou vydatnosti srážek. Tyto měsíce s nízkou vydatností však začínají v únoru a končí v červenci. Důvodem je přítomnost Azorské anticyklony, která se posouvá nad Atlantským oceánem a putuje k severu. Ačkoliv se vzduch sytí vlhkostí z vypařujícího se oceánu, srážky na stanici nedosahují významných hodnot.

Podprůměrné hodnoty poslední, švýcarské stanice, na sebe volně nenavazují, jako to bylo jako u předchozích dvou stanic. Jejich průběh je narušen vícero srážkami, než je roční průměr, u měsíců: duben, červen-srpen a prosinec.

2. INDEXY TERMICKÉ A OMBRICKÉ KONTINENTALITY

Pro zhodnocení kontinentality, resp. oceanity klimatu, slouží indexy termické a ombrické kontinentality.

a. TERMICKÝ INDEX

Index termické kontinentality pracuje s hodnotami průměrných měsíčních teplot. Budeme tedy využívat rozdílů maximální a minimální průměrné měsíční teploty v určitém období. Gorcezyňského vzorec bere v úvahu zeměpisnou šířku, ve které stanice leží.

Výpočetní vztah:

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

K ... termická kontinentalita [%]

φ ... zeměpisná šířka

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

Tab. 4: Zeměpisné šířky zpracovávaných stanic

Stanice	Zeměpisná šířka
Brest	52° 07'
Klikenny	52° 39'
Saentis	47° 15'

Výpočty:

- **Brest (Bělorusko)**

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} (A - 12 * \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin(52^{\circ}07')} (25,4 - 12 * \sin 52^{\circ}07') = 34,16 \%$$

- **Klikenny (Irsko)**

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} (A - 12 * \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin(52^{\circ}39')} (12,2 - 12 * \sin 52^{\circ}39') = 5,69\%$$

- **Saentis (Švýcarsko)**

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} (A - 12 * \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin(47^{\circ}15')} (12,6 - 12 * \sin 47^{\circ}15') = 8,77\%$$

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

Stanice	A [°C]	K [%]
Brest	25,4	34,16
Klikenny	12,2	5,69
Saentis	12,6	8,77

V tabulce číslo 5 si můžeme potvrdit většinu předpokládaných tvrzení z úvodního odstavce. Výpočtem vzorce indexu kontinentality podnebí jsme dostali hodnoty v rozmezí 0-100 %. Oblasti, u kterých se nacházejí hodnoty okolo 0 % jsou v blízkosti oceánů s oceánským klimatem, avšak čím je číslo vyšší, tím je klima více kontinentální.

Jak jsme předpokládali, druhá stanice s menším teplotní amplitudou (Klikenny) je stoprocentně oceánského charakteru. Její hodnota termického indexu je velice nízká (5,7%).

Jednoznačně kontinentální typ podnebí panuje ve stanici Brest v Bělorusku. Stanice leží, na rozdíl od stanice Klikenny, v nitru kontinentu. Zařazení stanice Saentis je poněkud složité, jelikož se jedná o horskou stanici, na kterou působí i jiné faktory než zeměpisná šířka, nedá se ani říct že se jedná o stanici s přechodným klimatem (její podnebí není jednoznačně určit).

b. INDEX OMBRICKÉ KONTINENTALITY

Omrický index kontinentality pro výpočet využívá srážkové úhrny za určitá období. Konkrétně se jedná o celkový roční úhrn srážek a takzvané teplé a zimní pololetí.

Výpočetní vztah:

$$k = \frac{12(1 - 35)}{\sqrt{s_z}}$$

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

Komentář [M2]: Vážně?

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

k ... ombrická kontinentalita [%]

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

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

s_r ... roční úhrn srážek [mm]

Tab. 6: Index ombrické kontinentality a sumy srážkových úhrnů ve vybraných stanicích v letech 1961-1990

Stanice	$\sum s(IV - IX)$ [mm]	S _z [mm]	l [%]	S _r [mm]	k [%]
Brest	377	234	62	611	21
Klikenny	360	463	44	823	5
Saentis	1636	1267	56	2903	7

Výpočty:

- **Brest (Bělorusko)**

$$k = \frac{12 \left[\left(\frac{\sum s(IV-IX)}{s_r} * 100 \right) - 35 \right]}{\sqrt{\sum s (X - III)}} = \frac{12 \left[\left(\frac{377}{611} * 100 \right) - 35 \right]}{\sqrt{234}} = 20,95 \%$$

- **Klikenny (Irsko)**

$$k = \frac{12 \left[\left(\frac{\sum s(IV-IX)}{s_r} * 100 \right) - 35 \right]}{\sqrt{\sum s (X - III)}} = \frac{12 \left[\left(\frac{360}{823} * 100 \right) - 35 \right]}{\sqrt{463}} = 4,87\%$$

- **Saentis (Švýcarsko)**

$$k = \frac{12 \left[\left(\frac{\sum s(IV-IX)}{s_r} * 100 \right) - 35 \right]}{\sqrt{\sum s (X - III)}} = \frac{12 \left[\left(\frac{1636}{2903} * 100 \right) - 35 \right]}{\sqrt{1267}} = 7,19 \%$$

Kontinentalita/oceanita v daném místě se posuzuje podle velikosti k. S rostoucí hodnotou je charakter ročního chodu více kontinentální. Nejvyšší hodnotu indexu ombrické kontinentality, a to 21 %, pozorujeme i v tomto případě u běloruské stanice Brest.

Naopak nejnižší hodnotu (5%) lze vidět u irské stanice Klikenny, což nám opět potvrzuje převládající oceánské podnebí. U horské stanice najdeme relativně nízkou hodnotu ombrické kontinentality – 7 %. Příčinou tohoto jevu je, že oproti ostatním stanicím je Saentis ovlivněn místním členitým reliéfem (pohoří Alpy), což má vliv na množství srážek, kterých je díky nadmořské výšce během celého roku vysoké množství.

c. DOBA POLOVIČNÍCH SRÁŽEK (SRÁŽKOVÝ POLOČAS)

Tzv. doba polovičních srážek je charakteristika, jež stejně jako index ombrické kontinentality počítá se srážkovými úhrny. Můžeme jí popsat jako dobu v měsících, za kterou spadne polovina ročního srážkového úhrnu. S rostoucí kontinentalitou se doba polovičních srážek zkracuje, naopak v oceánském klimatu se čas požadovaného úhrnu prodlužuje. Počítá se od 1. dubna.

Výpočet:

- **Brest (Bělorusko)** $s_n = \frac{s_r}{2} = \frac{611}{2} = 305,5 \text{ mm}$

- $39 + 59 + 72 + 80 = 250$ (4 měsíců), do dosažení poloviny srážek zbývá 55,5 mm srážek z 5 měsíc - 76 mm.
- $55,5/76 = 0,73$...doba polovičních srážek je **4,73 měsíce**.
- **Klikenny (Irsko)** $s_n = \frac{s_r}{2} = \frac{823}{2} = 411,5$ mm
 - $52 + 62 + 50 + 53 + 71 + 72 = 360$ (6 měsíců), do dosažení poloviny srážek zbývá 51,5 mm srážek z 7 měsíc - 85 mm.
 - $51,5/85 = 0,61$... doba polovičních srážek je **6,61 měsíce**.
- **Saentis (Švýcarsko)** $s_n = \frac{s_r}{2} = \frac{2903}{2} = 1451,5$ mm
 - $249 + 235 + 293 + 315 + 333 = 1425$ (5 měsíců), do dosažení poloviny srážek zbývá 26,5 mm srážek z 6 měsíce - 211 mm.
 - $26,5/211 = 0,13$... doba polovičních srážek je **5,13 měsíce**.

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

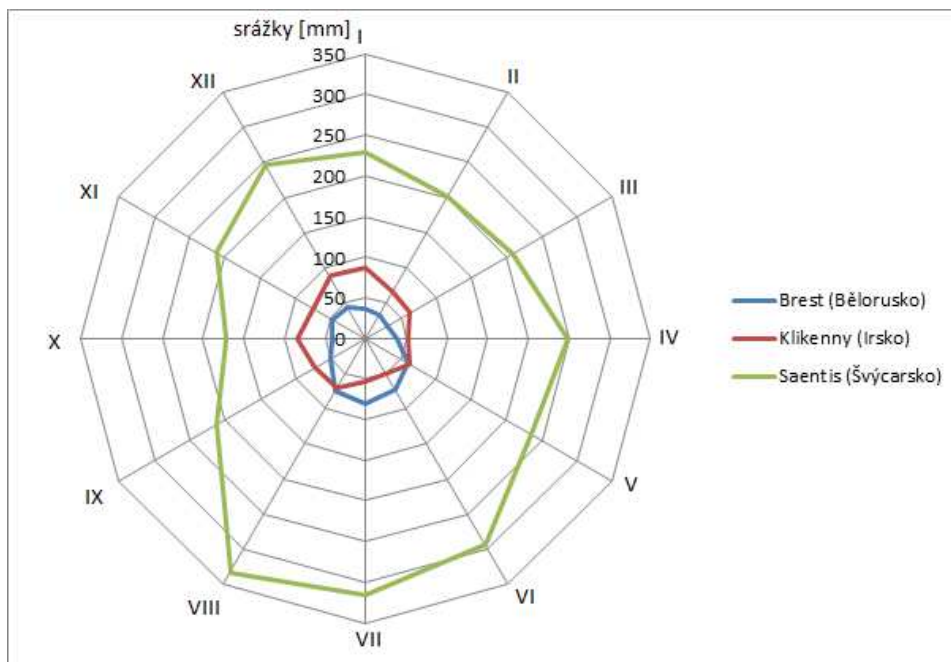
Stanice	Sr [mm]	Sn [mm]	Počet měsíců
Brest	611	305,5	4,73
Klikenny	823	411,5	6,61
Saentis	2903	1451,5	5,13

U stanice Klikenny spadla polovina srážek za dobu delší než půl roku – 6,61 měsíce (doba odpovídá rovnoměrnému rozložení srážek během roku). Stanice se tudíž nachází v oceánském podnebí.

Stanici s dominantním kontinentálním podnebím opět reprezentuje běloruská stanice Brest, kde polovina srážek spadla během 4,73 měsíce. Hodnota 5,13 u švýcarské stanice se pohybuje na rozhraní mezi kontinentálním a oceánským klimatem. (ZÍKOVÁ, N. 2009)

d. POLOHA TĚŽIŠTĚ SRÁŽEK

Poloha těžiště srážek je metoda, která se nepoužívá moc často. Pro výpočet této charakteristiky vycházíme z předpokladu rovnoměrného rozložení měsíčních srážkových úhrnů po obvodu kružnice jednotkového poloměru. (ZÍKOVÁ, N. 2009)



Obr. 2: Rozložení ročního chodu srážek v paprskovém grafu na vybraných stanicích v letech 1961-1990

Komentář [M3]: Pokud vkládáš popis osy v malování tak se pokus použít alespoň podobné písmo jaké mají ostatní prvky v grafu ;-)

Největší plochu úhrnu srážek zaujímá stanice Saentis. Velký rozdíl v úhrnu srážek vidíme mezi skupinou měsíců září-listopad, kde nejnižší připadá na měsíc říjen (přibližně 175 mm), duben-srpen, kde nejvyšší hodnotu má měsíc srpen – přibližně 325 mm srážek.

V porovnání se švýcarskou stanicí zaujímají stanice Klikenny a Brest malou plochu úhrnu srážek. Stanice Brest vykazuje nejmenší plochu, ale svým tvarem připomíná švýcarskou stanicí. Srážky ve všech měsících stanice Klikenny se pohybují více méně okolo 75 mm.

Výpočetní vztahy pro souřadnice 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 ... úhrny srážek jednotlivých měsíců

S ... roční úhrn srážek

Výpočet:

Brest

$$X = \frac{0,5(33+72-76-44)+0,866(31+59-51-47)+39-42}{611} = -0,02852$$

$$y = \frac{0,5(31-59-51+47)+0,866(33-72-76+44)+37-80}{611} = -0,19719$$

Klikenny

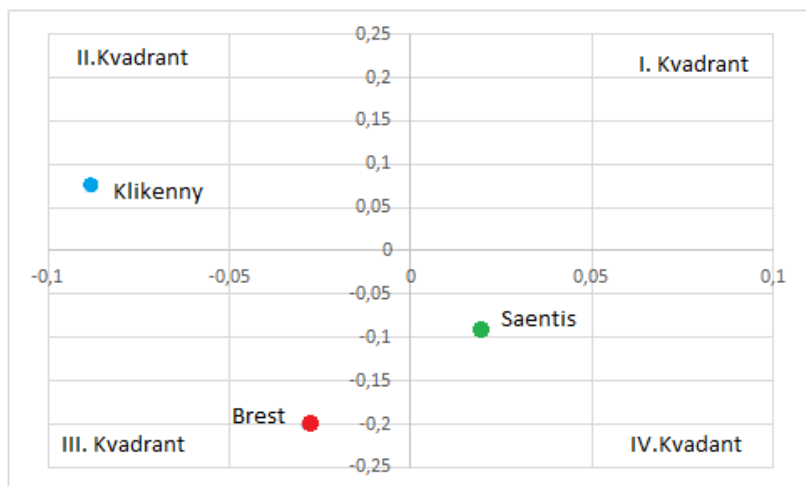
$$x = \frac{0,5(66+50-71-88)+0,866(63+62-72-74)+52-85}{823} = -0,08832$$

$$y = \frac{0,5(63-62-72+74)+0,866(66-50-71+88)+87-53}{823} = 0,07786$$

Saentis

$$x = \frac{0,5(201+293-333-246)+0,866(209+235-211-211)+249-171}{2903} = 0,01879$$

$$y = \frac{0,5(209-235-211+211)+0,866(201-293-333+246)+229-315}{2903} = -0,08975$$



Obr. 3: Poloha těžiště srážek vybraných stanic v období let 1961-1990

Komentář [M4]: I u jednotek popisu os v grafu musí být dodržen stejný počet desetinných míst

Podnebí v jednotlivých kvadrantech:

- I. Kvadrant – pouze vysokohorské stanice a stanice středomořského klimatu – v našem případě žádná.
- II. Kvadrant – stanice oceánské typu – zahrnuje irskou stanice **Klikenny**.
- III. Kvadrant – stanice s kontinentálním a přechodným typem chodu srážek – odpovídá stanice **Brest**.
- IV. Kvadrant – stanice s teplým kontinentálním klimatem; objevuje se místy ve vysokých horách – odpovídá stanice **Saentis**.

V obrázku 3 vidíme zkonstruovaný graf s vnesenými hodnotami, které nám určily příslušnost jednotlivých stanic a jejich typ klimatu. V druhém kvadrantu se vyskytuje pouze stanice Klikenny. Tento kvadrant zobrazuje stanice s oceánským klimatem. Stanice, jež mají těžiště ve třetím kvadrantu, jsou kontinentálního a přechodného charakteru. Právě v tomto kvadrantu se nachází

běloruská stanice Brest. Ve čtvrtém, a zároveň posledním kvadrantu, se nalézá švýcarská stanice Saentis. Pro tento kvadrant jsou typické stanice s teplým kontinentálním podnebím a místy se objevují ve vysokých horách.

Tab. 8: Výsledné hodnoty vybraných charakteristik na sledovaných stanicích za období let 1961-1990

Stanice	Brest	Kilkenny	Saentis
Zeměpisná šířka	52° 07'	52° 39'	47° 15'
Nadmořská výška [m n.m.]	142	66	2502
Index termické kontinentality [%]	34,06	5,69	8,77
Index ombrické kontinentality [%]	20,95	4,87	11,91
Doba polovičních srážek [měsíc]	4,73	6,61	5,13
Poloha těžiště srážek	III. kvadrant	II. kvadrant	IV. kvadrant
Klima kontinentální/ oceánské	kontinentální	oceánské	kontinentální

ZÁVĚR:

V tomto cvičení jsme jednotlivými metodami pracovali s daty průměrné měsíční teploty vzduchu a s úhrny srážek tří zvolených evropských stanic za normálové období 30 let (1961-1990). Účelem cvičení bylo posuzování kontinentality/oceanity jednotlivých stanic. Ačkoliv se všechny tři stanice nachází v přibližně stejné zeměpisné šířce, každá leží v naprosto odlišných klimatických podmínkách. To, že roční teplotní amplituda je nad oceány menší, než nad pevninou v téže nadmořské výšce, pozorujeme i u těchto tří stanic.

Stanici Kilkenny můžeme podle provedených výpočtů zařadit mezi stanice s oceánským typem klimatu. Nachází se v Irsku v údolí Nore, asi 2 km severozápadně od centra města Kilkenny. Největší vliv na podnebí má vlhký oceánský vzduch s vysokým množstvím srážek (chladnější léta a mírné zimy). Velice zásadní roli, jak pro Irsko, tak pro celou severní Evropu, hraje přítomnost teplého Golského proudu. Tento mořský proud zajišťuje přenos teplých mas vody a nízkou intenzitu sněhových srážek (povrch v zimě pohlcuje více slunečního záření a zvyšuje tak teplotu přízemních vrstev vzduchu).

Ze zpracovaných charakteristik pro stanici Brest docházíme k závěru, že se jedná o stanici, kde panuje kontinentální klima. Léta s vysokými teplotami vzduchu a úhrnem srážek a zimy s nízkými teplotami a úhrnem srážek, jsou přesný opak irské stanice. Na to má vliv značná vzdálenost od oceánu a Sibiřská anticyklona, která ovlivňuje počasí v celé Evropě – především v zimě.

Poslední Stanice Saentis se nachází ve Švýcarských Alpách v nadmořské výšce 2 502 m n.m. Její průměrné měsíční teploty vzduchu jsou po celou dobu nízké. Klimatické určení této horské stanice je poměrně složité. Z výsledků indexů termické a ombrické kontinentality (a v porovnání s oceánskou a kontinentální stanicí) jsem ze začátku usuzovala, že se jedná o stanici spíše oceánským podnebím, ale u poslední charakteristiky nám vyšla stanice s kontinentálním klimatem. Určení klimatu zde opět není jednoznačné, můžeme ale říct, že se jedná o horskou stanici, kde má největší vliv reliéf, který způsobuje nucený výstup vzduchu, čímž dochází ke kondenzaci a ke zvýšení množství srážek.

ZDROJE:

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

IS MUNI, (2017). Indexy zadani2017 [online]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2017/Z0076/cviceni/>

ŠTĚTIOVÁ, M. (2013). Hodnocení kontinentality klimatu na území Německa a Česka, Západočeská univerzita v Plzni, Dostupné zde: https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/9874/1/Stetinova_M.pdf

ZÍKOVÁ, N. (2009) Prostorová variabilita ročních chodů atmosférických srážek, Univerzita Karlova, Dostupné zde: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/23321/DPTX_2007_1_11320_NSZZ016_23599_6_0_48380.pdf?sequence=1

MET (2017). Weather Observing Station [online]. Dostupné z: <https://www.met.ie/about/weatherobservingstations/kilkenny.asp>

IS MUNI (2017). *Všeobecná cirkulace atmosféry* [online]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/04-cirkulace.html