

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

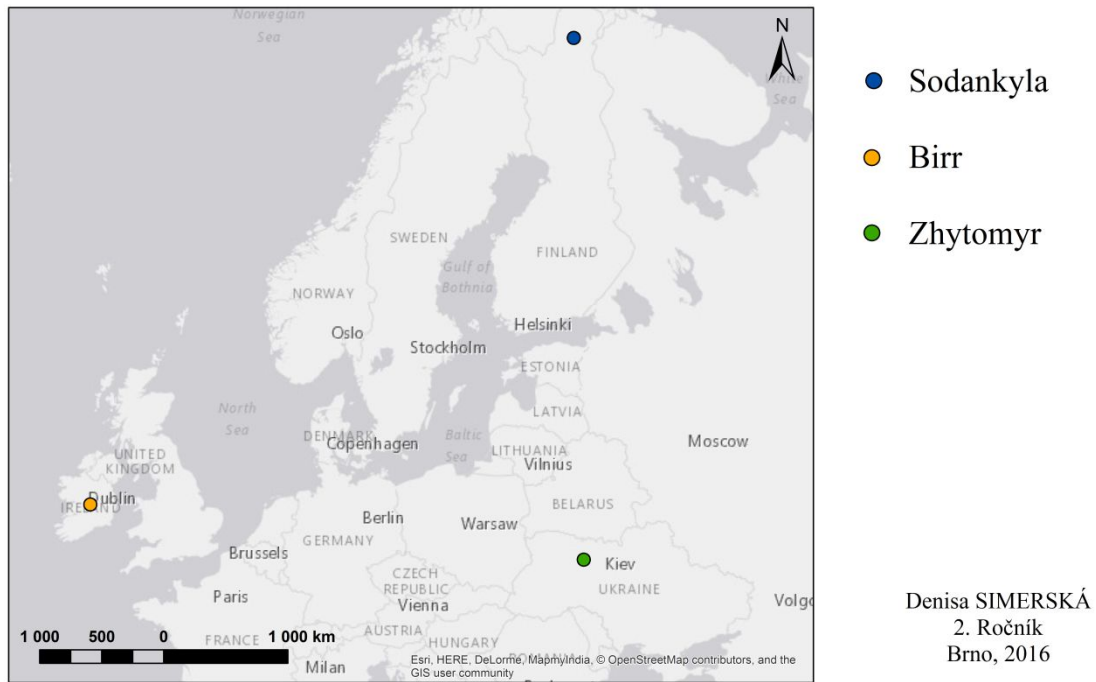
VYPRACOVÁNÍ

Zadané úkoly byly zpracovány pro tyto klimatologické stanice:

- Sodankyla (Finsko)
- Birr (Irsko)
- Zhytomyr (Ukrajina)

Vybrané Evropské stanice budou zkoumány za období let 1961 až 1990, tedy za normálové období třiceti let. První z klimatologických stanic Sodankyla leží v severní části Finska napůl cesty mezi Baltským mořem na jihu a Barentsovým mořem na severu. Tato stanice se nachází v nadmořské výšce 180m. Další stanice leží na území Irského města Birr, které se nachází v nadmořské výšce 59m a jde tedy o nejnižše položenou stanici. Birr leží takřka v srdci Irska. Oproti dalším stanicím se pouze tato nachází na území ostrovního státu, můžeme tedy předpokládat, že je zde převládající oceánický typ podnebí. Toto tvrzení lze podpořit i zdejšími celoročními vysokými úhrny srážek. Poslední stanicí je Zhytomyr. Jedná se o město na Ukrajině, tyčící se ve výšce 229 m. n. m., a které je pouze 140km vzdálené od hlavního města Kyjev. V tabulce č. 1 jsou zachyceny průměrné teploty na všech stanicích za normálové období. Nejnižší průměrné teploty vykazuje nejseverněji položená stanice Sodankyla, která dosahuje záporných hodnot v pěti měsících. Nejnižší průměrná měsíční teplota je $-10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nejvyšší teplota činí 19°C , čímž tato stanice zaujímá obě maxima. O něco tepleji je podle průměrných teplot na nejjihnější stanici Zhytomyr ve vnitrozemském státu Ukrajina. I přes to, že jsou zde na rozdíl od stanice Birr i měsíce s průměrnými teplotami pod nulou, jsou zde zaznamenány vyšší teploty v období léta. Stanice Birr se v porovnání s předchozími stanicemi pohybuje pouze v kladných hodnotách. Teploty i srážky všech stanic jsou znázorněny graficky na obrázcích č. 2, 3.

ROZLOŽENÍ VYBRANÝCH STANIC

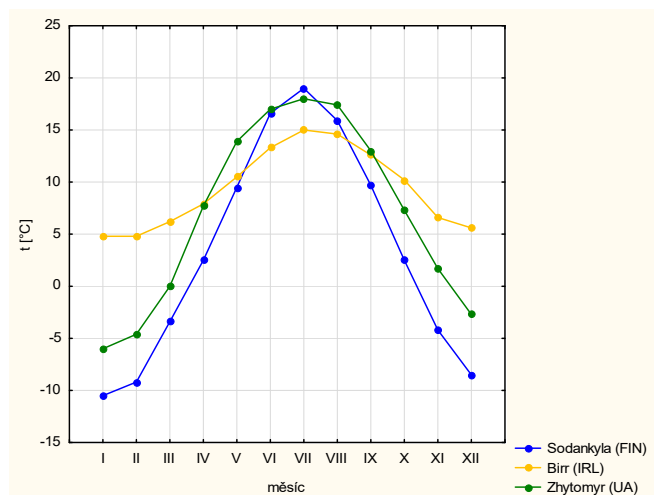


Obr. 1.: Mapa vybraných stanic

Tab. 1.: Průměrné měsíční teploty [°C] ve vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

Stanice	Měsíc											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Sodankyla (FIN)	-10,5	-9,2	-3,4	2,5	9,5	16,6	19	15,9	9,7	2,5	-4,2	-8,5
Birr (IRL)	4,9	4,8	6,2	7,9	10,5	13,3	15	14,6	12,6	10,2	6,6	5,6
Zhytomyr (UA)	-6	-4,6	0	7,7	13,9	17	18	17,4	13	7,3	1,7	-2,7

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

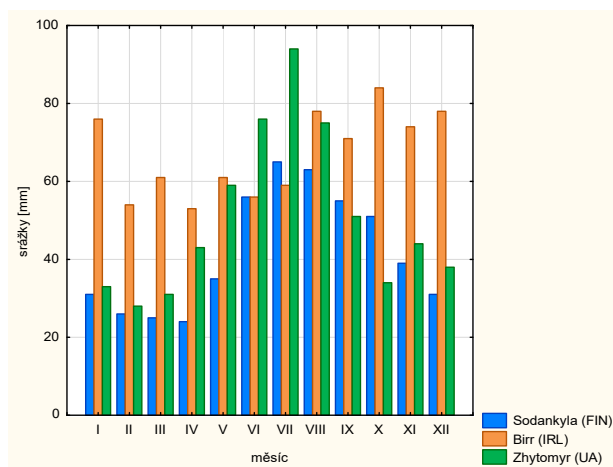


Obr. 2.: Průměrné měsíční teploty [°C] ve vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

Tab. 2.: Průměrné měsíční množství srážek [mm] ve vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

Stanice	Měsíc											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Sodankyla (FIN)	31	26	25	24	35	56	65	63	55	51	39	31
Birr (IRL)	76	54	61	53	61	56	59	78	71	84	74	78
Zhytomyr (UA)	33	28	31	43	59	76	94	75	51	34	44	38

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



Obr. 3.: Průměrné měsíční množství srážek [mm] ve vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

1. PLUVIOMETRICKÝ KOEFICIENT

Pluviometrický koeficient vyjadřuje podíl skutečného úhrnu srážek za určitý měsíc a úhrnu, který by měl být tento měsíc při rovnoměrném rozložení srážek během roku. Jde o poměr skutečného množství srážek a množství, jež předpokládá, že v každém měsíci spadne stejný díl celoročního srážkového úhrnu. Vzorcem lze tento podíl vyjádřit takto:

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

k_i Pluviometrický koeficient

r_i Měsíční srážkový úhrn i-tého měsíce

RRoční srážkový úhrn

Roční srážkový úhrn lze vypočítat jako sumu všech průměrných měsíčních srážek.

$$R = \sum_I^{XII} r_i$$

Stanice Sodankyla vykazuje podprůměrnou srážkovou vydatnost v zimních a jarních měsících. Jinak tomu není ani v případě Zhytomiru, kde jsou podprůměrné srážkové měsíce říjen až duben. Hodnoty, jsou tedy jen o jeden měsíc posunuty oproti předchozí stanici. Birr má půl roku podprůměrné a půl roku nadprůměrné hodnoty. Nadprůměrné hodnoty začínají letním měsícem srpen a pokračují až do měsíce leden.

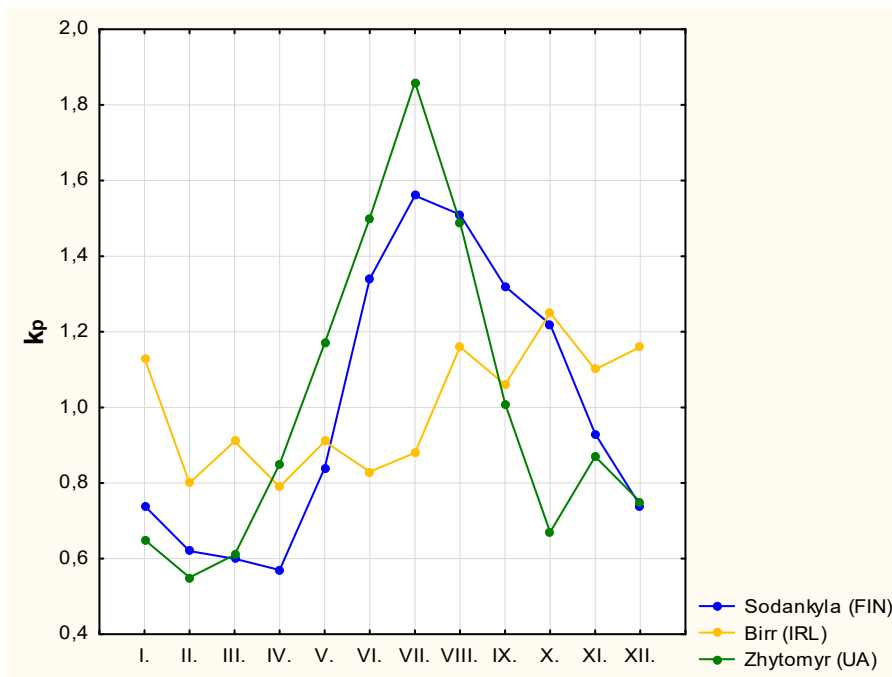
Tab. 3.: Pluviometrický koeficient vybraných stanic v období let 1961 – 1990

Stanice	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Sodankyla (FIN)	0,74	0,62	0,60	0,57	0,84	1,34	1,56	1,51	1,32	1,22	0,93	0,74
Birr (IRL)	1,13	0,80	0,91	0,79	0,91	0,83	0,88	1,16	1,06	1,25	1,10	1,16
Zhytomyr (UA)	0,65	0,55	0,61	0,85	1,17	1,50	1,86	1,49	1,01	0,67	0,87	0,75

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

Výpočet:

$$k_i = \frac{r_i}{\frac{\sum_I^{XII} r_i}{12}} = \frac{31}{\frac{501}{12}} = 0,74$$



Obr. 4.: Pluviometrický koeficient na vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

2. INDEX TERMICKÉ A OMBRICKÉ KONTINENTALITY

K hodnocení kontinentality, resp. oceanity klimatu však kromě ročního rozložení srážek a teplotních amplitud slouží indexy termické a ombrické kontinentality.

2.1. TERMICKÝ INDEX

Termický index pracuje s hodnotami průměrných měsíčních teplot, resp. s rozdílem maximální a minimální průměrné měsíční teploty v určitém období. Index byl vypočítán podle vzorce Gorczyńského, v němž se bere v úvahu i zeměpisná šířka. Vzorec vypadá takto:

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

K.....Index termické kontinentality [%]

A.....Průměrná roční amplituda [°C]

φZeměpisná šířka [°]

Tab. 4.: Zeměpisné šířky [°] zpracovávaných stanic

Stanice	Zeměpisná šířka
Sodankyla (FIN)	67° 22'
Birr (IRL)	53° 05'
Zhytomyr (UA)	50° 14'

Tab. 5.: Index termické kontinentality ve vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

Stanice	A [°C]	K [%]
Sodankyla (FIN)	27,1	30,21
Birr (IRL)	10,2	1,29
Zhytomyr (UA)	23,4	31,35

Výpočty:

- Sodankyla (FIN)

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} \cdot (A - 12 \cdot \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin 64^{\circ} 22'} \cdot (27,1 - 12 \cdot \sin 67^{\circ} 22') = 30,21\%$$

- Birr (IRL)

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} \cdot (A - 12 \cdot \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin 53^{\circ} 05'} \cdot (10,2 - 12 \cdot \sin 53^{\circ} 05') = 1,29\%$$

- Zhytomyr (UA)

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} \cdot (A - 12 \cdot \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin 50^{\circ} 14'} \cdot (23,4 - 12 \cdot \sin 50^{\circ} 14') = 31,35\%$$

2.2. INDEX OMBRICKÉ KONTINENTALITY

Tento index pracuje zejména se srážkovými úhrny za určitá období, a to za zimní, roční a v případě letního období jde o vyjádření v procentech ročního úhrnu. Celý vztah pro výpočet podle Hruďičky je následující:

$$k = \frac{12 \cdot (l - 35)}{\sqrt{S_z}}, \text{ kde}$$

k..... Index ombrické kontinentality

l..... Množství srážek v teplém období (IV-IX) v procentech ročního srážkového úhrnu

S_z Množství srážek v zimním období (X-III)

Vztah pro l má tento tvar:

$$l = \frac{\sum_{IV}^{XI} s}{S_R}$$

Po vyjádření s_r pak platí:

$$l = \frac{\sum_{IV}^{IX} s}{\sum_I^{XIII} s} \cdot 100$$

Po dosazení a vyjádření s_r platí vztah:

$$k = \frac{12 \cdot \left(\left(\frac{\sum_{IV}^{IX} s}{\sum_I^{XIII} s} \cdot 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{\sum_X^{III} s}}$$

Tab. 6.: Index ombrické kontinentality [%] a sumy srážkových úhrnů [mm] ve vybraných stanicích v období let 1961 – 1990

Stanice	$\sum s_{(IV-IX)}$ [mm]	s_r [mm]	I [%]	s_z [mm]	K [%]
Sodankyla (FIN)	298	501	59,48	203	20,6
Birr (IRL)	378	805	46,96	427	6,94
Zhytomyr (UA)	398	606	65,68	208	25,52

Výpočet:

- Sodankyla (FIN)

$$\frac{12 \cdot \left(\left(\frac{\sum_{IV}^{IX} s}{\sum_I^{XII} s} \cdot 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{\sum_X^{III} s}} = \frac{12 \cdot \left(\left(\frac{298}{501} \cdot 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{203}} = 20,6\%$$

- Birr (IRL)

$$\frac{12 \cdot \left(\left(\frac{\sum_{IV}^{IX} s}{\sum_I^{XII} s} \cdot 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{\sum_X^{III} s}} = \frac{12 \cdot \left(\left(\frac{378}{805} \cdot 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{427}} = 6,94\%$$

- Zhytomyr (UA)

$$\frac{12 \cdot \left(\left(\frac{\sum_{IV}^{IX} s}{\sum_I^{XII} s} \cdot 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{\sum_X^{III} s}} = \frac{12 \cdot \left(\left(\frac{398}{606} \cdot 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{208}} = 25,52\%$$

3. DOBA POLOVIČNÍCH SRÁŽEK

S indexem ombrické kontinentality souvisí další charakteristika pracující s množstvím srážek, a to tzv. doba polovičních srážek. Jde o dobu, která se vyjadřuje v měsících, za které spadne polovina ročního srážkového úhrnu. V kontinentálním klimatu se tato doba zkracuje, naopak v oceánickém se čas požadovaného úhrnu prodlužuje. V tab.:2 nalezneme hodnoty, z nichž můžeme pracovat s následujícím vzorcem:

$$\sum_{III}^x S_i = S_n, \text{ kde}$$

S_i Průměrný měsíční úhrn srážek i-tého měsíce

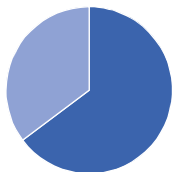
S_n Počet celých měsíců

x Poslední celý měsíc, jehož srážkové množství přičítáme

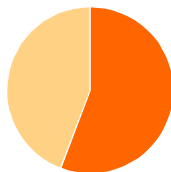
Tab. 7.: Hodnoty ročních srážek, polovičních ročních srážek a doba jejich naplnění od 1. dubna na vybraných stanicích v období let 1961-1990

Stanice	S_r [mm]	S_n [mm]	počet měsíců
Sodankyla (FIN)	501	250,5	4,23*
Birr (IRL)	805	402,5	5,30*
Zhytomyr (UA)	606	303	4,00*

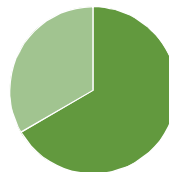
Sodankyla (FIN)



Birr (IRL)



Zhytomyr (UA)



Obr. 5.: Vyjádření podílu minimálního počtu měsíců s polovičním úhrnem srážek na vybraných stanicích

*Výpočet:



$$\sum_{III}^x S_i = 56 + 65 + 63 + 55 = 239 \text{ mm}$$

$$\frac{51}{31} = 1,645 \text{ mm} \cdot d^{-1}$$

51..... množství srážek daného měsíce [mm]

31.....počet dní daného měsíce

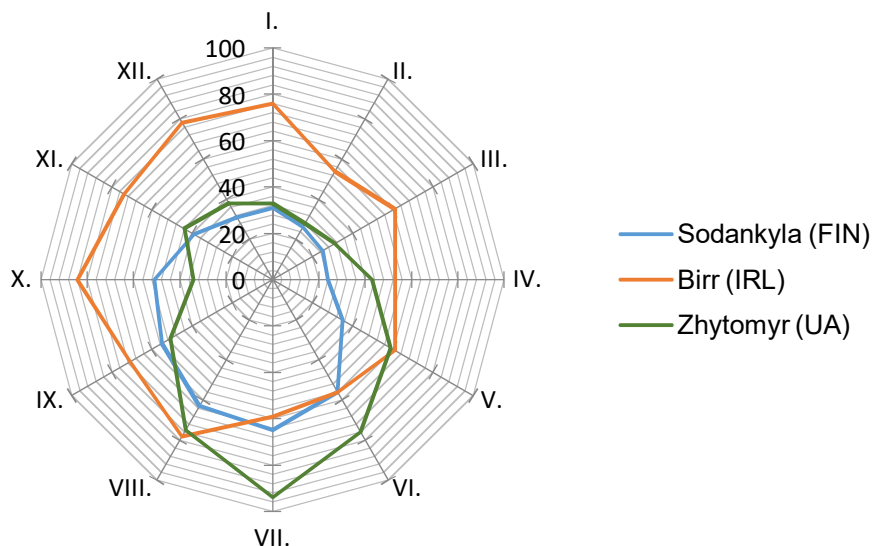
$$\frac{11,5}{1,645} = 6,991 d$$

11,5....chybějící počet srážek [mm]

$$\frac{6,991}{31} = 0,226 = 4 + 0,226 = 4,226 \text{ měsíce}$$

4. POLOHA TĚŽIŠTĚ SRÁŽEK

Tuto charakteristiku spočítáme pomocí jednotlivých průměrných měsíčních úhrnů a celkového ročního úhrnu. Výsledkem jsou hodnoty kartézského souřadnicového systému, které v grafickém vyjádření poukazují na charakter klimatu stanice, a to náležitostí bodu o získaných souřadnicích v určitém kvadrantu souřadnicového systému.



Obr. 6.: Rozložení ročního chodu srážek v paprskovém grafu

Největší plochu úhrnu srážek zaujímá stanice Birr. Srážky se ve všech měsících nehledě na roční období pohybují okolo 65 mm. O něco menší plochu má severská stanice Sodankyla, u které vidíme velké rozdíly úhrnu srážek mezi skupinou měsíců červen - srpen a září – květen. Podobně je tomu v případě stanice poslední. Zhytomyr vykazuje nejmenší plochu, která se však tvarem na srážkové ruznici podobá Sodankyla. Avšak rozdíl těchto stanic je zřejmý v měsíci květen a říjen, kdy se od sebe jednotlivé linie, představující hranici těžiště vzdalují.

Tab. 8.: Souřadnice polohy těžiště srážek vybraných stanic v období let 1961 – 1990

Stanice	x	y
Sodankyla (FIN)*	-0,1266	-0,201
Birr (IRL)	-0,08	0,0208
Zhytomyr (UA)	-0,0154	-0,251

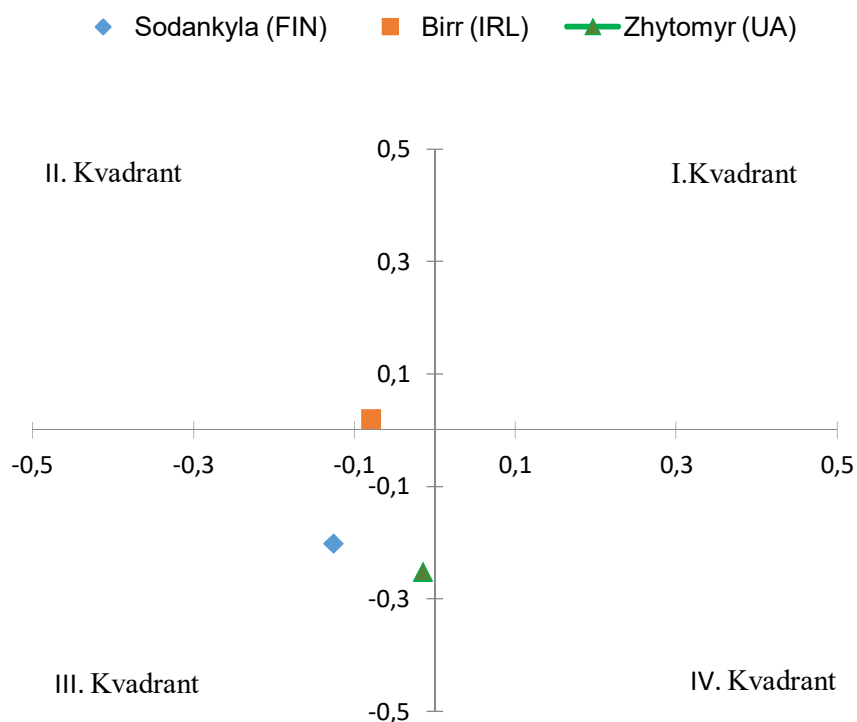
*Výpočet:

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

$$x = \frac{0,5 \cdot (26 + 56 - 65 - 31) + 0,866 \cdot (25 + 35 - 55 - 39) + 24 - 51}{501} = -0,1266$$

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

$$y = \frac{0,5 \cdot (25 - 35 - 55 + 39) + 0,866(26 - 56 - 65 + 31) + 31 - 65}{501} = -0,201$$



Obr. 7.: Poloha těžiště srážek vybraných stanic v období let 1961 – 1990

Stanice Sodankyla a Zhytomir leží ve III. Kvadrant, což znamená, že je zde převažující kontinentální a přechodný typ klimatu. Stanice Birr, spadá do kategorie klima s oceánickým typem ročního chodu.

Tab. 9.: Výsledné hodnoty vybraných charakteristik na sledovaných stanicích 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	Klima kontinentální / oceánické
Sodankyla (FIN)	67° 22'	180	30,21	20,6	4,23	II.kvadr	kontinentální
Birr (IRL)	53° 05'	59	1,29	6,94	5,3	III.kvadr	oceánické
Zhytomyr (UA)	50° 14'	229	31,35	25,52	4	III.kvadr	kontinentální

ZÁVER

Sodankyla se nachází v arktickém pásu, což pro místní obyvatele znamená velké rozdíly mezi délkou dne a noci. Ve Finsku na 67° zeměpisné šířky dosahuje slunce svého maxima (až $560\text{W} \cdot \text{m}^2$) v měsících květen až srpen. V těchto měsících je pochopitelně zaznamenána i největší teplota vzduchu, proto je zřejmé, že na grafu rozložení průměrných ročních teplot (obr. 2), se linie představující teploty na Sodankyla ,velmi podobá linii znázorňující roční insolaci této zeměpisné šířce. Jinak je tomu v případě Birr. Linie této stanice by se měla nacházet veprostřed, uvažíme-li zeměpisnou šířku. Stanice Birr je ale v mnoha ohledech vyčnávající, což je způsobeno převládajícím oceánským rázem.

Nízké měsíční teploty mohou způsobovat vyšší nadmořské výšky, což není případem Sodankyli ,která se nachází ve výšce 180m n. m. Celé město navíc leží v údolí řeky Kitinen a jde tedy o nejnižše položenou oblast v okruhu 15km. Největší faktor podílející se na teplotě či úhrnu srážek je kontinentalita a oceanita, tedy vliv teplých a studených mořských proudů. Většinu pobřeží, nacházející se na skandinávském poloostrově zaujímá Norsko, které je v přímém kontaktu s teplým norským proudem přicházejícím z atlantského oceánu. Tento teplý proud má vliv na sever Skandinávského poloostrova, proto na této stanici nepozorujeme tak nízké teploty, jako by tomu bylo na stanicích jiného světadílu ve stejných zeměpisných šířkách. Jak už zde bylo několikrát zmíněno, vysoké zeměpisné šířky sebou obecně nesou ochlazení. Ochlazení ovlivňuje teplota vody, proto bych zde ráda zmínila také termohalinní cirkulaci vody. Voda se stahuje do hlubokomořského cyklu právě ve vysokých zeměpisných šířkách, kde se voda ochlazuje. V tomto území se pak tvoří celoroční hlubinný rezervoár studené vody, zde konkrétně nazvaný jako severoatlantská hlubinná voda. Když se přesuneme z oceánů a moří tak říkajíc do oblak, je zde další faktor v podobě výškového proudění tlaku. Na tvorbu počasí v celé Evropě, se v zimních měsících významně podílí sibiřská anticyklona, přinášející ochlazení.

Sibiřská anticyklona ovlivňuje i počasí na ukrajinské stanici Zhytomyr. Většina ukazatelů těchto dvou stanic jsou si v mnoha ohledech podobné. Zhytomyr nepředčí Sodankylu v nízkých ani ve vysokých teplotách, nicméně kopíruje její rozložení teplot v měsíčních průměrech. Také měsíční úhrn srážek má podobné rozložení, i přes to, že Zhytomyr dosahuje větších hodnot.

Na rozložení teplot a srážek stanice Birr má vliv teplý golfský proud, který se táhne od západního pobřeží Irska směrem na sever a studený kanárský proud směřující na jih.

Všechny stanice jsou na území evropského světadílu, není tedy pochyb o tom, že faktory ovlivňující klima na jedné ze stanic bude mít vliv i a na ostatní.

ZDROJE

Klimatologické indexy, 2016, zdroje MU [Online] dostupné z:
https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2014/Z0076/50383733/50622968/Cviceni_indexy_zadani2014.pdf?studium=648445

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

