

METEOROLOGIE A KLIMATOLOGIE

Klimatologické indexy

ZADÁNÍ

- popsat polohu zadaných stanic (studijní materiály – seznam_klimaindexy) a vypsát roční chod teploty vzduchu a srážek (2 tabulky) a početně či graficky zpracovat následující charakteristiky (slovně zhodnotit):

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

- opsat 3 x 2 řádky (roční chod teploty a srážek)

- opsat též roční průměrnou teplotu a roční sumu srážek pro každou stanicí

- v popisu tabulky uvést popisovanou veličinu, názvy stanic, jednotky, období

VYPRACOVÁNÍ

Byly mi přiděleny tyto 3 klimatologické stanice:

- Dublin Airport (Irsko)
- Minsk (Bělorusko)
- Plymouth WC (Velká Británie)

Klimatologická stanice Dublin Airport leží v Irské republice při východním pobřeží ostrova Irsko. Letiště se nachází severně od Dublinu a k samotnému pobřeží je to asi 8 km vzdušnou čarou. Stanice se nachází přibližně v nadmořské výšce 68 m n. m.

Klimatologická stanice Minsk leží v Bělorusku. Minsk je hlavní město země a nachází zhruba ve středu republiky. Stanice leží v nadmořské výšce asi 280 m n. m.

Klimatologická stanice Plymouth WC se nachází v regionu Jihozápadní Anglie a leží přímo u moře na jihu. Stanice leží v nadmořské výšce asi 27 m n. m.

Hodnoty průměrných měsíčních teplot a průměrného měsíčního množství srážek ve vybraných stanicích jsou uvedeny v Tab. č 1 a Tab. č 2. Z těchto parametrů lze již odhadovat, zda má klima na dané stanici charakter spíše oceánský, či kontinentální. Při pohledu na první stanici, a tou je Dublin Airport, tak už jen to, že leží na Britských ostrovech predikuje to, že se bude jednat o stanici spíše s oceánickým charakterem. Při pohledu na teploty v jednotlivých

měsících si lze všimnout poměrně nízké roční teplotní amplitudy (10 °C), kdy maximum se měřilo v červenci (15 °C) a naopak minimum v únoru (5 °C). Právě nízká teplotní amplituda může poukazovat na stanici se spíše oceánickým charakterem. I srážky na této stanici jsou vydatnější v podzimním a zimním období, což je spíše typické právě pro oceánické stanice.

Velký rozdíl lze spatřit u druhé stanice, a tou je Minsk v Bělorusku. Na této stanici je rapidně vyšší roční teplotní amplituda, která v průměru za období 1961–1990 činila 24,2 °C, to je o 14,2 °C více než na stanici Dublin Airport. Právě tato vysoká amplituda nám může poukazovat na spíše kontinentálnější klima. To stejné ukazuje i rozložení srážek, kdy maxima jsou vidět v letních měsících, což by mohlo souviset i s rychlejším prohříváním země a s tím spojenou konvekcí. Naopak nižší úhrny srážek v zimě by mohla souviset s tlakovou výší, která v tomto období často bývá nad Ruskem.

Poslední stanicí je opět stanice ležící na Britských ostrovech. Jedná se Plymouth WC. I u této stanice je tedy poměrně nízká teplotní amplituda (10,4 °C). Tento parametr ukazuje na spíše oceánické klima. Co se týče srážek, tak vydatnější je zimní období. Úhrny jsou ovšem mnohem vyšší než v Dublinu. To bych připisoval tomu, že stanice Plymouth WC je mnohem více otevřena oceánu a tím pádem vliv oceánu je vyšší.

Tab. č. 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
Dublin Airport (IR)	5,1	5,0	6,2	7,8	10,4	13,3	15,0	14,7	13,0	10,6	7,1	6,0
Minsk (BY)	-6,9	-5,8	-1,4	6,0	12,9	16,1	17,3	16,5	11,7	6,3	0,8	-3,8
Plymouth WC (GB)	5,9	5,7	6,9	8,8	11,5	14,3	16,1	16,0	14,3	11,9	8,5	7,0

Zdroj: WMO (1996)

Tab. č. 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
Dublin Airport (IR)	69	50	53	51	55	56	50	71	66	70	64	76
Minsk (BY)	40	34	42	42	62	83	88	72	60	49	52	53
Plymouth WC (GB)	114	92	87	59	61	57	55	69	76	95	101	116

Zdroj: WMO (1996)

1. Pluviometrický koeficient

Koeficient vyjadřuje podíl skutečného úhrnu srážek za určitý měsíc a úhrnu, který by měl tento měsíc při rovnoměrném rozložení srážek během roku. Slouží k posouzení srážkové vydatnosti jednotlivých měsíců při hodnocení ročního rozdělení srážek. Vzorec:

$$Kp = \frac{r_i}{\frac{1}{12} * R}$$

Kde:

Kp = pluviometrický koeficient

r_i = měsíční úhrn srážek i -tého měsíce v roce [mm]

R = roční úhrn srážek [mm]

$Kp > 1$ nadprůměrně vydatný měsíc

$Kp < 1$ podprůměrně vydatný měsíc

Výpočet:

Příklad pro první měsíc na stanici Dublin Airport:

$$Kp = \frac{r_i}{\frac{1}{12} * R} = \frac{69}{\frac{1}{12} * 731} = 1,13$$

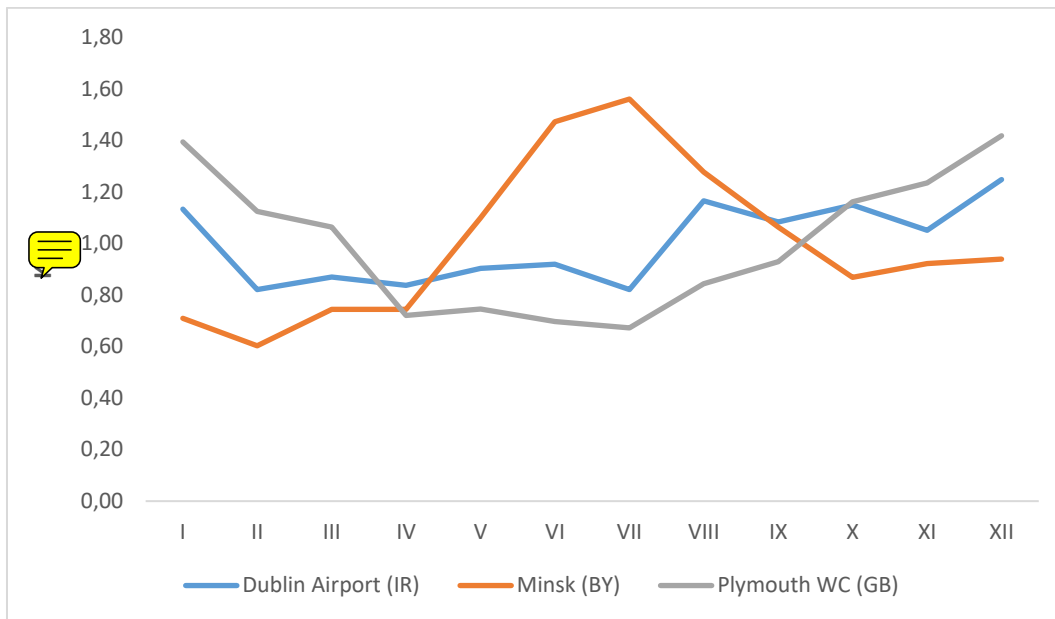


Při pohledu na Tab. č. 3 lze u stanice Dublin Airport spatřit, že koeficient neukazuje žádný výrazný extrémně vydatný měsíc. Jinak koeficienty ukazují na nadprůměrný podzim a zimu. U stanice Minsk jsou nadprůměrně srážkově vydatné měsíce v letním období a u stanice Plymouth WC v zimním období. Celkově to lze shrnout i při pohledu na Obr. č. 1, že nevyrovnanost v přidělu srážek je nejvyšší v Minsku, kdy v létě se může při západním proudění projevit vliv Baltského moře či Atlantského oceánu, naopak v zimě tu většinou dominuje tlaková výše, která přináší většinou hodně nízké teploty a k tomu i nízké srážky. Co se týče stanic na Britských ostrovech, tak u stanice Plymouth WC je vyšší vydatnost v zimním období způsobena polohou, kdy tato stanice je otevřena západnímu proudění. U stanice Dublin Airport nejsou srážky v zimním období tak dominantní kvůli poloze na východu v zákrytu.

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

Stanice	Měsíc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Dublin Airport (IR)	1,13	0,82	0,87	0,84	0,90	0,92	0,82	1,17	1,08	1,15	1,05	1,25
Minsk (BY)	0,71	0,60	0,74	0,74	1,10	1,47	1,56	1,28	1,06	0,87	0,92	0,94
Plymouth WC (GB)	1,39	1,12	1,06	0,72	0,75	0,70	0,67	0,84	0,93	1,16	1,23	1,42

Zdroj: WMO (1996), vlastní úprava



Obr. č. 1: Pluviometrický koeficient vybraných stanice v období let 1961–1990

Zdroj: WMO (1996), vlastní úprava

2. Hodnocení kontinentality/oceanity klimatu

a) Index termické kontinentality (vzorec Gorczyńského)

Kontinentalitu/Oceanitu určuje pomocí průměrných měsíčních teplot, resp. S rozdílem maximální a minimální průměrné měsíční teploty v určitém období. Index je vypočítán podle vzorce Gorczyńského, v němž se bere v úvahu i zeměpisná šířka stanice. Udáváme v procentech.

Vzorec:

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

Kde:

K ... termická kontinentalita [%]

φ ... zeměpisná šířka

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

Čím vyšší je index termické kontinentality, tím je více stanice kontinentálnější. Při pohledu na Tab. č. 5 jsou vidět právě tyto indexy nízké u stanic na Britských ostrovech, kdy na stanici Dublin Airport vyšel 0,77 % a na stanici Plymouth WC 2,56 %. Nízké hodnoty zde nepřekvapují, protože by se mělo jednat spíše o oceánické stanice. Co mě trochu překvapilo, je vyšší hodnota u stanice Plymouth WC než u Dublin Airport, protože už jen při pohledu na polohu stanic by se dala vyšší kontinentalita předpokládat spíše u stanice Dublin Airport. Nutno podotknout, že se jedná o hodnocení založené na teplotě. U zbývajících stanic Minsk se pak ukázala poměrně vysoká hodnota 30,49 %, která značí poměrně silnou kontinentalitu.

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

Stanice	Zeměpisná šířka
Dublin Airport (IR)	53°26′
Minsk (BY)	53° 56′
Plymouth WC (GB)	50° 21′

Zdroj: IS MUNI (2018)

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

Stanice	A [°C]	K [%]
Dublin Airport (IR)	10,0	0,77
Minsk (BY)	24,2	30,49
Plymouth WC (GB)	10,4	2,56

Zdroj: WMO (1996), vlastní úprava

Výpočet indexů termické kontinentality:

Dublin Airport (IR)

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} * (A - 12 * \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin 53^{\circ}26'} * (10 - 12 * \sin 53^{\circ}26') = 0,77 \%$$

Minsk (BY)

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} * (A - 12 * \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin 53^{\circ}56'} * (24,2 - 12 * \sin 53^{\circ}56') = 30,49 \%$$

Plymouth WC (GB)

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} * (A - 12 * \sin \varphi) = \frac{1,7}{\sin 50^{\circ}21'} * (10,4 - 12 * \sin 50^{\circ}21') = 2,56 \%$$

b) Index ombrické kontinentality (vzorec Hruďičky)

Index ombrické kontinentality 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:

$$k = 12(l - 35) / \sqrt{S_z}$$

k... Index ombrické kontinentality

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

Sz... Množství srážek v zimním období (X-III)

Vztah pro l má tento tvar:

$$l = \frac{\sum_{IV}^{IX} S}{S_r} * 100,$$

po dosazení a vyjádření platí vztah:

$$k = \frac{12 * \left(\left(\frac{\sum_{IV}^{IX} S}{S_r} * 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{\sum_{X}^{III} S}}$$

Výpočty indexů ombrické kontinentality:

Dublin Airport (IR)

$$k = \frac{12 * \left(\left(\frac{349}{731} * 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{382}} = 7,82 \%$$

Minsk (BY)

$$k = \frac{12 * \left(\left(\frac{407}{677} * 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{270}} = 18,34 \%$$

Plymouth WC (GB)

$$k = \frac{12 * \left(\left(\frac{377}{982} * 100 \right) - 35 \right)}{\sqrt{605}} = 1,65 \%$$

Index ombrické kontinentality pracuje hlavně se srážkovými hodnotami. Zde se už ukázala vyšší kontinentalita u Dublin Airport oproti stanici Plymouth WC. Konkrétně zde vyšla hodnota 7,82 %. Tedy hodnota, která už neukazuje silnou oceanitu. Je to způsobeno tím, že stanice leží na východním pobřeží a srážky vypadnou už převážně na západní straně. U stanice Plymouth WC se však potvrdila silná oceanita, protože hodnota zde vyšla stejně jako u předchozího indexu velice nízká, konkrétně 1,65 %. U stanice Minsk se zrodil výsledek, který trochu snižuje kontinentalitu stanice, protože je poměrně o dost nižší oproti indexu termické kontinentality. Index ombrické kontinentality činí 18,34 %. Tady jde nejspíš o to, že vliv moře bude tady hrát trochu roli, a tím pádem přináší srážky i přes zimní polovinu roku.

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

Stanice	$\Sigma s(IV-IX)$ [mm]	S_r [mm]	I [%]	S_z [mm]	K [%]
Dublin Airport (IR)	349	731	47,74	382	7,82
Minsk (BY)	407	677	60,19	270	18,34
Plymouth WC (GB)	377	982	38,39	605	1,65

Zdroj: WMO (1996), vlastní úprava

c) Doba polovičních srážek

S indexem ombrické kontinentality souvisí další charakteristika pracující s množstvím srážek, a to tzv. doba polovičních srážek (srážkový poločas). Je to doba v měsících, za kterou spadne polovina ročního úhrnu srážek. Počítáno od počátku dubna. S rostoucí kontinentalitou se doba polovičních srážek zkracuje.

Při pohledu na Tab. č. 8 lze vidět, za kolik měsíců od 1.4. spadne polovina ročních srážek na vybraných stanicích. Nejvyšší hodnota se z vybraných stanic vyskytla u stanice Plymouth WC, a to konkrétně 7,19 měsíců. Tato hodnota není překvapivá, jedná se totiž o stanici výrazně oceánickou. O něco nižší hodnota vyšla na stanici Dublin Airport, a to 6,24, což při tomhle hodnocení lze označit za oceánickou stanici. Nejnižší hodnota vyšla u Minsku, a to 4,88 měsíců. Z pohledu tohoto testu by se dala označit spíše za kontinentální či přechodnou. Na Minsk totiž i přes poměrně vyšší vzdálenost od moře právě oceán trochu působí.

Tab. č.7: Průměrné měsíční úhrny srážek [mm] ve vybraných stanicích pro období let 1961–1990.

Stanice	Měsíc												I-XII
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Dublin Airport (IR)	69	50	53	51	55	56	50	71	66	70	64	76	731
Minsk (BY)	40	34	42	42	62	83	88	72	60	49	52	53	677
Plymouth WC (GB)	114	92	87	59	61	57	55	69	76	95	101	116	982

Zdroj: WMO (1996), vlastní úprava

Tab. č. 8: 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]	$S_r/2$ [mm]	počet měsíců
Dublin Airport (IR)	731	365,5	6,24
Minsk (BY)	677	338,5	4,88
Plymouth WC (GB)	982	491	7,19

Zdroj: WMO (1996), vlastní úprava

Výpočty polovičních srážek:

Výpočet pro stanici Dublin Airport

Celkový úhrn srážek je 731 mm. Polovina je 365,5 mm. Přičítám úhrny počínajíc dubnem: $51 + 55 + 56 + 50 + 71 + 66 = 349 \Rightarrow 6$ celých měsíců, do poloviny však chybí 16,5 mm. Následující měsíc spadlo 70 mm srážek. Což při předpokladu rovnoměrného rozložení srážek během měsíce spadne zaokrouhleně na dvě desetinná místa za 0,24 měsíce ($16,5/70$). Polovina srážek tedy spadne za **6,24 měsíců**.

Výpočet pro stanici Minsk

Celkový úhrn srážek je 677 mm. Polovina je 338,5 mm. Přičítám úhrny počínajíc dubnem: $42 + 62 + 83 + 88 = 275 \Rightarrow 4$ celé měsíce, do poloviny však chybí 63,5 mm. Následující měsíc spadlo 72 mm srážek. Což při předpokladu rovnoměrného rozložení srážek během měsíce spadne zaokrouhleně na dvě desetinná místa za 0,88 měsíce ($63,5/72$). Polovina srážek tedy spadne za **4,88 měsíců**.

Výpočet pro stanici Plymouth WC

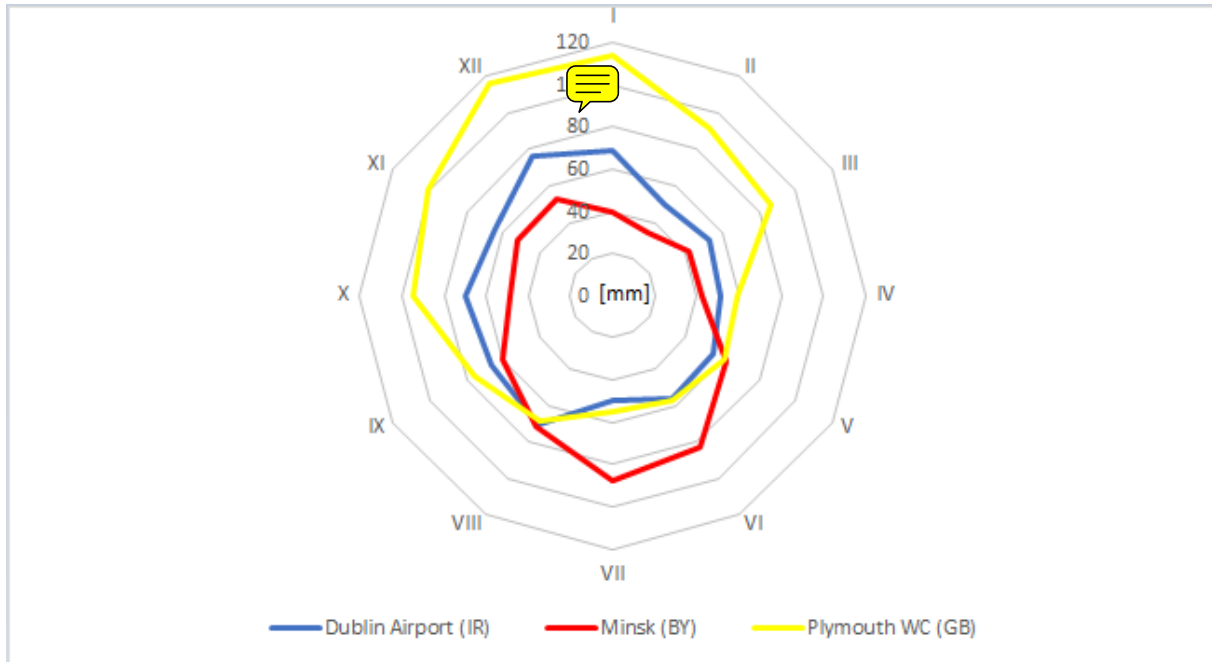
Celkový úhrn srážek je 982 mm. Polovina je 491 mm. Přičítám úhrny počínajíc dubnem: $59 + 61 + 57 + 55 + 69 + 76 + 95 = 472 \Rightarrow 7$ celých měsíců, do poloviny však chybí 19 mm. Následující měsíc spadlo 101 mm srážek. Což při předpokladu rovnoměrného rozložení srážek během měsíce spadne zaokrouhleně na dvě desetinná místa za 0,19 měsíce ($19/101$). Polovina srážek tedy spadne za **7,19 měsíců**.

d) Poloha těžiště srážek

Tuto hodnotu získáme díky průměrným měsíčním úhrnům a celkovému ročnímu úhrnu. Výsledek pak budou hodnoty kartézského souřadnicového systému, které v grafu určí charakter klimatu dané stanice.

Obr. č. 2 ukazuje rozložení ročního chodu srážek. Krásně lze vidět, že nejvyšší úhrny srážek má jasně stanice Plymouth WC, kdy vysoké jsou hlavně v zimních měsících. Podobné rozložení jako Plymouth WC má stanice Dublin Airport, srážky jsou zde ovšem v menší absolutní míře, hlavně v zimním půlroku. Stanice Minsk se pak liší hlavně tím, že maxima jsou v letních měsících.

Z Obr. č. 3 pak lze vidět, v jakém kvadrantu se jednotlivá stanice nachází. V kvadrantu č. II se nachází hned 2 stanice, a to stanice Plymouth WC a Dublin Airport, obě stanice se dle toho kritéria dají označit jako stanice s oceánickým typem ročního chodu. Stanice Minsk se pak nachází ve III. kvadrantu, tudíž se dá označit za stanici s kontinentálním a přechodným typem.



Obr. č. 2: Rozložení ročního chodu srážek [mm] ve vybraných stanicích pro období 1961–1990
Zdroj: WMO (1996), vlastní úprava

Tab. č. 9: Souřadnice polohy těžiště srážek vybraných stanic v období let 1961–1990

Stanice	x	y
Dublin Airport	-0,080098495	0,022071135
Minsk	-0,026481536	-0,178564254
Plymouth WC	-0,080564155	0,158362525

Zdroj: WMO (1996), vlastní úprava

Výpočet souřadnic těžiště srážek:

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

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

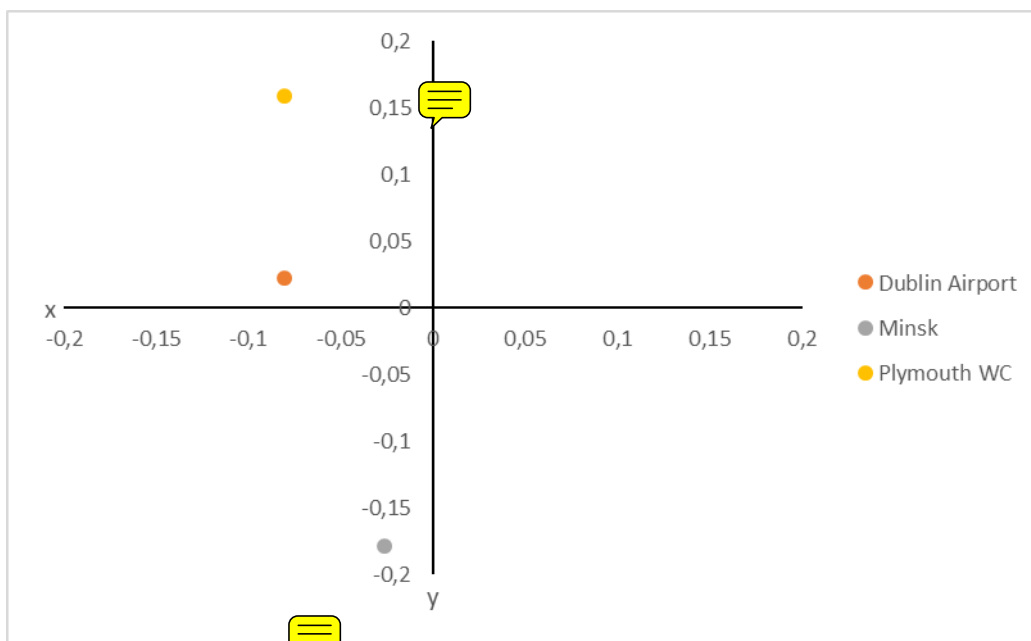
I, II, ..., XII jsou úhrny srážek jednotlivých měsíců [mm]

S = roční úhrn srážek [mm]

Příklad výpočtu pro stanici Dublin Airport:

$$x = \frac{0,5(50+56-71-76)+0,866(53+55-66-64)+51-70}{731} = -0,080098495$$

$$y = \frac{0,5(53 - 55 - 66 + 64) + 0,866(50 - 56 - 71 + 76) + 69 - 50}{731} = 0,022071135$$



Obr. č. 3: Poloha těžiště srážek vybraných stanic v období let 1961–1990
Zdroj: WMO (1996), vlastní úprava

Závěr:

Náplní tohoto cvičení bylo vypočtení několika klimatologických indexů pro 3 vybrané stanice. Výchozím datovým souborem byly průměrné měsíční teploty vzduchu [°C] a úhrny srážek [mm] za období let 1961–1990. Na základě vypočtení a znázornění jednotlivých charakteristik, bylo naším úkolem zhodnotit, zda je klima v daných stanicích spíše kontinentální či oceánické.

Stanice, která byla už před výpočty téměř jasná, je britská stanice Plymouth WC, kde již poloha na jihozápadním cípu Anglie předurčuje jasné oceánské klima. Index termické kontinentality a i index ombrické kontinentality jasně ukázal oceánické klima, to stejné ukázala doba polovičních srážek, kdy právě u silně oceánských stanic se prodlužuje až přes 7 měsíců. I poloha těžiště srážek leží v II. kvadrantu, které říká, že se jedná o stanici s oceánickým typem

ročního chodu. Celkově tedy není pochyb, že stanice **Plymouth WC má oceánský charakter klimatu.**

I u druhé stanice (Dublin Airport) ležící na Britských ostrovech jsem se domníval, že půjde o stanici s oceánským typem klimatu, i když jsem měl menší pochyby vzhledem k její poloze na východě ostrova Irsko. U indexu termické kontinentality vyšla hodnota dokonce nižší než u stanice Plymouth, tudíž zde se ukázala oceanita. U dalšího ukazatele, indexu ombrické kontinentality, přišly trochu pochyby, jelikož hodnota vzrostla na necelých 8 %. Nicméně i tak se dá říct, že i tato hodnota ukázala oceanitu, i když ne tak výraznou. Doba polovičních srážek vyšla 6,24 měsíce, tudíž i zde to vypadalo na oceanitu. I poloha těžiště srážek vyšla v II. kvadrantu, i když blíže k přechodu k III. **Stanice Dublin Airport je stanicí s oceánským charakterem klimatu.**

Poslední zkoumanou stanicí byla stanice Minsk v Bělorusku. Zde jsem se při pohledu na mapu domníval, že půjde o spíše o stanici s kontinentálním klimatem, i když jsem si byl vědom o možném vlivu Baltského moře. Index termické kontinentality vyšel poměrně přesvědčivě vysoký, takže ukázal na kontinentalitu. Ovšem index ombrické kontinentality vyšel pouze 18,34 %, takže tady výsledek ukázal spíše na přechodné klima. Polovina srážek v Minsku vypadla za 4,88 měsíce, což poukazuje spíše na kontinentalitu. Poloha těžiště srážek leží ve III. kvadrantu, což zařazuje Minsk mezi stanice s kontinentálním a přechodným typem. Celkově však hodnotím **klima Minsku jako klima s kontinentálním charakterem.**

Tab. č. 10: Závěrečné shrnutí klimatu na vybraných stanicích z dat 1961–1990

Stanice	Index termické kontinentality	Index ombrické kontinentality	Doba polovičních srážek	Poloha těžiště srážek	Klima kontinentální / oceánské
Dublin Airport (IR)	0,77%	7,82%	6,24 měsíce	II. kvadrant	oceánské
Minsk (BY)	30,49%	18,34%	4,88 měsíce	III. kvadrant	kontinentální
Plymouth WC (GB)	2,56%	1,65%	7,19 měsíce	II. kvadrant	oceánské

Zdroj: WMO (1996), vlastní úprava

Zdroje:

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

IS MUNI (2018): Studijní materiály předmětu Z0076 Meteorologie a klimatologie, <https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2018/Z0076/>