

## METEOROLOGIE A KLIMATOLOGIE

### Cvičení č. 1

#### Zadání:

- popsat polohu zadaných stanic 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

#### Vypracování:

Zadané úkoly byly zpracovány pro tyto klimatologické stanice:

- Belmullet (Irsko)
- Ternopil (Ukrajina)
- Waddington (Velká Británie)

Nejnižší položenou stanicí je Belmullet s nadmořskou výškou 69 m n. m. Ve výšce 69 m n. m. se nachází stanice Waddington a nejvýše položenou stanicí je potom Ternopil (320 m n. m.). V Tab. 1 a Tab. 2 jsou uvedeny jednotlivé teploty a množství srážek ve vybraných stanicích v letech 1961–1990. Již podle těchto tabulek bychom mohli odhadovat, jaké klima bude v dané oblasti převažovat, jelikož např. pro oceánické klima je typická malá amplituda teplot a větší množství srážek v zimním období, jako je to zřejmé pro stanici Belmullet (Irsko). Naopak u stanice Ternopil (Ukrajina) je amplituda rovna 23,1 °C a tato vysoká hodnota by měla značit fakt, že se jedná o klima kontinentální. Nasvědčuje tomu i množství spadených srážek v letním období, kdy jsou hodnoty v tomto období nejvyšší v roce.

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

Měsíc												
Stanice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Belmullet</b>	5,9	5,8	7,4	8,4	10,5	12,8	14,1	14,3	13	11	8	7
<b>Ternopil</b>	-5,8	-4,2	0	7,4	13,3	16,2	17,3	16,8	12,9	7,4	1,8	-2,9
<b>Waddington</b>	3,2	3,3	5,4	7,5	10,8	13,9	15,8	15,7	13,6	10,3	6	3,9

(Zdroj: WMO, 1996.)

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

Měsíc												
Stanice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Belmullet</b>	124	80	96	57	68	68	68	94	109	134	127	119
<b>Ternopil</b>	34	34	32	47	68	81	92	63	52	33	36	39
<b>Waddington</b>	49	38	49	47	50	53	53	63	47	47	55	53

(Zdroj: WMO, 1996.)

## 1. PLUVIOMETRICKÝ KOEFICIENT

Pluviometrický koeficient nám udává vydatnost srážek v určitém měsíci. Předpokládáme rovnoměrné rozložení srážek během roku. Vypočítáme jej jako podíl skutečného množství srážek v daném měsíci a množství srážek spadných za rok vydělených 12 (tj. počtem měsíců v roce).

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

- $K_p$  ..... pluviometrický koeficient
- $R_i$  ..... úhrn srážek jednotlivých měsíců
- $R$  ..... roční srážkový úhrn

Jednotlivé hodnoty pluviometrického koeficientu vybraných stanic (viz Tab. 3) lze zhodnotit stejně jako v předchozím odstavci. Ve stanici Belmullet je srážkově nejbohatší období podzimních a zimních měsíců, kde jsou také hodnoty větší než 1, což značí nadprůměrně srážkově vydatný měsíc.

Opakem je stanice Ternopil, kdy největší množství srážek zaznamenáváme v jarních a letních měsících.

U třetí stanice je srážkový úhrn nerovnoměrný, není patrná žádná posloupnost, což značí nerovnoměrný charakter místního povrchu.

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

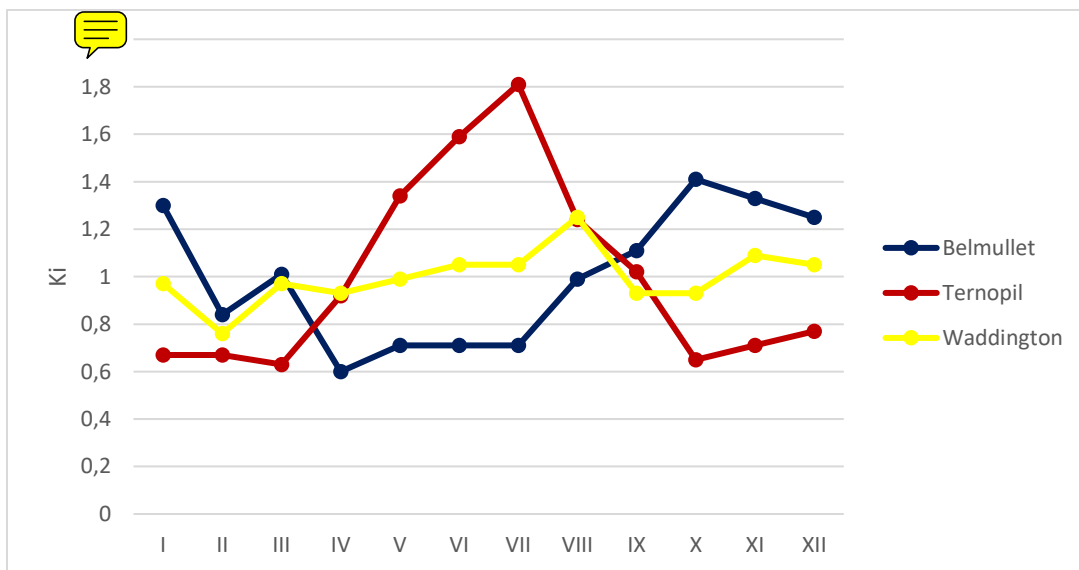
Měsíc												
Stanice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Belmullet</b>	1,30*	0,84	1,01	0,60	0,71	0,71	0,71	0,99	1,11	1,41	1,33	1,25
<b>Ternopil</b>	0,67	0,67	0,63	0,92	1,34	1,59	1,81	1,24	1,02	0,65	0,71	0,77
<b>Waddington</b>	0,97	0,76	0,97	0,93	0,99	1,05	1,05	1,25	0,93	0,93	1,09	1,05

(Zdroj: WMO, 1996, vlastní tvorba.)

\* Výpočet:

$$K_p = \frac{r_i}{\frac{\sum_{I}^{XII} r_i}{12}} = \frac{124}{\frac{1}{12} \cdot 1144} = 1,3$$

Na Obr. 1 je průměrné množství srážek zobrazeno ještě v grafické podobě, kdy je krásně patrné, jednotlivé rozložení srážek a fakta, která byla napsána v předchozích odstavcích a to, že Ternopil představuje kontinentální stanici, kdy má maximální úhrny v období duben–září, a naopak Belmullet oceánickou z důvodu nejvyšších srážek v měsících říjen–březen. Hodnoty stanice Waddington kolísají s malou amplitudou ve středu grafu.



Obr. 1.: Pluviometrický koeficient na vybraných stanicích v období let 1961–1990 (Zdroj: WMO, 1996, vlastní tvorba.)

## 2. INDEX TERMICKÉ A OMBRICKÉ KONTINENTALITY

Pro hodnocení kontinentality/oceanity klimatu slouží také indexy termické a ombrické kontinentality.

### a) Index termické kontinentality (vzorec Gorczyňského):

Vzorec pracuje s rozdílem maximální a minimální průměrné měsíční teploty za dané období a bere v potaz také zeměpisnou šířku (viz Tab. 4).

Vypočítáme jej podle následujícího vzorce:

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

K ..... index termické kontinentality [%]

A ..... průměrná roční amplituda [°C]

$\varphi$  ..... zeměpisná šířka [°]

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

Stanice	Zeměpisná šířka
Belmullet	54° 14' s.š.
Ternopil	49° 32' s.š.
Waddington	53° 10' s.š.

(Zdroj: WMO, 1996.)

U vzorce platí, že čím vyšší/nížší hodnoty vyjdou, tím větší je buď kontinentální/oceánické klima. Pohybujeme-li se v záporných číslech, jako je tomu u stanice Belmullet (viz Tab. 5), jedná se o případ extrémní oceanity. Čím více se poté hodnota blíží ke 40 %, je charakter velmi kontinentálního rázu, čemuž se nejvíce přibližuje stanice Ternopil (31,38 %).

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

Stanice	A [°C]	K [%]
Belmullet	8,5	-2,57
Ternopil	23,1	31,38
Waddington	12,6	6,39

(Zdroj: WMO, 1996, vlastní tvorba.)

#### Výpočty:

Belmullet:

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} \cdot (A - 12 \cdot \sin \varphi) = K = \frac{1,7}{\sin 54^\circ 14'} \cdot (8,5 - 12 \cdot \sin 54^\circ 14') = -2,57 \%$$

Ternopil:

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} \cdot (A - 12 \cdot \sin \varphi) = K = \frac{1,7}{\sin 49^\circ 32'} \cdot (23,1 - 12 \cdot \sin 49^\circ 32') = 31,38 \%$$

Waddington:

$$K = \frac{1,7}{\sin \varphi} \cdot (A - 12 \cdot \sin \varphi) = K = \frac{1,7}{\sin 49^\circ 32'} \cdot (12,6 - 12 \cdot \sin 49^\circ 32') = 6,39 \%$$

### b) Index ombrické kontinentality (vzorec Hruďičky):

Pracuje se srážkovými úhrny za letní (IV – IX) a zimní období (X – III). U letního období se jedná o vyjádření v procentech ročního úhrnu.

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

k ..... index ombrické kontinentality

l ..... množství srážek v letním období (IV – IX)

sz ..... množství srážek v zimním období (X – III)

I zde platí jako u indexu termické kontinentality fakt, že čím vyšší hodnota, tím více má daná stanice kontinentální charakter. I zde nám vychází jako nejvíce kontinentální stanice Ternopil s 25,76 %, nejméně procent (2,56), a tudíž i výskyt oceánického klimatu se opět potvrdila u Belmulletu a Waddington se se svými 11,83 % nachází mezi nimi.

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

Stanice	$\Sigma s$ (IV-IX) mm	sr [mm]	L [%]	sz [mm]	K [%]
Belmullet	464	1144	40,56	680	2,56
Ternopil	403	611	65,96	208	25,76
Waddington	313	604	51,82	291	11,83

(Zdroj: WMO, 1996, vlastní tvorba.)

#### Výpočet:

Belmullet:

$$k = \frac{12 (l-35)}{\sqrt{Sz}} = \frac{12 \left[ \left( \frac{464}{1144} \cdot 100 \right) - 35 \right]}{\sqrt{680}} = 2,56 \%$$

Ternopil:

$$k = \frac{12 (l-35)}{\sqrt{Sz}} = \frac{12 \left[ \left( \frac{403}{611} \cdot 100 \right) - 35 \right]}{\sqrt{208}} = 25,76 \%$$

Waddington:

$$k = \frac{12 (l-35)}{\sqrt{Sz}} = \frac{12 \left[ \left( \frac{313}{604} \cdot 100 \right) - 35 \right]}{\sqrt{291}} = 11,83 \%$$

## DOBA POLOVIČNÍCH SRÁŽEK (SRÁŽKOVÝ POLOČAS)

Je to doba (v měsících) za kterou spadne poloviční množství ročního úhrnu srážek (počítáno od 1.4.) Souvisí s indexem ombrické kontinentality. U kontinentálního klimatu má tato doba tendenci se zkracovat u oceánického naopak prodlužovat.

$$S_n = \sum_{i=1}^n S_i$$

$S_n$  ..... počet celých měsíců

$S_i$  ..... průměrný měsíční úhrn srážek daného měsíce

$X$  ..... Poslední měsíc, jehož srážkové množství přičítáme

Doba, za kterou spadlo poloviční množství srážek byla nejkratší pro stanici Ternopil na Ukrajině a činila 4,68 měsíce. Naopak nejdelší doba činila 7,01 měsíce, a to pro stanici Belmullet.

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

Stanice	sr[mm]	sn [mm]	počet měsíců
Belmullet	1144	572	7,01
Ternopil	611	305,5	4,68
Waddington	604	302	5,75

(Zdroj: WMO, 1996, vlastní tvorba.)

Výpočet:

Belmullet:

$$\sum_{i=1}^n S_i = 57 + 68 + 68 + 68 + 94 + 109 = 462$$

Pro doplnění chybí 110 mm z následujícího měsíce

$$\frac{109}{30} = 3,633$$

$$\frac{110}{3,633} = 30,28 \text{ d}$$

$$\frac{30,28}{30} = 1,01 \rightarrow 6 + 1,01 = 7,01 \text{ měsíců}$$

Ternopil:

$$\sum_{III}^x Si = 47 + 68 + 81 + 92 = 288$$

Pro doplnění chybí 17,5 mm z následujícího měsíce

$$\frac{92}{30} = 3,067$$

$$\frac{63}{3,067} = 20,54 d$$

$$\frac{20,54}{30} = 0,68 \rightarrow 4 + 0,68 = 4,68 \text{ měsíců}$$

Waddington:

$$\sum_{III}^x Si = 47 + 50 + 53 + 53 + 63 = 266$$

Pro doplnění chybí 36 mm z následujícího měsíce


$$\frac{63}{30} = 2,1$$

$$\frac{47}{2,1} = 22,38 d$$

$$\frac{22,38}{30} = 0,75 \rightarrow 5 + 0,75 = 5,75 \text{ měsíců}$$

### 3. POLOHA TĚŽIŠTĚ SRÁŽEK

Vychází z toho, že měsíční srážkové úhrny jsou rozloženy souměrně po obvodu kružnice o jednotkovém poloměru, kdy osa x prochází průměry duben–říjen a y leden–červenec.

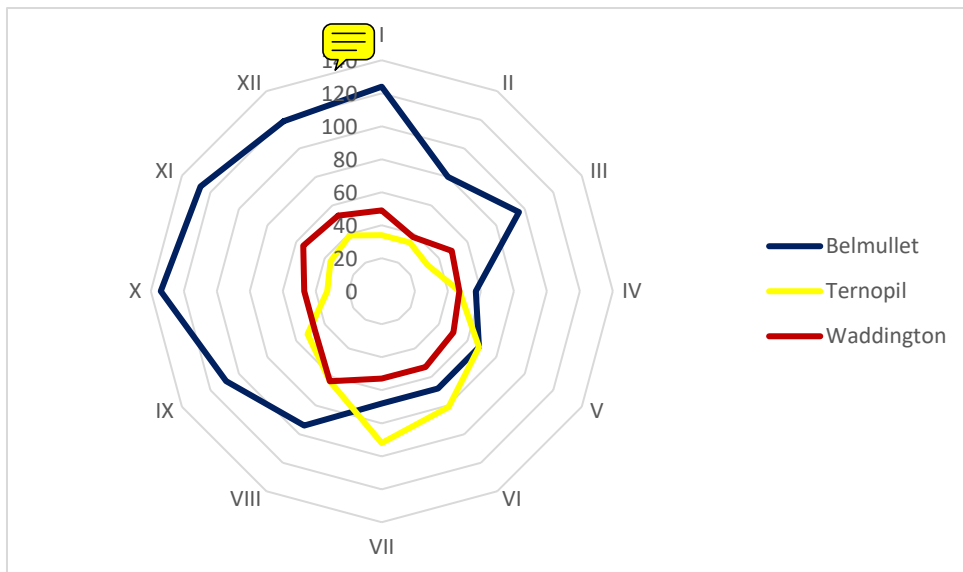
Souřadnice těžiště se vypočtou  e vztahů:

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

S

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

S



Obr. 2.: Rozložení ročního chodu srážek v paprskovém grafu (Zdroj: WMO, 1996, vlastní tvorba.)

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

Stanice	x	y
Belmullet	-0,13886	0,116747
Ternopil	0,005301	-0,27921
Waddington	-0,01672	-0,02233

(Zdroj: WMO, 1996, vlastní tvorba.)

### Výpočet:

Belmullet:

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

S

$$x = \frac{0,5 (80 + 68 - 94 - 119) + 0,866 (96 + 68 - 109 - 127) + 57 - 134}{1144}$$

1144

$$x = -0,13886$$

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

S

$$y = \frac{0,5 (96 - 68 - 109 + 127) + 0,866 (80 - 68 - 94 + 119) + 124 - 68}{1144}$$

S

$$y = 0,116747$$



Ternopil:

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

S

$$x = \frac{0,5 (34 + 81 - 63 - 39) + 0,866 (32 + 68 - 52 - 36) + 47 - 33}$$

611

$$x = \mathbf{0,005301}$$

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

S

$$y = \frac{0,5 (32 - 68 - 52 + 36) + 0,866 (34 - 81 - 63 + 39) + 34 - 92}$$

S

$$y = \mathbf{-0,27921}$$

Waddington:

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

S

$$x = \frac{0,5 (38 + 53 - 63 - 53) + 0,866 (49 + 50 - 47 - 55) + 47 - 47}$$

604

$$x = \mathbf{-0,01672}$$

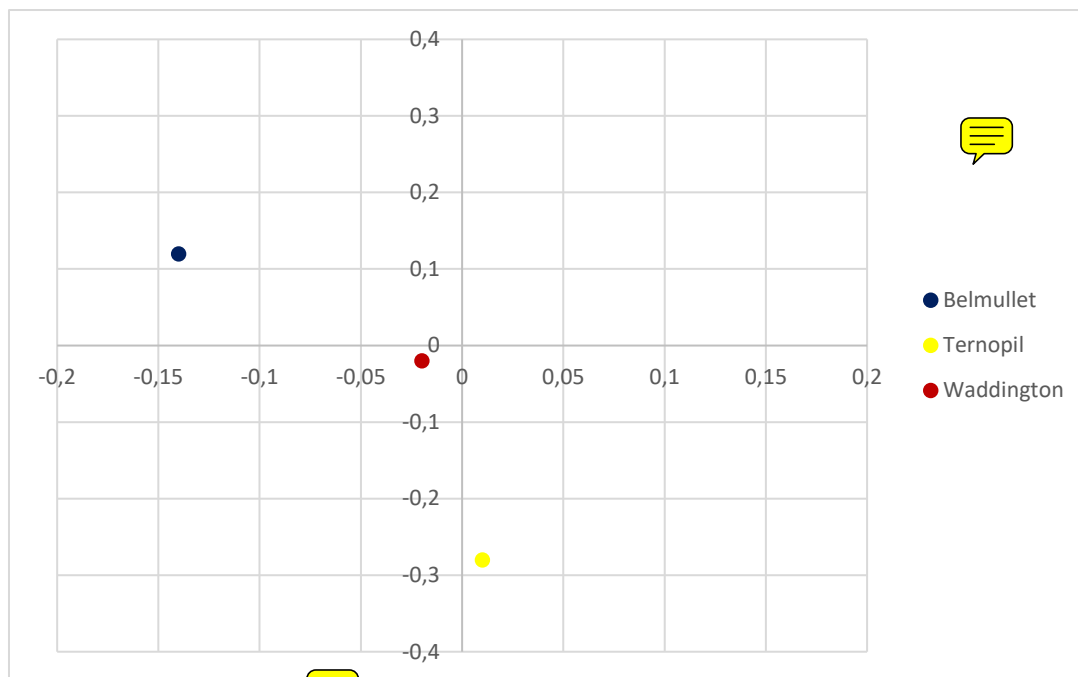
$$y = \frac{0,5 (\text{III} - \text{V} - \text{IX} + \text{XI}) + 0,866 (\text{II} - \text{VI} - \text{VIII} + \text{XIII}) + \text{I} - \text{VII}}$$

S

$$y = \frac{0,5 (49 - 50 - 47 + 55) + 0,866 (38 - 53 - 63 + 53) + 49 - 53}$$

604

$$y = \mathbf{-0,02233}$$



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

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 sázek [měsíc]	Poloha těžiště srážek	Klima kontinentální/oceánické
Belmullet	54° 14' s.š.	5	-2,57	2,56	7,01	II. Kvadrant	oceánické
Ternopil	49° 32' s.š.	320	31,38	25,76	4,68	IV. kvadrant	kontinentální
Waddington	53° 10' s.š.	69	6,39	11,83	5,75	III. kvadrant	oceánické

(Zdroj: WMO, 1996, vlastní tvorba.)

### Závěr:

Podle veškerých výše zmíněných výpočtů bylo dospěno k výsledkům pro 3 stanice, které byly sledovány v období let 1961–1990. Klima v Irsku na stanici Belmullet můžeme charakterizovat jako klima typicky oceánické. Je to patrné ať už z malé amplitudy u teplot, vysokých srážek v období podzimních a zimních měsíců, také nám to ukázaly indexy termické kontinentality (který byl záporný) a ombrické kontinentality (jeho hodnota byla také velmi nízká). Ať už na teplotu nebo na množství srážek má výrazný vliv oceán a cirkulace vzduchu, pro něj typická. Toto území je také ovlivňováno Islandskou tlakovou níží a sibiřskou tlakovou výší. Stanice Ternopil na Ukrajině je zase naopak rázu

kontinentálního. Nejvyšších srážek dosahuje v letních měsících a výrazná je také amplituda teplot. Celkové množství srážek je o polovinu menší než u oceánické stanice v Irsku. Jelikož je v zimě toto území ovlivňováno sibiřskou tlakovou výší, která s sebou přináší chladný a suchý vzduch, nenajdeme v tomto období v této oblasti příliš srážek. V létě sem naopak proudí ze severozápadu vlhký vzduch. Poslední zkoumaná stanice Waddington byla nejméně zřejmým typem. Převážně podle indexu termické kontinuality byla tato stanice zařazena mezi oceánické, jelikož je hodnota tohoto indexu malá. Celkově je podle mého názoru ale na hranici mezi kontinentálním a oceánickým typem klimatu.

### **Zdroje:**

IS (2018): [https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2018/Z0076/cviceni/cviceni\\_1/](https://is.muni.cz/auth/el/1431/podzim2018/Z0076/cviceni/cviceni_1/) (10. 10. 2018)

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