

**Katedra vodního hospodářství a ČESKÁ
ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**Fakulta životního prostředí
environmentálního modelování**



**Statistické zpracování vybraných
časových řad denních teplot**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Petr Máca, Ph.D.

Autor: Helena Miškovičová

© 2021 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Helena Miškovičová

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Statistické zpracování vybraných časových řad denních teplot

Název anglicky

Statistical survey of selected time series of dailly temperatures

Cíle práce

Proveďte statistické zpracování denních teplot v České republice. Stanovte rozdělení pravděpodobnosti teplot v České republice a vyhodnoťte jejich vybrané statistické charakteristiky.

Metodika

Metodický postup se skládá z následujících kroků

1. Příprava dostupných dat o denních teplotách
2. Vyhodnocení vybraných statistických charakteristiky dat
3. Stanovení rozdělení pravděpodobnosti vybraných staničních dat

Doporučený rozsah práce

standardní

Klíčová slova

denní teploty, střední hodnota, rozptyl, sezónost

Doporučené zdroje informací

Novovičová J.: Pravděpodobnost a statistika. Skriptum FD ČVUT, 2006, s 154.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Máca, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2020

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 11. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 15. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Statistické zpracování vybraných časových řad denních teplot vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním, podle zákona č. 111/1988 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to bez ohledu na výsledky její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v bakalářské práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR

V Praze dne 27.3.2021

Helena Miškovičová

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala zejména svému vedoucímu práce, panu doc. Ing. Petrovi Mácovi, Ph.D. za veškerý čas, který mi věnoval při zaučení v programování a dále při zpracování této bakalářské práce, za jeho trpělivost, neobyčejnou shovívavost a odbornou pomoc, bez níž by tato práce nikdy nemohla vzniknout. V neposlední řadě děkuji své rodině za psychickou podporu a jejich trpělivost.

Statistické zpracování vybraných časových řad denních teplot

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá statistickým zpracováním vybraných časových řad denních teplot na území České republiky. Práce je zaměřena na zpracování dat v období několika let od roku 1961 až do roku 2019 jednotlivých meteorologických stanic v České republice v různých obdobích, kdy data jsou zpracována za pomoci programu R a R Studio. V tomto programu byla použita data z Českého hydrometeorologického ústavu, ze kterých byly vyhodnoceny jednotlivé hodnoty denních průměrných teplot a při výsledných hodnoceních, byly zpracovány tabulky, následně histogramy a krabicové grafy ze kterých jsou patrné průměrné měsíční hodnoty a sezónní cyklus teplot uváděných ve stupních Celsia. V různých nadmořských výškách jsou naměřeny hodnoty, zjištěno, že s rostoucí nadmořskou výškou teplota klesá. Práce zaměřena na zpracování dat, ale část práce je zaměřena na rešerši, kde jsou popsány jednotlivé pojmy související s teplotou a vším co je společně spojuje.

Klíčová slova

denní teploty, střední hodnota, rozptyl, sezónnost, teplotní rozdíly

Statistical survey of selected time series of daily temperatures

Abstract

This bachelor thesis deals with statistical processing of selected time series of daily temperatures in the Czech Republic. The work focuses on data processing in the period of several years from 1961 to 2019 of individual weather stations in the Czech Republic at various times when data are processed with the help of the R and R Studio program. In this program, data from the Czech Hydrometeorological Institute were used from which individual values of daily average temperatures were evaluated and in the resulting evaluations, tables were processed, followed by histograms and box graphs showing the average monthly values and seasonal cycle of temperatures reported in degrees Celsius. Values are measured at various altitudes, and the temperature decreases as altitude increases. The work is focused on data processing, but part of the work is focused on research, where individual concepts related to temperature and everything that connects them together are described.

Keywords

daily temperatures, mean variance, seasonality, temperature differences

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Cíl práce	1
2	Metodika - materiál	2
2.1	Základní pojmy	2
2.1.1	Charakteristika náhodných veličin	2
2.1.2	Střední hodnota	3
2.1.3	Rozptyl	4
2.1.4	Kvantily	4
2.1.5	Aritmetický průměr	5
2.1.6	Medián	5
2.2	Teplota	6
2.2.1	Teplota - fyzikální veličina	6
2.2.2	Teplota vzduchu	6
2.2.3	Extrémní teploty	6
2.2.4	Globální oteplování	8
2.3	Měření	8
2.3.1	Charakteristiky měření meteorologických prvků	8
2.3.2	Místa měření	8
2.3.3	Přístroje k měření	10
3	Výsledky	12
3.1	Vyhodnocení měření	12
3.1.1	Vyhodnocení průměrných denních teplot po 10-ti letém období	12
3.1.2	Vyhodnocení průměrných denních teplot po 20-ti letém období	15
3.1.3	Vyhodnocení průměrných denních teplot po 30-ti letém období	17
3.1.4	Shrnutí vyhodnocení průměrů v jednotlivých měsících ve dvou obdobích od roku 1961-1990 a od roku 1990-2019	19
3.2	Histogramy–odhady rozdělení pravděpodobností	21
3.3	Závislost průměrných denních teplot na nadmořských výškách	26
3.3.1	Vyhodnocení trendů a závislostí na nadmořské výšce	26
4	Diskuze	30
5	Závěr	32
6	Přehled literatury a použitých zdrojů:	33

7	Seznam boxů a obrázků	34
8	Seznam tabulek.....	35

1 Úvod

Tato bakalářská práce je zaměřena na statistické zpracování vybraných časových řad denních průměrných teplot, ke kterému je potřeba využití dat, která byla získána z Českého hydrometeorologického ústavu, který v současné době uvolnil svoji databázi denních dat, a to v souvislosti se zákonem č. 123/1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí. Díky těmto datům je možno pracovat s celkem 4 260 126 hodnotami dat. Celkem ale u 4 924 hodnot nejsou znázorněna data, a to z důvodu, že nebylo prováděno měření v různých meteorologických stanicích anebo nebylo pozorování zaznamenáno. Daty v tomto případě jsou denní průměrné teploty, tak základní klimatická data či klimatické prvky k popisu počasí v České republice, pokud se jedná o dlouhodobé počasí v ČR. Nejen v Čechách se v posledních letech zvyšuje teplota, což je nejvíce viditelné v letním období, kdy za poslední roky docházelo k extrémním teplotám. Oteplení je celkově bráno za období celého roku, kdy i v zimním období je oproti dřívějším letům tepleji. Toto je bráno i v Evropě. V poslední době se často řeší globální oteplování, díky němuž dochází ke klimatickým změnám celkově na této planetě. Klimatické změny jsou chápány jako významné změny ve statistickém rozložení povětrnostních poměrů, včetně teploty ovzduší. Změna klimatu je faktorem, který se řeší na různých úrovních Evropské unie, kdy i tato věnuje značnou pozornost. V jednotlivých státech mají vypracované strategie ke změnám klimatu. Unie si tak stanovila konkrétní úkol – „snížit do roku 2050 emise skleníkových plynů o 80-95 % oproti roku 1990“. Cíl je vytvořit v EU „nízkouhlikovou ekonomiku vyznačující se vysokou energetickou účinností“.

V této práci závěrem, jde tedy o vyhodnocení databáze denních průměrných teplot metodami popisné statistiky. Použila jsem jednoduché metody, kterými jsem chtěla popsat hodnoty teplot v data setech, které uvolnil ČHMÚ. Cílem této práce není tvořit podrobný literární rozbor, ačkoliv by to bylo patřičné, ale zaměřím se na zpracování a vyhodnocení použitých dat.

1.1 Cíl práce

Cílem této práce je vyhodnotit databázi denních průměrných teplotních dat metodami popisné statistiky. Data je nejdříve potřeba připravit, kdy tato jsou k dispozici u ČHMÚ, který v souvislosti se zákonem č. 123/1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí data uvolnil. Uvolněná data byla následně převedena z txt do digitální formy datového souboru, který je k dispozici.

Cílem této bakalářské práce je odhad základních statistických charakteristik celých datových souborů, která byla naměřena a následně uvolněna od roku 1961 až do roku 2019. Pomocí těchto dat budou zjištěné hodnoty znázorněny v jednotlivých tabulkách, ze kterých budou vytvořeny histogramy a grafy. Tato bakalářská práce není rešeršní, jedná se o zpracování dat.

2 Metodika - materiál

Aby mohl být analyzován soubor denních průměrných teplot, tak v této kapitole byly popsány metody, které byly použity pro jeho analýzu. Vzhledem k tomu, že ČHMÚ uvolnilo celou svou databázi denních průměrných teplot, rozhodla jsem se těmito hodnotami denních průměrných teplot zabývat a analyzovat je. Celkem pro tuto práci bylo uvolněno a použito 4.260.126 dat. Kdy tato pokrývají 495 hydrometeorologických stanic v ČR. Stanice jsou umístěné v různých nadmořských výškách.

Využitím denních průměrných teplotních dat na území České republiky budou znázorněny jednotlivé typy charakteristik. Budou tam vloženy popisné charakteristiky, dále tam budou znázorněny odhady středních hodnot teplot aritmetickým průměrem, odhady středních hodnot teplot mediánem, variabilitou rozptylů a variabilitou směrodatných odchylek. Vyhodnocení průměrných denních teplot probíhalo v programovacím prostředí R studio, které umožňuje manipulaci s daty a jednotlivé výpočty přes různé funkce. Před samotným načtením dat do R studia bylo nutné nejprve rozbalit a extrahovat, a teprve extrahovaná data nahrávat do R. Za pomoci „data table“ byly načteny jednotlivé proměnné do jednoho datového rámce, kdy poté v jednotlivých sloupcích budou zobrazeny proměnné, které byly předtím načteny.

2.1 Základní pojmy

2.1.1 Charakteristika náhodných veličin

Přesnou informaci o náhodné veličině udává distribuční funkce. Je-li tato funkce známa, tak je zřejmé, ze kterých hodnot počne narůstat náhodná veličina a záleží jaké jsou pravděpodobnosti daných hodnot. Nejvíce jsou využívány charakteristiky rozptyl, který znázorňuje rozptýlenost náhodné veličiny a dále charakteristika střední hodnota, jenž znázorňuje umístění náhodné veličiny. Při statistickém zpracování dat bývají charakteristiky střední hodnota a rozptyl náhodných veličin hlavním bodem daného zájmu, kdy tyto představují hlavní veličiny jejího rozdělení pravděpodobností. K tomu se využívají číselné hodnoty. Definice náhodné veličiny je znázorněna v níže uvedeném Box 1. (Novovičová J.,2006)

Podle vlastností, se dají charakteristiky rozdělit do následujících skupin:

- 1) charakteristiky polohy: střední hodnota, modus, medián, kvantily
- 2) charakteristiky variability: rozptyl, směrodatná odchylka, průměrná odchylka
- 3) charakteristiky šikmosti a špičatosti: koeficienty šikmosti a špičatosti

Box 1 Definice náhodné veličiny (Novovičová J.,2006)

Náhodná veličina je každé zobrazení $X: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ takové, že pro každé $x \in \mathbb{R}$ je

$$A = \{\omega | X(\omega) \leq x\} \in \mathcal{A}.$$

2.1.2 Střední hodnota

Střední hodnota jde o nejnámější míru polohy statistiky. Tímto způsobem se získávají informace o těžišti dat, o prostředku dat o hodnotách, které se nejčastěji vyskytují. Střední hodnota se značí písmenem E (odvozeno z anglického slova Expected = E). Buť X je náhodná veličina s distribuční funkcí $F(x)$. Dále jsou další definice střední hodnoty náhodné veličiny X s diskrétním respektive spojitým rozdělením. Proto je označena $E(X)$. Definice střední hodnoty náhodné veličiny znázorněna v Boxu 2. (Novovičová J.,2006)

Box 2 Definice střední hodnoty náhodné veličiny (Novovičová J.,2006)

Střední hodnota náhodné veličiny X s diskrétním rozdělením daným pravděpodobnostní funkcí $P(x)$ je definována vztahem

$$E(X) = \sum_x xP(x).$$

Střední hodnota náhodné veličiny se spojitým rozdělením s hustotou $f(x)$ je definována vztahem

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x) dx.$$

Box 3 Definice obecného momentu (Novovičová J.,2006)

Střední hodnota se někdy nazývá první obecný moment. Obecně, **k-tý obecný moment** $E(X^k)$ náhodné veličiny X je definován jako

$$E(X^k) = \begin{cases} \sum_x x^k P(x) & \text{pro diskrétní rozdělení} \\ \int_{-\infty}^{\infty} x^k f(x) dx & \text{pro spojitě rozdělení.} \end{cases}$$

Základní vlastnosti střední hodnoty

- Střední hodnota konstanty je rovna konstantě: $E(c) = c$
- Střední hodnota součtu n náhodných veličin se rovná součtu jejich středních hodnot

Box 4 Definice zákl. vlastnosti střední hodnoty (Novovičová J.,2006)

$$E\left(\sum_{i=1}^n X_i\right) = \sum_{i=1}^n E(X_i).$$

- Střední hodnota součinu konstanty a náhodné veličiny je rovna součinu této konstanty a střední hodnoty dané veličiny: $E(c X) = c E(X)$

2.1.3 Rozptyl

Rozptyl je využíván ve statistice a také v teorii pravděpodobnosti, kdy se jedná o jeden z hlavních momentů náhodné veličiny. Jde o tzv. střední kvadratickou odchylku. Jinak se mu také říká druhý centrální moment. Znárodnění je v Boxu 5. V boxu 6 se nachází vzorec rozptylu. (Novovičová J.,2006)

Box 5 Definice rozptylu (Novovičová J,2006)

Rozptyl náhodné veličiny s diskrétním rozdělením s pravděpodobnostní funkcí $P(x)$ je definován vztahem

$$D(X) = \sum_x (x - E(X))^2 P(x).$$

Rozptyl náhodné veličiny se spojitým rozdělením s hustotou $f(x)$ je definován vztahem

$$D(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (x - E(X))^2 f(x) dx.$$

Základní vlastnosti:

- Rozptyl konstanty je roven nule: $D(c) = 0$
- Rozptyl součtu nezávislých náhodných veličin je roven součtu rozptylů těchto náhodných veličin

Box 6 Vzorec pro rozptyl (Novovičová J,2006)

$$D\left(\sum_{i=1}^n X_i\right) = \sum_{i=1}^n D(X_i).$$

- Rozptyl součinu konstanty a náhodné veličiny je roven součinu čtverce této konstanty a rozptylu dané veličiny: $D(c X) = c^2 D(X)$ (Novovičová J.,2006)

2.1.4 Kvantily

Kvantily jsou hodnotou hydrologické veličiny, kdy se značí h_v^* . Kvantily jsou číselné hodnoty, které definují uspořádaní jeho rozdělení na dvě části. Buď jsou menší nebo a naopak. Řadí se dle velikostí (Novovičová J.,2006)

Kvantil je veličina x_p , jenž je dána rovností $F(x_p)$ (Lepš J., Šmilauer P., 2016)

Nechť X je náhodná veličina s distribuční funkcí $F(x)$ a hustotou pravděpodobnosti $f(x)$. p -kvantilem náhodné veličiny X nebo 100 p procentním kvantilem je číslo Q_p , pro které platí

$$P(X \leq Q_p) = F(Q_p) = \int_{-\infty}^{Q_p} f(x) dx = p, \quad 0 < p < 1.$$

2.1.5 Aritmetický průměr

Aritmetický průměr se počítá ze všech naměřených hodnot daného souboru, který popisuje střed polohy rozdělení hodnot v souboru. Pro jeho výpočet je daný vzorec znázorněný v Boxu 8. (Jindrová a kol., 2008)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

2.1.6 Medián

Nezáleží na velikosti hodnot, ale na tom, jak jsou rozděleny, proto není ovlivňován odlehlými hodnotami. Pro zjištění jeho hodnoty je nutné seřadit hodnoty v datovém souboru. Jeli soubor vytvořený z lichého počtu hodnot, tak poté se medián vyskytuje na místě $(N+1)/2$ u seřazeného souboru. A jeli vytvořený ze sudého souboru dat tak se aritmetický průměr vypočte aritmetickým průměrem hodnoty na místě $N/2$ a $(N+2)/2$ u seřazeného souboru. (Hanel, Vizina, 2014)

Medián tedy dělí datový soubor na dvě části, kdy každá z nich obsahuje 50 % souboru dat. Část zahrnuje hodnoty, které jsou menší anebo jsou rovny k hodnotě mediánu a část zahrnuje hodnoty, které jsou větší anebo jsou rovny hodnotě mediánu. (Máca P., 2014)

Medián nemá přímo daný symbol. Určuje se pro data intervalové, poměrové, ale i ordinální stupnici. Pozorování se nejdříve seřadí podle velikosti, dle čehož je možné vypočítat medián. A to v případě je-li n liché, tak se medián roven $X_{(n+1)/2}$. A je-li n sudé, tak je medián středem intervalu dvou prostředních pozorování, př. $(X_{n/2} + X_{n/2+1})$. Je shodný s průměrem, jsou-li data symetricky rozdělena. (Lepš. J., Šmilauer P., 2016)

2.2 Teplota

2.2.1 Teplota - fyzikální veličina

Teplota je jedna z fyzikálních veličin, kdy jde o skalární veličinu, kterou se popisují stavy ustálených systémů. Existuje několik stupnic, podle kterých se vyjadřují jednotky teploty. Nejběžnějším a nejznámějším je Celsiova stupnice, ve které jednotka teploty je uváděna stupněm Celsia $^{\circ}\text{C}$ u které voda mrzne při 0°C a bod varu dosahuje při 100°C . Další známou stupnicí tepla je Fahrenheitova stupnice, kdy jednotka je stupeň Fahrenheita $^{\circ}\text{F}$. Na této stupnici je bod tání ledu při teplotě 32°F a bod varu při teplotě 212°F , tato stupnice se ještě dodnes v některých státech používá. Další používanou teplotní stupnicí je Kelvinova stupnice, kde 0 K je absolutní nula, při které nedochází k žádným termodynamickým jevům. Hodnota $273,15\text{ K}$ odpovídá 0°C . Nejvíce využívána v termodynamice. (Brzezina, 2018)

2.2.2 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je závislá především na nadmořské výšce. Jde o základní meteorologický prvek. Rozdíly v průměrných teplotách vzduchu za den, měsíc či rok jsou dány polohou daného místa, kde vycházíme ze zeměpisné šířky a délky z nadmořské výšky. Je dáno, že s průměrná měsíční teplota klesá od jihu k severu s rostoucí nadmořskou výškou. Teploty vzduchu dosahují minima v měsíci lednu a maxima v měsíci červenci. Roční průměr teplot v České republice je $7,8^{\circ}\text{C}$. Za pomoci různých měřících přístrojů nebo druhů teploměrů se měří teplota. (Chomov, 1968)

2.2.3 Extrémní teploty

Extrémní teploty jsou teploty, u níž jsou velké teplotní rozdíly, kdy jde o výkyvy teplot. U extrémně nízkých teplot jde většinou o příliv tzv. arktického kontinentálního vzduchu od severu až východu. K takovému nízkému teplotnímu rekordu došlo v roce 1929 přesněji dne 11.2.1929, kdy u Českých Budějovic v Litvínovicích bylo naměřeno $-42,2^{\circ}\text{C}$. V tuto dobu byly zaregistrovány teploty okolo -40°C i na jiných místech na území České republiky. V případě extrémně vyšších teplot, tak tyto nastávají vlivem přílivu teplého vzduchu z jižních směrů. V roce 27.7.1983 s absolutním historickým rekordem teploty $40,2^{\circ}\text{C}$ na stanici v Praze Uhřetěvesi. V tento den byly na dalších čtyřech stanicích na území ČR zachyceny maximální teploty 40°C . (<https://geography.upol.cz>)

Vyhodnocené znázornění naměřených extrémních maximálních denních teplot na území České republiky

Tabulka 1 Maximální denní teploty na území ČR (<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/historicke-extremy>)

Měsíc	Absolutní maximum maximální denní teploty	Datum	Místo
1	+18,8 °C	29. 1. 2002	Ústí nad Labem, Mánesovy sady
2	+22,0 °C	27. 2. 1994	Český Krumlov
3	+26,2 °C	22. 3. 1927	Mělník
4	+31,8 °C	29. 4. 2012	Plzeň, Bolevec a Brandýs nad Labem-Stará Boleslav
5	+35,0 °C	29. 5. 2005	Dobřichovice (Praha - západ)
6	+38,9 °C	26. 6. 2019	Doksany
7	+40,2 °C	27. 7. 1983	Praha – Uhříněves
8	+40,4 °C	20. 8. 2012	Dobřichovice (Praha - západ)
9	+37,4 °C	1. 9. 2015	Javorník
10	+30,3 °C	4. 10. 1929	Litvínovice u Českých Budějovic
11	+24,0 °C	1. 11. 1928	Klatovy
12	+19,8 °C	5. 12. 1961	Fryčovice (Frýdek-Místek)

V tabulce jsou znázorněna data denních maximálních teplot na území České republiky, kde nejvyšší maximální teplota byla naměřena v měsíci srpnu dne 20.8.2012 v hodnotě + 40,4 °C v Dobřichovicích, což je znázorněno v Tabulce 1.

Vyhodnocené znázornění naměřených extrémních minimálních denních teplot na území České republiky

Tabulka 2 Minimální denní teploty na území ČR (<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/historicke-extremy>)

Měsíc	Absolutní minimum minimální denní teploty	Datum	Místo
1	-36,2 °C	24. 1. 1942	Chlum u Třeboně
2	-42,2 °C	11. 2. 1929	Litvínovice u Českých Budějovic
3	-32,0 °C	2. 3. 1929	Jindřichův Hradec
4	-22,0 °C	9. 4. 2003	Horská Kvilda
5	-13,1 °C	4. 5. 2011	Kořenov – Jizerka
6	-8,3 °C	1. 6. 1997	Horská Kvilda
7	-6,9 °C	20. 7. 1996	Horská Kvilda
8	-5,0 °C	20. 8. 1991	Horská Kvilda
9	-10,5 °C	21. 9. 1997	Horská Kvilda
10	-19,9 °C	21. 10. 2009	Rokytská sláť
11	-25,4 °C	28. 11. 2010	Rokytská sláť
12	-34,0 °C	21. 12. 1927	Krásno nad Bečvou

V tabulce jsou znázorněna data denních minimálních teplot na území České republiky, kde nejnižší maximální teplota byla naměřena v měsíci únoru dne 11.2.1929 v hodnotě -42,2 °C v Litvínovicích u Českých Budějovic, což je znázorněno v Tabulce 2.

2.2.4 Globální oteplování

Globální oteplování má za následek oteplování na celé naší planetě. Následky nese i Antarktida, která bývala pokryta ledem a sněhem. V současné době na ní najdeme místa, která kdysi byla bílá a oteplováním již dnes nalezneme zelenající se úseky. Za poslední období se tam teplota zvýšila o 2,5 °C. Díky ustupujícím ledovcům se začínají zelenat i kdysi holé skály. Díky globálnímu oteplování dochází k tání ledovců, čímž dochází ke stoupající hladině moří. Dalším následkem globálního oteplování jsou změny ročních období. Dochází ke klimatickým změnám. (Readers digest výběr,2010)

2.3 Měření

2.3.1 Charakteristiky měření meteorologických prvků

Mezi základní charakteristiky měření patří především teplota, směr a rychlost větru, sluneční záření, vlhkost vzduchu, výpar, délka slunečního svitu, teplota půdy, tlak vzduchu, výška sněhové pokrývky, množství srážek. Pro zpracování této bakalářské práce je hlavní charakteristikou teplota vzduchu, která je měřena ve stupních Celsia. Jako průměrná roční teplota na území České republiky je stanovena teplota 7,3 °C, kdy samozřejmě jsou regionální rozdíly na jednotlivých místech meteorologických stanic. Dle statistik bylo zjištěno, že při jednoduchém ročním chodu se minimální teplotní hodnoty vyskytují v měsíci lednu a maximální teplotní hodnoty v měsíci červenci. Jedná se o nárůst a pokles teplot během roku, kdy je ale narušován povětrnostními podmínkami. Jestliže se objevují pravidelně, tak se jim říká Klimatické singularity. Jedná se pravidelné odchylky počasí, kdy toto označení zavedl A. Schmauss v roce 1928. Singularity jsou perfektně popsány v lidových pranostikách např. ledoví muži, babí léto a jiné., kdy tyto vycházejí z dlouhodobého sledování přírody.
(https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/GCZ/GCZ_Klima.pdf)

2.3.2 Místa měření

Veškerá meteorologická měření se provádějí v meteorologických stanicích, které poskytují aktuální informace o stavu počasí. Kdy tyto stanice jsou v kompetenci Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), který má hlavní sídlo v Praze a jednotlivé pobočky v krajích České republiky.

Meteorologické stanice jsou rozděleny

- Synoptické a letecké meteorologické stanice
- Klimatologické stanice
- Agrometeorologické a fenologické stanice
- Speciální stanice

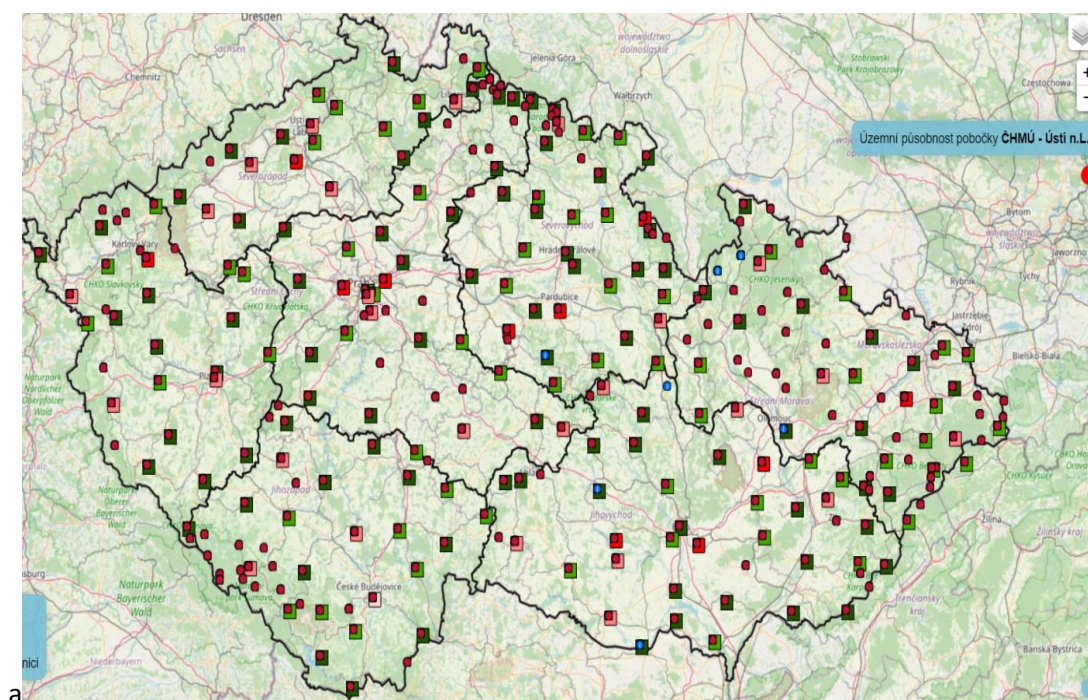
Ve všech stanicích se provádí současně ve stejném časovém úseku měření pro synoptické účely, čímž dojde k současnému obrázku počasí na Zemi. Klimatická měření a pozorování jsou prováděna v 7, 14 a ve 21 hodin místního času. Na vybraných stanicích se provádí měření po 1 hodině nebo po 15 minutách. Jako nejstarší je meteorologická stanice v České republice Praha – Klementinum, kdy v roce 1752 tam prováděl měření nejen teploty Josef Stepling. Další známá stanice se nachází na Šumavě, kdy se jedná o Churáňov, který leží v nadmořské výšce 1125 m, zde zahájeno měření v roce 1952. Lysá hora se nachází v Moravskoslezských Beskydech v nadmořské výšce 1322 m, tato stanice od roku 1954 funguje jako profesionální. Dalším místem pro pozorování pozemských a nebeských jevů je observatoř v Českém středohoří, kdy se jedná o Milešovku, která se nachází v nadmořské výšce 837 m. n. m.. Jedná se o nejstarší horskou observatoř v České republice. Měření se tam provádějí nepřetržitě od roku 1905. (https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/GCZ/GCZ_Klima.pdf)

Měření se provádějí v meteorologických budkách, které se nacházejí 2 metry nad travním porostem. Na hodnoty teplot vzduchu mají vliv mnohé faktory, které mění jejich režim. Zemský povrch je nehomogenní a je jedním z hlavních proměnlivých faktorů. V horizontálním i ve vertikálním směru se mění teplota v čase. (Vysoudil, 2013)

Podle ČHMÚ se stanice dělí dle sazebníku odměn dobrovolných provozovatelů dle jejich náročnosti pozorování a měření především sněhových charakteristik:

- do 500 m n. m. („nízké“ polohy)
- 500–800 m n. m. („střední“ polohy)
- nad 800 m n. m. („vyšší“ polohy). (<https://www.chmi.cz>)

Obrázek 1 Mapa meteorologických stanic v ČR (<https://www.chmi.cz>)

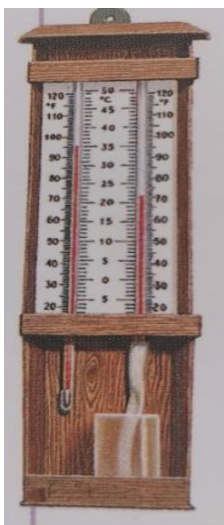


Na Obrázku 1 je zobrazena mapa, ve které jsou znázorněny jednotlivé meteorologické stanice, kdy jejich rozmístění se nachází v různých nadmořských výškách.

2.3.3 Přístroje k měření

Na Obrázcích 2 a 3 jsou znázorněny alespoň některé přístroje potřebné k měření. Teploměr se suchou baňkou slouží k měření teploty okolního vzduchu. U teploměru s mokrou baňkou, měří teplotu, kde dochází k vypařování vody, což slouží k vypočítání relativní vlhkosti. Tyto teploměry jsou znázorňovány společně. Znázornění teploměru je pod Obrázkem 2. Na Obrázku 3 je znázorněn termograf, kdy tento přístroj slouží k měření, které zaznamenává teplotu perem, které kreslí spojitou čáru na papír, který je na bubínku a ten se otáčí se ve směru hodinových ručiček. (Svojtka Co. Nakladatelství, 2012)

Obrázek 2 Teploměr (Svojtko Co. Nakladatelství, 2012)



Obrázek 3 Termograf (Svojtko Co. Nakladatelství, 2012)



Meteorologické stanice jsou vybaveny různými typy senzorů, anemometry, větrnými lopatkami, vlhkoměry, srážkoměry, termometry a jinými. Kdy díky nim se zaznamenávají klimatologické informace v tzv. geografickému prostoru. Klimatologické informace se zkoumají již řadu let, jelikož nám poskytují potřebné informace.(Carrega P., 2010)

3 Výsledky

Tato kapitola poskytuje výsledky zpracování dat ze sítě ČHMU, kdy cílem mé práce je data zpracovat a s těmito pracovat a porovnat denní průměrné teploty metodami popisné statistiky. K tomu byly použity odhady středních hodnot teplot aritmetickým průměrem, odhady středních hodnot teplot mediánem, odhadem teplot rozptylu a odhadem teplot směrodatné odchylky.

Vyhodnotila jsem měření průměrných denních teplot na území ČR, jenž jsem jednotlivě vypsala a popsala ke každé tabulce níže uvedených.

3.1 Vyhodnocení měření

V tabulkách od č 3 až po č 14 jsou znázorněny průměry denní teplot, které byly stanoveny na základě vyhodnocení za pomocí dat Českého hydrometeorologického ústavu České republiky z jednotlivých meteorologických stanic z celé České republiky. Měření denních teplot bylo prováděno v jednotlivých nadmořských výškách. Pro toto zpracování bakalářské práce byly vybrány nadmořské výšky ve výšce 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 a 1600 m. n. m.. Zpracování bylo provedeno v období několika let (období) kdy tato jsou rozčleněná na desetiletí, dvacetiletí a třicetiletí. Byla použita data od roku 1961 až do roku 2019. V tabulkách znázorněny stanice od nejnižší nadmořské výšky 200 m. n. m. až po nejvyšší nadmořskou výšku 1600 m. n. m. Tabulky jsou dále rozděleny na čtyři části, kdy v jednotlivých částech hodnoceny teplotní rozdíly aritmetického průměru, mediánu, rozptylu a směrodatné odchylky.

3.1.1 Vyhodnocení průměrných denních teplot po 10-ti letém období

Odhad středních hodnot teplot aritmetickým průměrem (mean)

Tabulka 3 Střední hodnoty denních teplot pro desetiletá období odhadnutá aritmetickým průměrem

	nadmořská výška v m. n. m.								
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600	
Období	1961 – 1970	7,09	7,09	5,1	3,54	2,54	1,73	1,31	0
	1970 – 1980	7,28	6,45	5,29	3,64	2,59	1,86	1,45	-
	1980 – 1990	7,33	6,58	5,33	3,51	2,45	1,85	1,03	-
	1990 – 2000	7,82	7,07	5,81	4,46	3,3	2,73	1,59	-
	2000 – 2010	8,26	7,44	6,19	4,85	3,83	3,17	2,25	1,43
	2010 – 2019	8,38	7,51	6,14	4,82	4,13	3,3	2,11	1,91

Odhadem středních hodnot aritmetické průměr je zaznamenán v různých nadmořských výškách od 200 m. n. m. až po 1600 m. n. m., kdy hodnoty jsou zaznamenávány po 200 m. n. m.. Pro vyhodnocení použita data v období od roku 1961–2019. Následným vyhodnocením zjištěno, že s rostoucí nadmořskou výškou aritmetický průměr klesá. Postupem let je zřejmé, že se otepluje. V období od roku 1961–2000 zjištěno, že v nadmořské výšce 1600 m. n. m. nejsou zaznamenány hodnoty, a to z důvodu, že se tam neprováděla meteorologická měření. Tabulka je vedena ve °C.

Odhad středních hodnot teplot mediánem (median)

Tabulka 4 Střední hodnoty denních teplot pro desetiletá období odhadnutá mediánem

Období	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
1961 – 1970	8	8	5,85	4,1	3,2	2,3	2	-
1970 – 1980	7,1	6,2	5	3,4	2,4	1,6	1,2	-
1980 – 1990	7,8	7	5,6	3,7	2,7	2,1	1,4	-
1990 – 2000	7,9	7,1	5,8	4,4	3,2	2,5	1,4	-
2000 – 2010	8,6	7,7	6,4	5	4	3,3	2,8	1,3
2010 – 2019	8,5	7,6	6,1	4,9	4,2	3,4	2,3	2,1

Odhad středních hodnot mediánu je taktéž zaznamenán v různých nadmořských výškách od 200 m. n. m. až po 1600 m. n. m., kdy hodnoty jsou u i v tomto případě zaznamenávány po 200 m. n. m.. Pro vyhodnocení také použita data v období od roku 1961–2019. V období let 1961–1970 bylo tepleji, kdy v dalších letech došlo k mírnému ochlazení, ale přibývající léty se postupně opět oteplovalo.

Odhad teplot rozptylem (var)

Tabulka 5 Variabilita denních teplot pro desetiletá období odhadnutá rozptylem

Období	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
1961 – 1970	71,81	71,81	68,7	65,66	64,57	63,55	60,68	-
1970 – 1980	59,63	58,85	57,98	57,63	55,56	53,63	51,95	-
1980 – 1990	62,88	67	65,05	62,58	60,43	59,45	57,19	-
1990 – 2000	67,1	65,69	63,76	61,43	59,99	58,56	56,32	-
2000 – 2010	68,64	67,46	65,67	63,22	61,58	59,92	49,77	45,76
2010 – 2019	69,82	68,3	66,32	63,71	62,66	61,69	58,19	57,14

Stejně je to i odhadu rozptylu, kdy tento je zaznamenáván v různých nadmořských výškách. zaznamenávány po 200 m. n. m.. Pro vyhodnocení byla

použita stejná data v daném období. Po vyhodnocení bylo zjištěno, jak se mění hodnoty, kdy v případě vyšší nadmořské výšce se teplota snižuje. I tady v období 1961–1970 bylo tepleji, kdy následně od roku 1970 se ochladilo, ale postupem dalších let docházelo k oteplování. Ani v tomto případě nejsou všechny potřebné hodnoty ke zkoumání v nadmořské výšce 1600 m. n. m. Hodnoty v tabulce jsou uvedeny °C².

Odhad teplot směrodatnou odchylkou (sd)

Tabulka 6 Variabilita denních teplot pro desetiletá období odhadnuta směrodatnou odchylkou

	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
Období 1961 – 1970	8,47	8,47	8,28	8,1	8,03	7,97	7,79	-
1970 – 1980	7,72	7,67	7,61	7,59	7,45	7,32	7,2	-
1980 – 1990	8,26	8,18	8,06	7,91	7,77	7,71	7,56	-
1990 – 2000	8,19	8,1	7,98	7,83	7,74	7,65	7,5	-
2000 – 2010	8,28	8,21	8,1	7,95	7,84	7,74	7,05	6,76
2010 – 2019	8,35	8,26	8,14	7,98	7,91	7,85	7,62	7,55

I u odhadu směrodatné odchylky je tomu obdobně, kdy je měření prováděno v různých nadmořských výškách a jejich hodnoty jsou zaznamenávány po 200 m. n. m. v tabulce, za jednotlivá období. Směrodatná odchylka je také ve vyšší nadmořské výšce menší, její hodnoty klesají. I tady bylo zjištěno, že v období 1961–1970 jsou hodnoty vyšší oproti následujícímu období let 1970-1980, kde hodnoty klesly. Postupem dalších období pomalu rostly. V nadmořské výšce 1600 m. n. m. jsou zaznamenány hodnoty, až od roku 2000.

3.1.2 Vyhodnocení průměrných denních teplot po 20-ti letém období

Odhad středních hodnot teplot aritmetickým průměrem (mean)

Tabulka 7 Střední hodnoty denních teplot pro dvacetiletá období odhadnutá aritmetickým průměrem

Období	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
1961– 1980	7,19	6,37	5,2	3,59	2,57	1,8	1,38	-
1980 – 2000	7,58	6,84	5,59	4,09	2,96	2,33	1,27	-
2000 – 2019	8,32	7,47	6,16	4,83	4,01	3,25	2,13	1,85

Odhadem středních hodnot aritmetického průměru v období třech 20-ti letých období, bylo provedeno také v nadmořských výškách zhodnocených po 200 m. n. m.. I u tohoto vyhodnocení je jasně vidět, že během jednotlivých období hodnoty rostou a s rostoucí nadmořskou výškou hodnoty teplot aritmetického průměru klesají. Dochází během let k vzestupnému oteplování. Hodnoty také uváděny ve °C.

Odhad středních hodnot teplot mediánem (median)

Tabulka 8 Střední hodnoty denních teplot pro dvacetiletá období odhadnutá mediánem

Období	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
1961 – 1980	7,5	6,6	5,3	3,7	2,7	2	1,6	-
1980 – 2000	7,8	7,1	5,7	4,1	3	2,3	1,4	-
2000 – 2019	8,5	7,6	6,3	4,9	4,1	3,4	2,4	1,9

Odhad středních hodnot mediánu je taktéž zaznamenán v různých nadmořských výškách Pro vyhodnocení byla použita data v období od roku 1961–1980, období let 1980-2000 a třetí v období let 2000-2019. Vyhodnocením zjištěno, že tady postupem let se hodnoty navyšují a při vyšší nadmořské výšce teplota mediánu klesá. Meteorologická měření zde byla také prováděna až od roku 2000.

Odhad teplot rozptylem (var)

Tabulka 9 Variabilita denních teplot pro dvacetiletá období odhadnuta rozptylem

Období	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
1961 – 1980	65,38	64,26	62,91	61,44	59,72	58,2	56,02	-
1980 – 2000	67,72	66,37	64,42	62,09	60,35	59,16	56,89	-
2000 – 2019	69,24	67,89	66,02	63,51	62,26	61,05	56,78	55,78

Ve všech vyhodnocení jsou použita stejná období let i stejné nadmořské výšky, aby se mohlo následně provádět srovnání. Hodnoty rozptylu jsou uváděny v °C². Vyhodnocením zjištěno, že s rostoucí nadmořskou výškou hodnoty teploty rozptylu klesají, ale také teplota během následujících let se zvyšovaly. V období od roku 1961–2000 zjištěno, že v nadmořské výšce 1600 m. n. m. nejsou zaznamenány hodnoty, a to z důvodu, že se tam neprováděla meteorologická měření, ale od roku 2000-2019 tomu tak již není a v dané nadmořské výšce se již měření provádějí.

Odhad teplot směrodatnou odchylkou (sd)

Tabulka 10 Variabilita denních teplot pro dvacetiletá období odhadnuta směrodatnou odchylkou

Období	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
1961 – 1980	8,08	8,01	7,93	7,83	7,72	7,62	7,48	-
1980 – 2000	8,22	8,14	8,02	7,87	7,76	7,69	7,54	-
2000 – 2019	8,32	8,24	8,12	7,96	7,89	7,81	7,54	7,46

U odhadu směrodatné odchylky je tomu obdobně, kdy v různých nadmořských výškách od 200 m. n. m. až po 1600 m. n. m. jsou hodnoty jsou zaznamenávány po 200 m. n. m.. Pro vyhodnocení použita data v období od roku 1961–2019. Při vyhodnocení zjištěno, že s rostoucí nadmořskou výškou hodnoty teplot směrodatné odchylky klesají, a i v tomto případě celkově teplota v období dalších let stoupá. V období od roku 1960–2000 bylo ale zjištěno, že v nadmořské výšce 1600 m. n. m. nejsou zaznamenány hodnoty, a to z důvodu, že se tam neprováděla meteorologická měření.

3.1.3 Vyhodnocení průměrných denních teplot po 30-ti letém období

Odhad středních hodnot teplot aritmetickým průměrem (mean)

Tabulka 11 Střední hodnoty denních teplot pro třicetiletá období odhadnutá aritmetickým průměrem

Období	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
	1961 – 1990	7,24	6,45	5,24	3,56	2,53	1,82	1,3
1990 – 2019	8,16	7,35	6,06	4,74	3,85	3,11	1,99	1,85

Odhadem středních hodnot aritmetického průměru ve 30-ti letém období je zaznamenáván v různých nadmořských výškách po 200 m. n. m.. K vyhodnocení byla použita data ve stejném období jako v předešlých hodnoceních od roku 1961–2019. Vyhodnocením zjištěno, že s rostoucí nadmořskou hodnoty aritmetického průměru klesají. Stejně jako v předešlých tabulkách hodnota během let postupně roste. Meteorologické měření v nadmořské výšce 1600 m. n. m. jsou zaznamenány až v období let 1990-2019, do té doby se tam neprováděla meteorologická měření nebo nebyla zaznamenávána.

Odhad středních hodnot teplot mediánem (medián)

Tabulka 12 Střední hodnoty denních teplot pro třicetiletá období odhadnutá mediánem

Období	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
	1961 – 1990	7,6	6,7	5,4	3,7	2,7	2	1,5
1990 – 2019	8,3	7,5	6,1	4,8	3,9	3,1	2,15	1,9

Odhadem středních hodnot mediánem ve 30-ti letém období je taktéž zaznamenán v různých nadmořských výškách od 200 m. n. m. až po 1600 m. n. m.. Pro vyhodnocení byla použita data v období od roku 1961-1990 a v období 1990-2019. Vyhodnocením bylo zjištěno, že s rostoucí nadmořskou výškou hodnoty mediánu klesají, ale s přibývajícimi léty teplota se zvyšuje. Od období let 1990–2019 bylo zjištěno, že v nadmořské výšce 1600 m. n. m. se již zaznamenávají hodnoty, a to z důvodu, že se tam již prováděla meteorologická měření.

Odhad teplot rozptylem (var)

Tabulka 13 Variabilita denních teplot pro třicetiletá období odhadnuta rozptylem

Období	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
1961 – 1990	66,39	65,25	63,63	3,7	59,96	58,64	56,3	-
1990 – 2019	68,39	67,23	65,39	4,8	61,84	60,41	56,72	55,78

Stejně je to i odhadu rozptylu ve 30ti-letém období, kdy tento je zaznamenáván v různých nadmořských výškách. Pro vyhodnocení byla použita data také v období od roku 1961–1990 a v období 1990–2019, kdy vyhodnocením zjištěno, že s rostoucí nadmořskou výškou rozptyl teploty klesá. Hodnoty v tabulce jsou uvedeny ve °C².

Odhad teplot směrodatnou odchylkou (sd)

Tabulka 14 Variabilita denních teplot pro třicetiletá období odhadnuta směrodatnou odchylkou

Období	nadmořská výška v m. n. m.							
	< 200	< 400	< 600	< 800	< 1000	< 1200	< 1400	< 1600
1961 – 1990	8,14	8,07	7,97	7,86	7,74	7,65	7,5	-
1980 – 2019	8,28	8,19	8,08	7,93	7,86	7,77	7,53	7,46

U odhadu teplot směrodatnou odchylkou je tomu obdobně, kdy měření bylo provedeno v různých nadmořských výškách od 200 m. n. m. až po 1600 m. n. m. a hodnoty byly zaznamenávány po 200 m. n. m.. Pro vyhodnocení použita data jako v předešlých tabulkách. I u těchto hodnot zjištěno, že s rostoucí nadmořskou výškou hodnoty teplot směrodatnou odchylkou postupně klesají. Ale dochází k postupnému zvyšování teploty během dalších let.

3.1.4 Shrnutí vyhodnocení průměrů v jednotlivých měsících ve dvou obdobích od roku 1961-1990 a od roku 1990-2019

Tabulka 15 Shrnutí průměrných denních teplot třicetiletého období

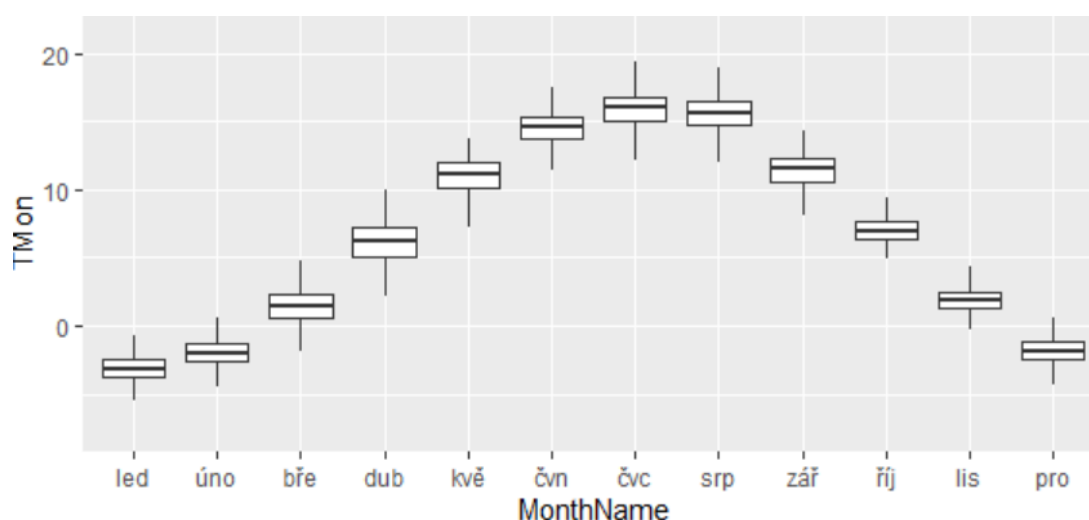
Měsíce	období let 1961-1990				období let 1990-2019			
	Mean	Median	SD	Var	Mean	Median	SD	Var
leden	-3,46	-3,34	1,08	1,17	-3,18	-3,17	1,11	1,25
únor	-2,39	-2,23	1,24	1,54	-2,22	-2,07	1,26	1,58
březen	0,95	1,13	1,61	2,6	1,14	1,43	1,57	2,48
duben	5,66	6,08	1,77	3,16	5,97	6,29	1,76	3,09
květen	10,6	10,95	1,68	2,84	10,83	11,13	1,67	2,81
červen	13,97	14,35	1,66	2,76	14,26	14,63	1,64	2,7
červenec	15,49	15,89	1,73	2,99	15,78	16,11	1,73	3,01
srpen	15,12	15,46	1,58	2,5	15,45	15,67	1,61	2,59
září	11,25	11,58	1,42	2,04	11,32	11,61	1,44	2,08
říjen	6,75	6,89	1,12	1,27	6,81	6,93	1,16	1,36
listopad	1,52	1,7	1,09	1,18	1,76	1,9	1,14	1,31
prosinec	-2,19	-2,13	1,09	1,19	-1,93	-1,85	1,13	1,29

Tabulka znázorňuje průměrné vyhodnocení jednotlivých měsíců v roce, kdy jde o znázornění průměru v období let 1961–1990 a 1990-2019. V tabulce jsou shrnuty všechny průměrné hodnoty odhadu středních hodnot aritmetickým průměrem, průměrné hodnoty odhadu středních teplot mediánem, odhadu směrodatné odchylky a rozptylu. Při vyhodnocení byla využita hodnota nadmořské výšky vyšší než 500 m. n. m.. Nejnižší průměrná denní teplota při využití aritmetického průměru byla zjištěna v měsíci lednu, kdy v období 1961–1990 byla hodnota průměrné denní teploty $-3,46$ °C, kdy i v následujícím období let 1990–2019 byla nejnižší teplota v lednu, ale tato byla o trochu vyšší $-3,18$. Je tedy viditelné, že se mírně v daných letech oteplilo. Naopak nejteplejší denní průměrná teplota naměřena v měsíci červenci v obou případech, kdy v letech 1961-1990 byla naměřena průměrná denní teplota $15,49$ °C a v období 1990–2019 opět zjištěno, že se mírně oteplilo, jelikož byla naměřena průměrná denní teplota $15,78$ °C. U mediánu je to také stejné. Zjištěno, že nejnižší teplota je v měsíci lednu a nejteplejší v měsíci červenci. Kdy v období 1961–1990 byla v lednu naměřena průměrná denní teplota $-3,34$ °C a v druhém období se průměrná denní teplota také zvýšila na $-3,17$ °C. Směrodatná odchylka naměřena nejmenší v lednu v obou případech, kdy v letech 1961–1990 byla hodnota směrodatné odchylky $1,08$ °C². A v období 1990–2019 byla naměřena $1,11$ °C². Dále bylo vyhodnoceno, že směrodatná odchylka od měsíce ledna postupně rostla, kdy v měsíci květnu se začala zmenšovat, ale v měsíci červenci opět vzrostla a následně od měsíce srpna se do konce roku

zmenšovala. U rozptylu bylo zjištěno, že tento byl nejnižší v období měsíce ledna s hodnotou 1,17 °C za období 1961–1990 a ve druhém období byl rozptyl s hodnotou 1,25 °C. Nejvyšší hodnota rozptylu byla zjištěna v letech 1961–1990 v měsíci dubnu a to 3,16 °C a v druhém období ve stejném měsíci naměřena hodnota 3,09 °C.

Krabicový graf za období 1960-1990 s nadmořskou výškou > 500 m. n. m

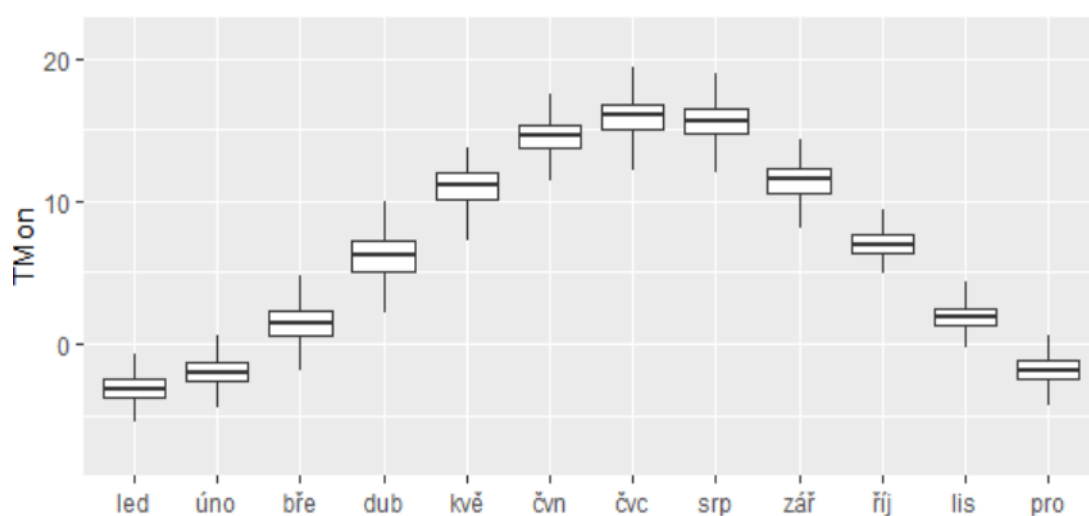
Obrázek 4 Graf měsíční průběh teplot za období 1960-1990



Znázornění průběhu měsíčních hodnot se sezónním cyklem v krabicovém grafu, na kterém je zřejmé, že v zimních měsících jsou hodnoty teplot nižší, kdy od měsíce března teplotní hodnoty rostou až do měsíce července. Následně od měsíce srpna do prosince hodnoty postupně klesají. Vertikální osa je vedena ve stupních °C a na ose horizontální jsou znázorněny jednotlivé měsíce v roce.

Krabicový graf za období 1990-2019 s nadmořskou výškou > 500 m. n. m

Obrázek 5 Graf měsíční průběh teplot za období 1990-2019



Graf znázorňuje průběhy měsíčních hodnot společně se sezónním cyklem denní teplot. Dle zadaných výsledků hodnocení je na grafu zřejmé že nejchladnější

období bylo v měsících zimních, a to nejvíce v lednu, poté únor a prosinec. A naopak nejteplejšími měsíci v tomto období bylo v létě, a to nejvíce v červenci, srpnu a červnu. Od měsíce března teploty se zvyšují a od měsíce září zase klesají. Vertikální osa je vedena ve stupních °C a na ose horizontální jsou znázorněny jednotlivé měsíce v roce.

3.2 Histogramy–odhady rozdělení pravděpodobností

Histogram jedná se o statistickou informaci, která je znázorněna ve sloupcovém grafu. Jednotlivé sloupce znázorňují naměřené hodnoty v intervalech a horizontální osa znázorňuje četnost sledované hodnoty v daném intervalu. Ačkoliv histogram není exaktní odhad rozdělení pravděpodobností jedná se neparametrický odhad.

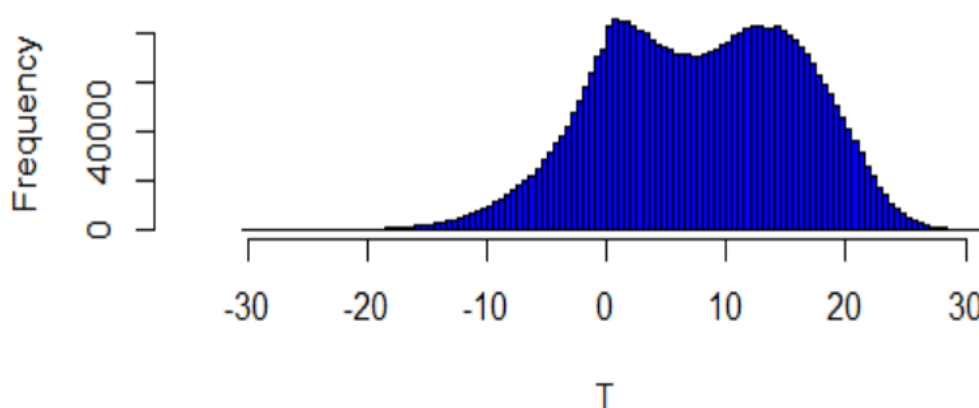
Histogram zobrazuje doplňkovou informaci k maximu dané veličiny aritmetického průměru, k mediánu a vyznačeného průměru. Histogram je jedním ze způsobů, které jsou používány jako neparametrický odhad rozdělení pravděpodobností dané veličiny.

Vzhledem k tomu, že v zadání mé bakalářské práce bylo odhadnout rozdělení pravděpodobnosti vybraných staničních dat, byl histogram použit jako empirický, neparametrický odhad rozdělení pravděpodobností.

Histogram s nadmořskou výškou > 200 m. n. m.

Tyto histogramy znázorňují naměřené hodnoty v období let 1961–2019 v nadmořské výšce 200 m. n. m., kdy teploty jsou dle daného období buď klesající nebo rostoucí. Horizontální osa je znázorněna ve stupních °C a vertikální osa znázorňuje odlišné hodnoty teplot, V grafu je krásně vidět, že minimální teploty jsou méně četné. Postupně se otepluje, kdy okolo 0 °C je nejvíce naměřených hodnot a dále okolo 15 °C. V této nadmořské výšce bylo použito 3.850.171 dat.

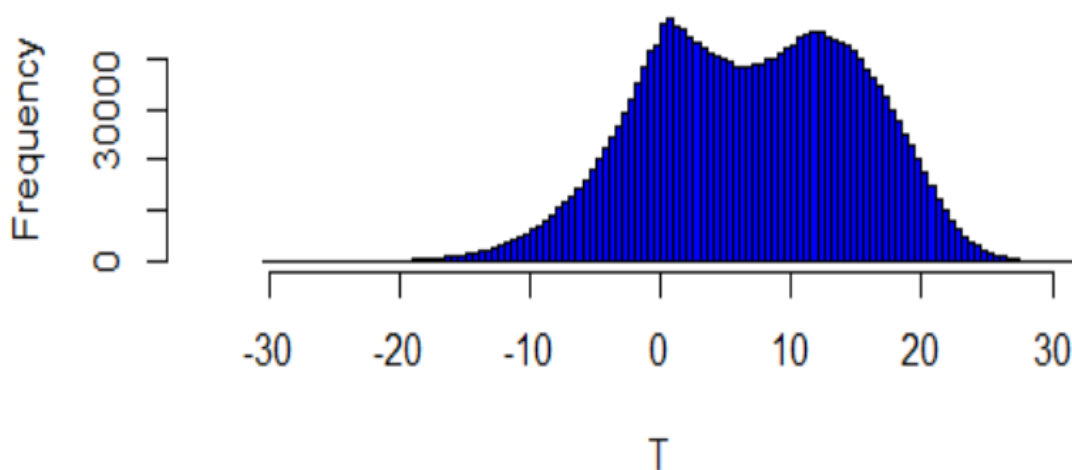
Obrázek 6 Histogram s nadmořskou výškou 200 m. n. m.



Histogram s nadmořskou výškou > 400 m. n. m.

Tento histogram znázorňuje naměřené hodnoty v nadmořské výšce 400 m. n. m., kdy měření se provádělo v období let 1961–2019. Naměřené hodnoty jsou znázorněné v daném histogramu, kde je vidět, že v zimním období jsou hodnoty teplot méně frekventované. I zde při nárůstu teploty nad 0 °C je nejvíce zaznamenaných hodnot. A to také okolo 15 °C. Ostatní hodnoty teplot jsou rostoucí nebo klesající. Na grafu je znázorněna horizontální osa, která je ve stupních °C. A na vertikální ose je znázorněna četnost. V této nadmořské výšce bylo použito 2.075.113 dat.

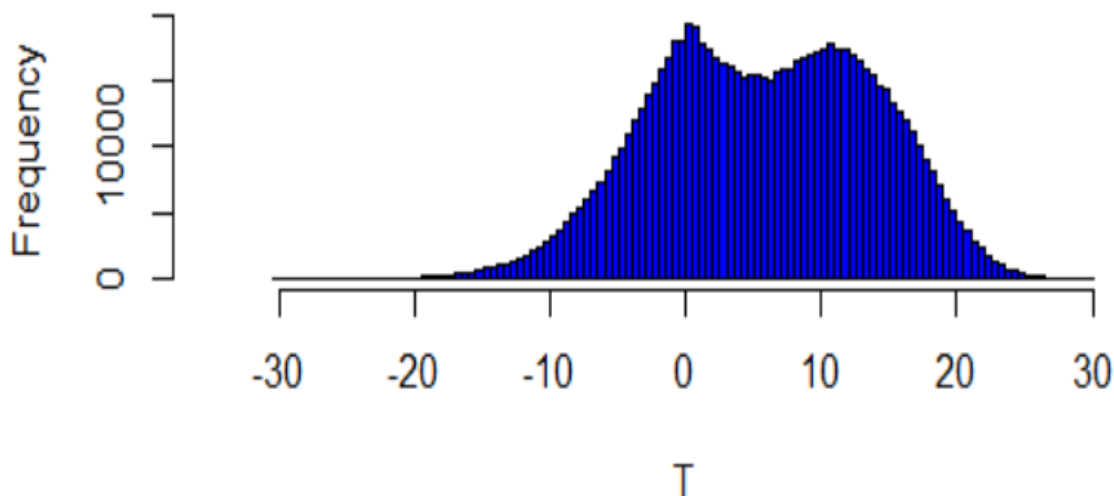
Obrázek 7 Histogram s nadmořskou výškou > 400 m. n. m.



Histogram s nadmořskou výškou > 600 m. n. m.

U tohoto histogramu prováděno měření v nadmořské výšce 600 m. n. m. v období let 1961–2019, kdy toto znázorněno v níže znázorněném histogramu. U tohoto histogramu je zřejmé, že četnost teplotních dat jsou více shodná a teploty se o moc od sebe neliší. I zde je vidět, že nejvyšší četnost je okolo 0 °C, poté při nárůstu okolo 10–15 °C, jinak je postupně klesající. Vertikální osa značí četnost teplotních dat a horizontální osa znázorňuje stupně °C. K tomuto vyhodnocení bylo použito 805.379 dat.

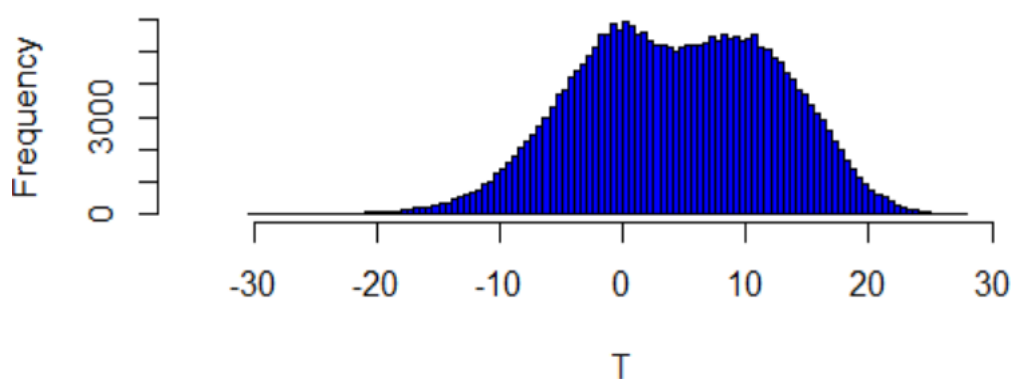
Obrázek 8 Histogram s nadmořskou výškou >600 m. n. m.



Histogram s nadmořskou výškou > 800 m. n. m.

Jedná se o znázornění provedené v histogramu v nadmořské výšce 800 m. n. m. v daném období let 1961–2019. Se stoupající nadmořskou výškou zjištěno, že teplota klesá. Nejvyšší četnost denních teplot je od 0 °C až do 10 °C. Těch vysokých naopak i nízkých teplot je méně. Vertikální osa značí četnost teplotních dat a horizontální osa znázorňuje stupně °C. K tomuto vyhodnocení byla použita data o celkovém počtu 250.770.

Obrázek 9 Histogram s nadmořskou výškou > 800 m. n. m.

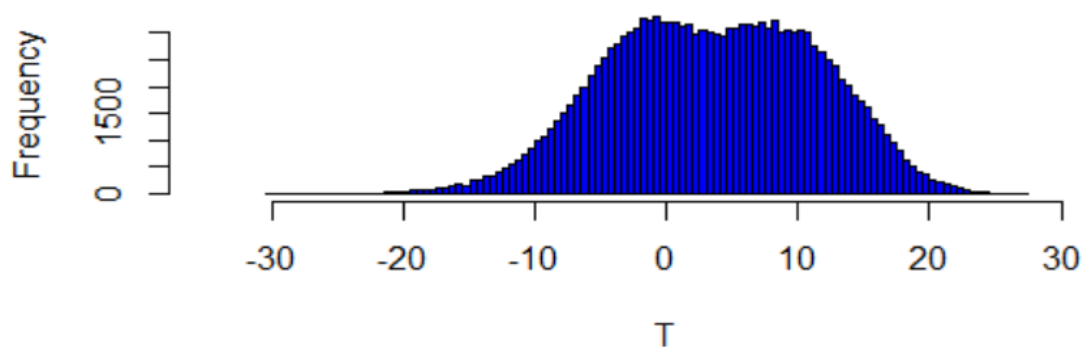


Histogram s nadmořskou výškou > 1000 m. n. m.

Tady jsou naměřené hodnoty znázorněné v histogramu, jehož měření provedeno v nadmořské výšce 1000 m. n. m. Použit jiný druh histogramu, ve

kterém je vidět četnost měřených dat. Nejméně četností je ve velmi nízkých a velmi vysokých teplotách. Nejvíce četností je na grafu zřejmé v období teplot pod $-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a poté od $5\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vertikální osa značí četnost teplotních dat a horizontální osa znázorňuje stupně $^{\circ}\text{C}$. I tady platí, že s rostoucí nadmořskou výškou teplota klesá. I v tomto případě byla použita data o celkovém počtu 142.198.

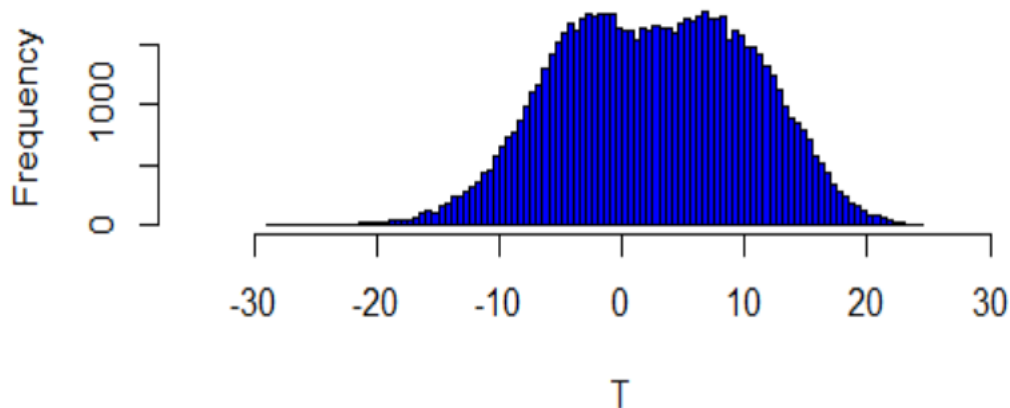
Obrázek 10 Histogram s nadmořskou výškou $> 1000\text{ m. n. m.}$



Histogram s nadmořskou výškou $> 1200\text{ m. n. m.}$

Jde o znázornění naměřených hodnot v nadmořské výšce 1200 m. n. m. , vyobrazené v daném typu histogramu. Četnost naměřených hodnot teploty je nejvíce okolo $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a také okolo $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Mezitím jsou hodnoty postupně snižující a naopak zvyšující. Nejnížší minimální a nejvyšší maximální hodnoty jsou naměřené v malém množství. Vertikální osa značí četnost teplotních dat a horizontální osa znázorňuje stupně $^{\circ}\text{C}$. Také použito celkem z 77.701 dat.

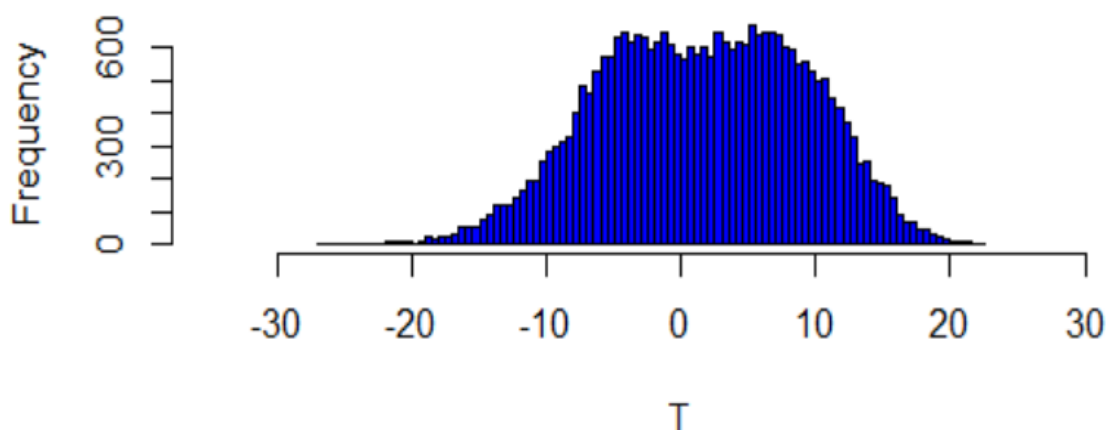
Obrázek 11 Histogram s nadmořskou výškou 1200 m. n. m.



Histogram s nadmořskou výškou > 1400 m. n. m.

Měřené hodnoty prováděny v nadmořské výšce 1400 m. n. m., kdy vyhodnocení znázorněno v histogramu. Četnost teplotních hodnot od $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ postupně klesá a roste zhruba do $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, kdy ostatní hodnoty jsou méně četné. Vertikální osa značí četnost teplotních dat a horizontální osa znázorňuje stupně $^{\circ}\text{C}$. I u tohoto histogramu bylo použito na jeho vyhodnocení 27.909 dat.

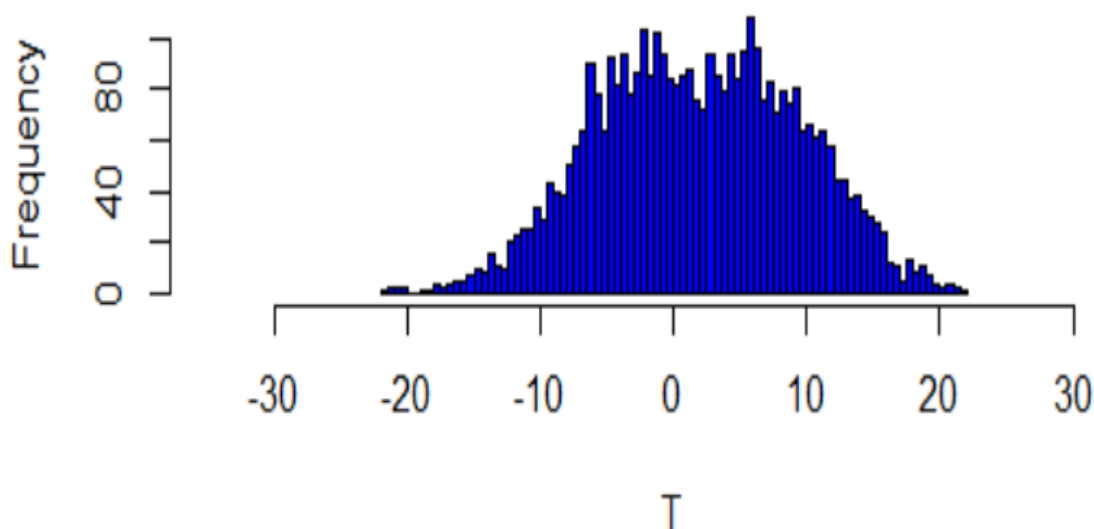
Obrázek 12 Histogram s nadmořskou výškou > 1400 m. n. m.



Histogram s nadmořskou výškou > 1600 m. n. m.

Zde znázorněn histogram naměřených hodnot v nadmořské výšce 1600 m. n. m., kdy vidno, že tento histogram oproti předešlým je odlišný. A to z důvodu, jak již bylo zmiňováno, tak na některých meteorologických stanicích v daném období v této nadmořské výšce nebyla prováděna měření. Z tohoto důvodu je hustota měření v histogramu více rozptýlena. I přesto můžeme říci, že nejvyšší četnost teplot je od $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ až po $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vertikální osa značí četnost teplotních dat a horizontální osa znázorňuje stupně $^{\circ}\text{C}$. A v posledním případě byla použita data o celkovém počtu 3.743.

Obrázek 13 Histogram s nadmořskou výškou > 1600 m. n. m.



Ve všech shora uvedených histogramech je krásně vidět letní i zimní cyklus. Je tedy zřejmé, že se jedná o dvě sezóny.

3.3 Závislost průměrných denních teplot na nadmořských výškách

Závislosti průměrných denních teplot na nadmořských výškách byly stanoveny pro vybraná období. Bylo vyhodnoceno období od roku 1961 až do roku 2019, kdy jednotlivé meteorologické stanice byly rozčleněny po 200 m nad mořem do skupin, které byly posunuty o 200 m. Stanovení bylo tedy prováděno v nadmořské výšce od 200 m. n. m. až po 1400 m. n. m. Hodnota nadmořské výšky 1600 m. n. m. nebyla v tomto případě použita, jelikož jak již bylo zmiňováno, tak v této nadmořské výšce nebyla ve více případech prováděna měření.

3.3.1 Vyhodnocení trendů a závislostí na nadmořské výšce

Tabulky byly vedeny pouze pro odhad středních hodnot, který byly založeny na aritmetických průměrech a mediánech. Použity hodnoty nadmořských výšek od 200 m. n. m.–1400 m. n. m..

Byl vyhodnocen lineární trend, který je znázorněn na následující rovnici :

$$T = b1 \text{ nadmv} + b0,$$

kde **b1** určuje sklon přímky a **b0** určuje posun při nadmořské výšce = 0. Prováděla jsem vyhodnocení statistické významnosti lineárního trendu za použití T testu. Statisticky významné parametry jsou v tabulkách označeny - ***. S nadmořskou výškou se gradient nemění. Gradienty jsou u všech tabulek stejné, což znamená, že jsou všechny statisticky významné.

V rovnici se testuje, jak se mění s nadmořskou výškou průměrná denní teplota T v ČR. Je tedy zřejmé, že dochází k lehkému oteplování, ale to je na straně nulového členu. To jistě bude dále testováno, ale ne v této bakalářské práci.

Aritmetický průměr v 10- ti letém období

Tabulka 16 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě aritmetického průměru

Období	b1	b0	statistika
1961 - 1970	-0,005	8,431	***
1970 - 1980	-0,005	8,275	***
1980 - 1990	-0,005	8,474	***
1990 - 2000	-0,005	8,951	***
2000 - 2010	-0,005	9,274	***
2010 - 2019	-0,005	9,375	***

b1 značí trend, který se s nadmořskou výškou mění, v tomto případě, ale i ve všech ostatních vychází hodnota záporná. Intercept počínaje lety 1961-1970 je vyšší a v následujících období kolísá nahoru dolů v nepravidelném intervalu.

Medián v 10- ti letém období

Tabulka 17 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě mediánu

Období	b1	b0	statistika
1961 - 1970	-0,005	9,357	***
1970 - 1980	-0,005	8,057	***
1980 - 1990	-0,005	8,885	***
1990 - 2000	-0,005	9,085	***
2000 - 2010	-0,005	9,485	***
2010 - 2019	-0,005	9,414	***

U mediánu, je intercept také kolísající. V období let 1961-1970 je vyšší oproti letům 1970-1980, kde se o 1,3 snížil. Následně během třiceti let rostl a v posledním desetiletí se lehce snížil. U interceptu b1 vychází záporná hodnota, což je -0,5 °C.

Aritmetický průměr ve 20- ti letém období

Tabulka 18 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě aritmetického průměru

Období	b1	b0	statistika
1961 - 1980	-0,005	8,185	***
1980 - 2000	-0,005	8,748	***
2000 - 2019	-0,005	9,332	***

U 20-ti letého období také intercept roste, kdy největší nárůst teplot byl prokázán v posledním dvacetiletí let 2000-2019. Po vyhodnocení zjištěno, že teplotní rozdíl je o -0,5 stupně °C, kdy hodnoty u všech naměřených hodnot daných let jsou statisticky významné. Gradienty jsou stejné a statistika vychází statisticky významná.

Medián ve 20- ti letém období

Tabulka 19 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě mediánu

Období	b1	b0	statistika
1961 – 1980	-0,005	8,414	***
1980 – 2000	-0,005	8,985	***
2000 – 2019	-0,005	9,442	***

U tohoto dvacetiletého mediánu, je také potvrzeno, že i zde hodnoty interceptu postupně rostou. Dle vyhodnocených dat je zřejmé, že nárůst interceptu byl nejvíce v letech 2000–2019. Hodnoceno po dvaceti letech, kdy je jasně viditelné v tabulce jak od roku 1961 se zvyšoval.

Aritmetický průměr ve 30- ti letém období

Tabulka 20 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě aritmetického průměru

Období	b1	b0	statistika
1961 – 1990	-0,005	8,185	***
1990 – 2019	-0,005	8,748	***

A v období třicetiletém intercept také roste, kdy nejvíce v tomto případě je to v letech 1990-2019. Po vyhodnocení zjištěno, že teplotní rozdíl je o -0,5 stupně °C, kdy hodnoty u všech naměřených hodnot daných let jsou statisticky významné a gradienty jsou stejné.

Medián ve 30- ti letém období

Tabulka 21 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě mediánu

Období	b1	b0	statistika
1961– 1990	-0,005	8,185	***
1990 – 2019	-0,005	8,748	***

U tohoto třicetiletého mediánu, je také potvrzeno, že i zde hodnoty postupně rostou.

Zhodnocením všech shora uvedených tabulek trendů, bylo zjištěno, že teplotní rozdíl je u všech o $-0,005$ stupně $^{\circ}\text{C}$, což znamená, že směrnice lineárního trendu je záporná. Je rovno $-0,005$ ve všech a je statisticky významná. Potvrzuje známý fakt, že teplota s nadmořskou výškou klesá. Trend je pořád stejný, nemění se ani za posledních 50 let. Ani v rámci 10-ti letých, ani 20-ti letých a ani 30-ti letých období. Mění se pouze intercept b_0 , který v některých obdobích narůstá a v jiných zase klesá, ale spíše má funkci rostoucí. Tento značí jaký je vztah v 0°C , když je nadmořská výška = 0. Výklad trendu je tedy o tom, že byl stanoven gradient, ve kterém říkáme, že po 100 m se teplota změní o $0,5^{\circ}\text{C}$.

4 Diskuze

Pro srovnání mých výsledků jsem použila data uvolněná z Českého hydrometeorologického ústavu v období od roku 1961 až do roku 2019, která jsem ještě rozdělila do třech částí období. Na 10-ti letá, 20-ti letá a 30-ti letá.

V datech a při zpracovávání výsledků mohou nastat chyby a nepřesnosti. Tyto nepřesnosti a chyby nemusí být vždy odhaleny a je obtížné je v některých případech vůbec analyzovat.

Pracovala jsem časovými řadami průměrných denních teplot. Při analýze dat bylo zjištěno, že na jednotlivých stanicích jsou hodnoty rozlišené.

Vyhodnocením dat denních průměrných teplot bylo zjištěno, že postupem let dochází k oteplování. V posledních letech dochází díky globálnímu oteplování ke klimatickým změnám, které se postupně vyvíjejí. Nad těmito změnami se, ale zabývají odborníci různých oborů.

V první části této práce jsem se věnovala rešerši, kde jsem se snažila popsat jednotlivé charakteristiky související s průměrnými denními teplotami. Částečně jsem se snažila popsat důležitosti vztahující se k teplotě a jejímu měření a místu měření. V další části práce jsem se zaměřila na výsledky a vyhodnocování dat, která byla převedena do přehledných tabulek a rozdělena podle jednotlivých období. Kdy byly vyhodnoceny odhady středních hodnot teplot aritmetickým průměrem, odhady středních hodnot teplot mediánem, odhadem rozptylu a odhady směrodatnou odchylkou. Shrnutím vyhodnocených průměrů dvou období jsem zjistila že období let 1961-1990 bylo oproti období let 1990-2019 chladnější. Bylo zjištěno, že nejchladnějším měsícem v roce v obou případech byl měsíc leden, kdy byla zjištěna průměrná denní teplota vzduchu $-3,46\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-3,18\text{ }^{\circ}\text{C}$. I v obou případech byl zjištěn nejteplejší měsíc červenec s denními průměrnými teplotami vzduchu $15,49\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $15,78\text{ }^{\circ}\text{C}$. V obou případech nízkých i vysokých průměrných denní teplot je vidět, že opravdu se postupem let otepluje.

Dalším vyhodnocením jsem vytvářela pomocí R histogramy, které jsou dobře čitelné. Tyto jsem zobrazila, po 200 m. n. m.. A následně závěrem jsem vyhodnotila závislosti průměrných denních teplot na nadmořských výškách. Vyhodnocení závislostí bylo provedeno pouze u středních hodnot aritmetického průměru a mediánu. Bylo použito rozmezí nadmořských výšek od 200 m. n. m. až po 1400 m. n. m.. Hodnota 1600 m. n. m. nebyla použita, jelikož již v prvním vyhodnocení dat bylo zjištěno, že u několika stanic nebylo od určitých let prováděno měření, z tohoto důvodu bylo ustoupeno od nadmořské výšky 1600 m. n. m., jelikož to nebylo účelné. Veškerá znázornění by nevypadala dobře.

Při vyhodnocování trendů a závislostí na nadmořské výšce jsem také zjistila, že dochází k lehkému oteplování, což je podrobněji rozepsáno výše. Zjištěno bylo, že k oteplování dochází na straně nulového členu. Testovalo se dle rovnice, která je také výše znázorněna a testovat se bude i dále, ale ne v této bakalářské práci. To je spíše už práce ČHMU.

Jistě existuje jiná práce obdobná této, kdy by bylo možné provést srovnání, zda se zjištěné, vyhodnocené hodnoty liší nebo jsou shodné. Myslím si, že by se od

se práce moc nelišily, jelikož by byla jiná práce hodnocena také z dat, které uvolnilo ČHMU. Jistě na ČHMU jsou vytvořeny různé ročenky k různým období pomocí, kterých by se dalo provést srovnání prací, ale já jsem spíše využila této diskuze ke svému celkovému zhodnocení své práce, kterou jsem vytvořila a touto diskuzí ukončila.

Ještě bych se v poslední řadě ráda vyjádřila ke své práci, co jsem vlastně zpracováním a vyhodnocením dat zjistila a jaký objektivní poznatek moje práce přinesla. Již jsem se v této práci několikrát vyjadřovala k jednotlivým vyhodnocením, kdy bych to shrnula do jednoho. Postupem let opravdu dochází pomalému oteplování a to nejen na území České republiky, ale k tomuto dochází na celé naší planetě, kdy se tímto zabývají různí odborníci po celém světě. Řeší se tzv. Globální oteplování.

5 Závěr

V této bakalářské práci jsem vyhodnotila z použitých 4.260.126 dat a z celkem 495 stanic hodnoty denních průměrných teplot. Dívala jsem se na data z různých časových period s různou časovou délkou a vyhodnotila jsem základní charakteristiky, kdy jsem tímto zkoumáním a vyhodnocením dat zjistila, že teploty postupně během let rostou. V tomto případě při vyhodnocování bylo zjištěno, že s nadmořskou výškou teplota klesá, což je logické, že na horách bude chladněji a naopak v nížinách zase tepleji.

K tomu, aby tato práce mohla vzniknout byla potřeba pořídit data, která dle zák. č. 123/1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí poskytl ČHMÚ. Práce byla zaměřena na statistické zpracování vybraných časových řad denních průměrných teplot vzduchu, vyhodnocením vybraných statistických charakteristik dat. Byl proveden základní měření Byla vyhodnocena data, která byla agregována do různých období Přesnost při výpočtu průměrné denní teploty nezávisí jen na ročním období, ale i na synoptické situaci. Většinou nejpřesnější výpočty vycházejí v letních a zimních měsících.

Závěrem šlo tedy o statistické zpracování vyhodnocených dat průměrných denních teplot vzduchu v období let od roku 1961 až do roku 2019, která byla zkoumána nejprve po 10-ti letech, 20-ti letech a 30-ti letech. V těchto obdobích byly vyhodnoceny závislosti, kdy bylo zjištěno, že postupem let dochází k oteplování.

6 Přehled literatury a použitých zdrojů:

Literatura :

Carrega P., 2010: Geographical Information and Climatology. Wiley, British Library Cataloguing in Publication Data, ISBN 978-1-84821-185-8 288 s

Hanel M., Vizina A., 2014: Metody vyhodnocování vodohospodářských dat. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 141 s.

Chomov, S. P. 1968. Meteorológia a klimatológia. Bratislava : Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1968. 71-056-68.

Jlindrová A., Prášilová M., Zeipelt R., 2008: Statistika I. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 158 s.

Lepš J., Šmilauer P., 2016: Biostatistika. Episteme nakladatelství jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, ISBN 978-80-7394-587-9, 438 s.

Máca P., 2014: Hydrologie pro bakaláře. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 126 s.

Novovičová J.: Pravděpodobnost a matematická statistika. Skriptum FD ČVUT, 2006, s 157.

Readers digest výběr, 2010: Extrémy počasí. Praha. ISBN 978-80-7406-110-3. autor textu Paul Simons. s 160.

Svojtka Co. Nakladatelství, 2012: Velká encyklopedie počasí a změna klimatu. Praha. ISBN 978-80-256-0707-7. s 512.

Vysoudil M., 2013: Základy fyzické geografie I: Meteorologie a klimatologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 110 s.

Internetové zdroje :

Brzezina J., 2020: Meteorologie a Klimatologie Úvod a historie, (online), [cit. 2021.03.12] dostupné z <<https://chmibrno.org/blog/vzdelavani-1-1-meteorologie-a-klimatologie/>>.

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky(online) [cit.2021.02.25], dostupné z <<https://www.chmi.cz/>>.

ČHMÚ– Český hydrometeorologický ústav České republiky(online) [cit.2021.03.12], dostupné z <<https://www.chmi.cz/aktualni-situace/aktualni-stav-pocasi/ceska-republika/stanice/profesionalni-stanice/mapy/teplota/stanice>> .

GCZ_Klima.pdf (online) [cit.2021.02.25], dostupné z <https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/GCZ/GCZ_Klima.pdf> .

7 Seznam boxů a obrázků

Box 1 Definice náhodné veličiny (Novovičová J.,2006).....	3
Box 2 Definice střední hodnoty náhodné veličiny (Novovičová J.,2006)	3
Box 3 Definice obecného momentu (Novovičová J.,2006)	3
Box 4 Definice zákl. vlastnosti střední hodnoty (Novovičová J.,2006)	3
Box 5 Definice rozptylu (Novovičová J.,2006).....	4
Box 6 Vzorec pro rozptyl (Novovičová J.,2006)	4
Box 7 Definice kvantil (Novovičová J.,2006)	5
Box 8 Vzorec aritmetického průměru (Jindrová a kol.,2008)	5
Obrázek 1 Mapa meteorologických stanic v ČR (https://www.chmi.cz)	10
Obrázek 2 Teploměr (Svojtka Co. Nakladatelství, 2012)	11
Obrázek 3 Termograf (Svojtka Co. Nakladatelství, 2012).....	11
Obrázek 4 Graf měsíční průběh teplot za období 1960-1990.....	20
Obrázek 5 Graf měsíční průběh teplot za období 1990-2019.....	20
Obrázek 6 Histogram s nadmořskou výškou 200 m. n. m.	21
Obrázek 7 Histogram s nadmořskou výškou > 400 m. n. m.	22
Obrázek 8 Histogram s nadmořskou výškou >600 m. n. m.	23
Obrázek 9 Histogram s nadmořskou výškou > 800 m. n. m.	23
Obrázek 10 Histogram s nadmořskou výškou > 1000 m. n. m.....	24
Obrázek 11 Histogram s nadmořskou výškou 1200 m. n. m.	24
Obrázek 12 Histogram s nadmořskou výškou > 1400 m. n. m.....	25
Obrázek 13 Histogram s nadmořskou výškou > 1600 m. n. m.....	26

8 Seznam tabulek

Tabulka 1 Maximální denní teploty na území ČR (https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/historicke-extremy)	7
Tabulka 2 Minimální denní teploty na území ČR (https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/historicke-extremy)	7
Tabulka 3 Střední hodnoty denních teplot pro desetiletá období odhadnutá aritmetickým průměrem.....	12
Tabulka 4 Střední hodnoty denních teplot pro desetiletá období odhadnutá mediánem	13
Tabulka 5 Variabilita denních teplot pro desetiletá období odhadnuta rozptylem	13
Tabulka 6 Variabilita denních teplot pro desetiletá období odhadnuta směrodatnou odchylkou	14
Tabulka 7 Střední hodnoty denních teplot pro dvacetiletá období odhadnutá aritmetickým průměrem.....	15
Tabulka 8 Střední hodnoty denních teplot pro dvacetiletá období odhadnutá mediánem	15
Tabulka 9 Variabilita denních teplot pro dvacetiletá období odhadnuta rozptylem	16
Tabulka 10 Variabilita denních teplot pro dvacetiletá období odhadnuta směrodatnou odchylkou	16
Tabulka 11 Střední hodnoty denních teplot pro třicetiletá období odhadnutá aritmetickým průměrem.....	17
Tabulka 12 Střední hodnoty denních teplot pro třicetiletá období odhadnutá mediánem	17
Tabulka 13 Variabilita denních teplot pro třicetiletá období odhadnuta rozptylem	18
Tabulka 14 Variabilita denních teplot pro třicetiletá období odhadnuta směrodatnou odchylkou	18
Tabulka 15 Shrnutí průměrných denních teplot třicetiletého období	19
Tabulka 16 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě aritmetického průměru	27
Tabulka 17 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě mediánu	27
Tabulka 18 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě aritmetického průměru	28
Tabulka 19 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě mediánu	28
Tabulka 20 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě aritmetického průměru	28
Tabulka 21 Parametry lineárních trendů odhadnuté na základě mediánu	29